

PREVENOMETAL

BUENAS PRÁCTICAS EN EL TRATAMIENTO DE SUPERFICIES METÁLICAS





UNIÓN DE MUTUAS, Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social núm. 267

Castellón. Sede central

Avenida Lledó, 57. 12003
Tel.: 964 23 81 11 Fax: 964 22 23 09
Web: www.uniondemutuas.es

Castellón. ITUM

Avenida Lledó, 69. 12003
Tel.: 964 23 12 12 Fax: 964 23 06 24

UNIÓN DE MUTUAS es una entidad sin ánimo de lucro, de ámbito nacional, cuyos campos de actuación se centran en tres aspectos fundamentales:

- La **cobertura de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales**, con sus prestaciones asistenciales sanitarias y económicas
- La cobertura de la **prestación económica de incapacidad temporal** derivada de contingencias comunes
- La preocupación por la **seguridad y salud laboral** de nuestros trabajadores protegidos.

Unión de Mutuas es la novena mutua a nivel nacional en orden a recaudación de cuotas, con una recaudación en torno a 225 millones de euros en el ejercicio 2005. Cuenta con más de 90.000 empresas asociadas y del orden de 400.000 trabajadores protegidos. Asimismo, más de 230.000 trabajadores, y alrededor de 53.000 trabajadores autónomos tienen cubierta la prestación por incapacidad temporal por contingencias comunes.

Para dar cobertura sanitaria y administrativa a todos estos colectivos asegurados, Unión de Mutuas dispone de una densa **red asistencial de 51 centros propios, 4 de ellos hospitalarios**, distribuidos en 10 Comunidades Autónomas. Entre estos últimos cabe resaltar el Instituto de Traumatología Unión de Mutuas, todo un referente en el panorama traumatológico nacional. Además, la entidad cuenta con una extensa red de centros concertados por todo el territorio nacional que aproximan el servicio a empresas y trabajadores.

Al margen, un equipo de alrededor de 50 unidades móviles perfectamente dotadas acude diariamente a las empresas que por sus características lo precisen.

La máxima histórica de Unión de Mutuas, “curar bien, curar pronto” se ve refrendada día a día por el esfuerzo en ofrecer unos servicios sanitarios avanzados en tecnología. Entre éstos se encuentran las **unidades médicas especializadas**: Apnea del Sueño, Valoración Isocinética, Sistema MdeX de rehabilitación lumbar, Tratamiento de Ondas de Choque y Cardiorrespiratoria.

Del mismo modo y para estar permanentemente actualizados en materia sanitaria Unión de Mutuas somete a continuo análisis sus actuaciones asistenciales utilizando protocolos sanitarios renovados sistemáticamente.

Para cohesionar todos esos recursos, Unión de Mutuas ha apostado por la **calidad**. Resultado de esa política es la obtención del certificado de calidad UNE-EN ISO 9001:2000, recibido de AENOR en 1998, y la certificación de cumplimiento de la norma UNE-EN ISO 14001:2004 de gestión medioambiental, de 2003. La pertenencia a varios clubes de calidad y la elección del modelo E.F.Q.M. de Excelencia Empresarial, ratifican la voluntad de estar en vanguardia en herramientas de gestión empresarial.

El compromiso con I+D+I se ha venido traduciendo desde siempre en continuas colaboraciones con institutos tecnológicos, con universidades y con asociaciones de diversa índole con el resultado de la publicación de estudios técnicos, profesionales y de investigación de materias relacionadas con el ámbito de actuación de la Mutua.

Todo esto en un marco de compromiso social, representado por un Código Ético Empresarial basado en los principios de dignidad, calidad y confianza, pilares básicos que sustentan la actuación de Unión de Mutuas.



AIMME, Instituto Tecnológico Metalmecánico

Parque Tecnológico

Avenida Leonardo da Vinci, 38
46980 Paterna (Valencia)
Tel.: 96 131 85 59 Fax: 96 131 81 68
Web: www.aimme.es
e-mail: info@aimme.es

El Instituto Tecnológico Metalmecánico, AIMME, es una asociación privada sin ánimo de lucro de ámbito nacional, integrada por empresas, en su mayoría del sector de transformados del metal.

Se constituyó en 1987, por acuerdo del IMPIVA, la Federación Empresarial Metalúrgica Valenciana, FEMEVAL y la Federación de Empresarios del Metal de la Provincia de Alicante, FEMPA.

AIMME está registrada como Centro de Innovación y Tecnología, en la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, CICYT. El Instituto está integrado en la Federación Española de Institutos Tecnológicos (FEDIT) y es miembro de diferentes redes con otros centros tecnológicos similares, entre las que destaca la red REDAUTO (Red de apoyo al sector de automoción nacional), el Instituto Europeo de la Joyería EUJI (Red de centros europeos para el soporte tecnológico del sector de la joyería) y REDIT (Red de Institutos Tecnológicos de la Comunidad Valenciana).

El fin del Instituto es impulsar la mejora de la competitividad de las empresas del sector de transformados metálicos a través de la I+D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación) tanto en sus procesos productivos como en sus productos. En definitiva la labor de AIMME es **poner al alcance de las pequeñas y medianas empresas recursos a los que por sí solas no pueden acceder con facilidad, ser el socio tecnológico del sector del metal.**

La realización de **proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D)** es una de las principales actividades de AIMME, abarcando diversas áreas: Ingeniería de producto, Ingeniería de producción, Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, Medio Ambiente, Tecnologías de los Materiales, etc.

Asimismo, AIMME realiza más de 750 tipos de servicios orientados a las necesidades de las pymes del sector metalmecánico en los que se incluyen **ensayos** tipificados o definidos según las necesidades del cliente, **servicios de asesoramiento tecnológico, asistencia técnica y servicios de información y documentación.**

Los recursos con los que cuenta el Instituto se encuentran estructurados en las siguientes **áreas tecnológicas:**

- Ingeniería de producto
- Ingeniería de producción
- Ingeniería medioambiental
- Materiales y tratamientos superficiales
- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
- Formación
- Información y documentación
- Laboratorios: Análisis físico-químicos y biológicos, Microscopía electrónica, Metrología y calibración, Ensayos no destructivos, Metalurgia y metalografía.
- Laboratorios **acreditados** por **ENAC**: Análisis y contraste de metales preciosos, Ensayos mecánicos, Luminarias, Prototipos y productos, Corrosión y recubrimientos.

Introducción

Objeto y alcance del manual

El objeto de este proyecto es el desarrollo de un manual de buenas prácticas que ayude a las empresas a mejorar el conocimiento de los procesos de tratamiento de superficies metálicas y sus riesgos más significativos.

Asimismo el manual puede ser utilizado como una herramienta práctica para la implantación de actividades de prevención que permitan la reducción y control de los riesgos laborales y la mejora de las condiciones de trabajo en las empresas.

Para la creación de este manual se ha seguido una metodología consistente en la elaboración de encuestas a trabajadores del sector, visitas a diversas empresas con diferentes medios de producción, valoración conjunta de los riesgos inherentes a estas actividades por parte de un equipo multidisciplinar y, por último, puesta en común de los resultados con vistas a la utilización de la información como herramienta de consulta para la mejora de la seguridad.

El presente estudio va dirigido a todas aquellas empresas que dispongan, dentro de su actividad productiva, de procesos de tratamiento de superficies, ya sea como actividad principal o como auxiliar dentro de otras actividades.

Debido a la gran cantidad de procesos de tratamiento de superficies llevados a cabo por las industrias del sector metalmeccánico, en particular en la Comunidad Valenciana, ha sido necesario hacer una selección de aquellos procesos que están presentes en mayor número de empresas.

Por otra parte, cada proceso puede presentar diferentes modos de aplicación, dando lugar a diferentes subprocesos de los que se han considerado las particularidades de mayor interés, tanto en la parte de descripción como en la parte de riesgos asociados.

En ningún caso la documentación generada ha sido elaborada para sustituir a la evaluación de riesgos laborales, sino para facilitar la ejecución de actividades preventivas necesarias para la integración de la prevención en la empresa.

1 Aproximación al tratamiento de superficies

1.1 Caracterización del sector

El sector metalmeccánico de la Comunidad Valenciana engloba un conjunto de actividades económicas muy heterogéneo, ya que abarca industrias tan diversas como la joyería, carpintería metálica, fabricación de maquinaria, fabricación de equipos y componentes electrónicos, componentes de automoción y tratamiento de superficies, entre otras.

La distribución de industrias del sector metalmeccánico en la Comunidad Valenciana muestra una mayor diversificación que en el caso de las industrias tradicionales valencianas (mueble, calzado, cerámica, textil o juguete), coincidiendo la ubicación de empresas metalmeccánicas con la localización de otras actividades industriales a las que suministran bienes intermedios y servicios.

El sector metalmeccánico en su conjunto engloba un 23,6% de la mano de obra y es capaz de producir el 26,2% de la riqueza industrial valenciana. También cabe destacar su carácter innovador. El gasto en innovación del año 2002 del sector metalmeccánico valenciano supuso el 42,3% del gasto total en innovación de todos los sectores económicos valencianos.

El tratamiento de superficies metálicas no forma por sí mismo un sector vertical. Los tratamientos de superficies no crean productos, sino que cambian las propiedades de la superficie de componentes y

productos previamente formados para su posterior uso. Por tanto, el tratamiento de superficie de metales en buena medida presta servicio a industrias muy dispares, con un gran rango de productos implicados, tales como electrodomésticos, joyas, implantes médicos, productos de construcción, mobiliario metálico, telecomunicaciones... Es de destacar que la práctica totalidad de productos metálicos son sometidos a tratamientos superficiales.

El subsector de tratamiento de superficies incluye las siguientes actividades:

- Limpieza y pretratamiento
- Anodizado
- Recubrimientos electrolíticos
- Lacado, esmaltado, recubrimientos plásticos
- Recubrimientos por plasma y por láser
- Proyección térmica
- Deposición al vacío
- Tratamientos mecánicos
- Tratamientos térmicos

Dentro del gran número de actividades incluidas en el sector metalmeccánico en la Comunidad Valenciana, las empresas dedicadas exclusivamente al tratamiento de superficies representan un 4% del total. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que existe un grupo numeroso de empresas que tiene integrado dentro de su proceso productivo algún proceso relacionado con el tratamiento de superficies, como, por ejemplo, fabricantes de elementos de iluminación y empresas dedicadas al arte en metal.

Por lo que respecta al número de trabajadores, se calcula que aproximadamente 4.500 personas trabajan en actividades relacionadas con el tratamiento de superficies metálicas, lo que representa un 7% del total de trabajadores del sector metalmeccánico.

Por otro lado, frente a otras actividades industriales en las que los riesgos característicos van asociados principalmente a los medios productivos (equipos de trabajo), en el tratamiento de superficies son característicos los riesgos vinculados a la utilización de materias primas de origen químico (ingestión, inhalación, contacto cutáneo...). Los riesgos vienen dados en gran medida por la tipología de las sustancias químicas utilizadas y emitidas por esta industria. A modo de ejemplo pueden ser utilizados cianuros, cromatos, tricloroetileno, tetracloroetileno, ácidos y bases fuertes...

1 2 Tratamiento de superficies metálicas y prevención de riesgos

La superficie de los metales puede deteriorarse en mayor o menor medida si se encuentran situados en un entorno desfavorable, lo que al mismo tiempo representa una modificación de sus propiedades funcionales.

Los agentes exteriores (químicos, atmosféricos, etc.) atacan la superficie de los metales, formando óxidos, hidróxidos, carbonatos, etc. Para evitar esta acción destructora, es necesario realizar un tratamiento protector de la superficie metálica que, además, puede mejorar la calidad superficial y hacer más atractivo el producto fabricado para su posterior venta. Este tratamiento puede ser de carácter mecánico, térmico o químico.

De entre los distintos tipos de tratamiento superficial, se distinguen por su importancia los siguientes:

- Recubrimientos metálicos: son aquellos que aportan una capa barrera con finalidad industrial, técnica, anticorrosiva o decorativa.
- Tratamientos de conversión: son aquellos que modifican la capa superficial de la pieza por reacción con un electrolito o una disolución en contacto.
- Tratamientos orgánicos: proporcionan una capa barrera, pero de naturaleza orgánica.

Estos procesos necesitan unos tratamientos previos de preparación, con el fin de que la superficie del sustrato se encuentre en condiciones óptimas de aplicación del acabado. Existen dos clases fundamentales de tratamientos previos: los tratamientos vía mecánica y los tratamientos vía química.

La necesidad de proteger los metales frente a las condiciones ambientales ha permitido la evolución y la mejora de las técnicas de tratamiento de superficies. Sin embargo, el avance por lo que respecta a aspectos relacionados con la prevención de riesgos no ha seguido el mismo ritmo; es necesario un esfuerzo común, tanto de las Administraciones y demás colectivos como de las empresas de tratamiento de superficies, para lograr aumentar los niveles de seguridad y apostar por la mejora continua de las condiciones de trabajo.

El presente estudio introduce propuestas a implantar en el entorno de trabajo a través de un manual de buenas prácticas en materia de prevención, entendidas éstas como una serie de medidas preventivas concretas, actividades de gestión, así como un conjunto de normas formales e informales a implantar y observar por empresarios y trabajadores con el objetivo de eliminar, disminuir o controlar riesgos para la salud.

- Formales: se refieren al conjunto de normas, métodos y procedimientos que se establecen por parte del empresario como las más apropiadas para la realización de las tareas.
- Informales: son aquellos procedimientos que se transmiten entre los trabajadores, basados en la experiencia propia o colectiva para la mejora y el perfeccionamiento de la ejecución de las tareas que les son encomendadas.

Para el desarrollo del manual ha sido fundamental conocer el colectivo, el entorno laboral en el que desarrolla su actividad, las condiciones de trabajo establecidas, las tareas realizadas y los productos utilizados, la formación específica recibida en relación con el uso de estos productos, así como la experiencia laboral de los trabajadores. Este conocimiento ha permitido definir las acciones preventivas más eficientes para conseguir la mejora de sus condiciones laborales, donde la seguridad y salud son elementos de primer orden.

1.3 Análisis de la siniestralidad del sector

Para una aproximación a los daños derivados del trabajo vinculados a los procesos de tratamiento de superficies, y teniendo en cuenta la dificultad de separar estos procesos de la actividad principal de las empresas tal y como se clasifican éstas en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas, se ha considerado realizar el análisis de la siniestralidad sobre los CNAE que representan al sector metal. El motivo de ello es que este tipo de empresas suele incluir en mayor o menor grado procesos de tratamiento de superficies en su actividad productiva, aunque este no sea su objetivo final.

Los CNAE considerados como representativos del sector metal son:

- 27. Metalurgia y fabricación de productos metálicos
- 28. Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo
- 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo.

Por otro lado, se ha hecho un análisis en concreto de las empresas con el CNAE 28510. Tratamiento y revestimiento de metales, puesto que dicho CNAE engloba a aquellas empresas cuya actividad principal es el tratamiento de superficies metálicas, con el objeto de ver si se observa alguna diferencia significativa con respecto al resto de las empresas del sector del metal.

Los datos utilizados para el análisis se han obtenido de empresas asociadas a Unión de Mutuas, (empresas fuente) correspondientes a los CNAE anteriormente citados y a un periodo comprendido entre los años 2000 y 2005*.

Del análisis de las empresas referidas se obtienen los siguientes datos:

Número de accidentes (no se consideran ni recaídas ni accidentes “in itinere”).

Tanto en el caso del CNAE 28510 como en el resto del metal se ha encontrado que hay una tendencia a la disminución de los accidentes. En todos los grupos sectoriales del metal se observó que tras un descenso máximo el año 2002 se produjo un ascenso el siguiente año para volver a la tendencia descendente los siguientes años. Los datos correspondientes al año 2005 de la tabla I se refieren a los accidentes registrados con anterioridad al 01-07-2005; en el caso de que la siniestralidad observada durante este primer semestre del año 2005 siguiera la misma tendencia, la disminución al final del año habría sido de aproximadamente el 6,5%.

Tabla I
Evolución del número de accidentes registrados por sector y año. Empresas fuente.

Código CNAE. Descriptor	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
27. Metalurgia y fabricación de productos metálicos	94	64	59	106	97	46
28. Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	832	803	678	777	760	332
29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo	444	398	319	345	317	136
Total Metal	1.370	1.265	1.056	1.228	1.174	514
28510. Tratamiento de superficies	53	51	26	38	44	16

* Los accidentes correspondientes al año 2005 hacen referencia a los registrados hasta el 30-06-2005.

Índice de incidencia

El índice de incidencia nos indica el número de accidentes por cada 1.000 trabajadores de un colectivo (generalmente una empresa o conjunto de empresas) para un periodo específico (generalmente anual), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$I.I. = \frac{N.^{\circ} \text{actes} \cdot 1000}{N.^{\circ} \text{trabajadores}}$$

A continuación se muestran los índices de incidencia calculados para los CNAE y en los períodos anuales referidos, todo ello con respecto a las empresas fuente. Para el índice de incidencia del año 2005 se ha realizado una estimación, teniendo en cuenta los datos disponibles a mitad de año.

Evolución de los índices de incidencia 2000-2005

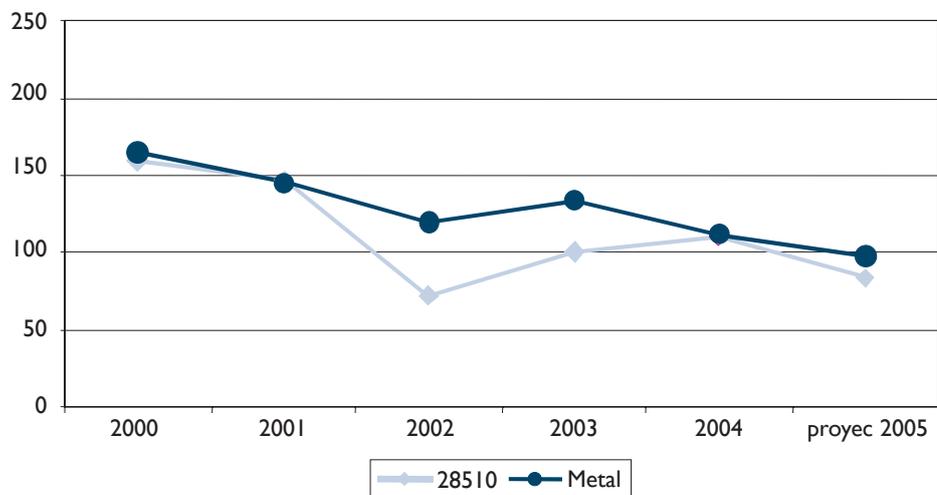


Tabla 2
Índices de incidencia anual (28510) en jornada y sector metal. Empresas fuente.

CNAE	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
28510	159,48	147,40	72,61	100,62	111,13	83,48
27 + 28 + 29 (sin 28510)	165,70	145,85	122,38	135,44	112,60	99,10
Total	165,45	145,91	120,35	134,00	112,54	98,52

* Índices esperados por proyección de los datos disponibles 2005.

Así, para las empresas fuente con CNAE 28510 observamos que el índice de incidencia tiene el mismo comportamiento que el número de accidentes, presentando una tendencia a la disminución.

Para el resto de las empresas del metal consideradas se da igualmente una tendencia decreciente, siendo el año 2004 aquel en el que se ha encontrado el menor índice.

Tabla 3
Índices de incidencia anual códigos 27, 28, 29 (en jornada). Empresas fuente.

CNAE	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
27 Metalurgia	199,72	134,67	131,33	194,38	142,61	140,60
28 Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria	177,89	162,18	132,70	145,74	123,65	107,98
29 Construcción de maquinaria y equipo mecánico	141,72	122,72	99,19	104,95	87,93	74,92
Total	165,45	145,91	120,35	134,00	112,54	98,52

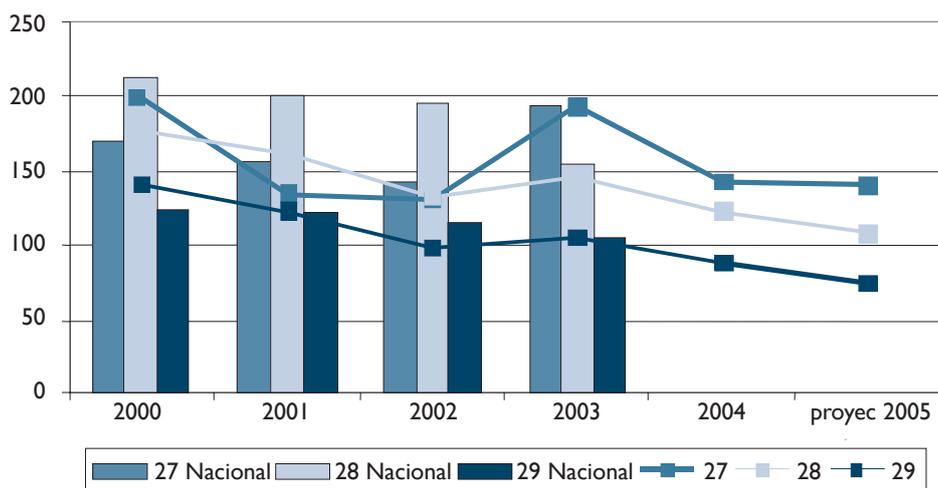
* Índices esperados por proyección de los datos disponibles 2005.

Tabla 4
Índices de incidencia anual códigos 27, 28, 29 (en jornada). Datos total nacional.

CNAE	2000	2001	2002	2003
27 Metalurgia	169,53	156,26	143,61	193,83
28 Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria	213,08	201,97	195,71	155,54
29 Construcción de maquinaria y equipo mecánico	124,54	121,42	115,33	105,73

Comparando los datos obtenidos en las empresas estudiadas con los del total nacional (fuentes del INSHT) para las anualidades correspondientes, se observa que son del mismo rango de magnitud, siendo las tendencias similares, lo que nos permite inferir que los resultados obtenidos a partir de las empresas fuente no presentarían una desviación respecto de los observados a nivel nacional.

Evolución de los índices de incidencia 2000-2005



En el gráfico anterior se muestran los índices de siniestralidad por 1.000 trabajadores para los CNAE 27, 28 y 29, tanto de las empresas asociadas a Unión de Mutuas como para el conjunto de empresas a nivel nacional, según fuentes del INSHT.

En general, estos CNAE han presentado una tendencia descendente de la siniestralidad, ligeramente por debajo del nivel nacional en las empresas asociadas a Unión de Mutuas, aunque hay que destacar que para el CNAE 27, tanto a nivel nacional como para las empresas asociadas a Unión de Mutuas, los índices presentan el año 2003 una siniestralidad mayor que la que se observó el año 2002.

En las empresas asociadas a Unión de Mutuas la incidencia descendió el año 2004 situándose a niveles ligeramente superiores a los del año 2002 (no hay datos publicados de siniestralidad para los años 2004 a nivel de sector y a nivel nacional).

Duración media de las bajas

El índice de duración media de las bajas nos indica el número de días de baja que los accidentes tienen por término medio para un colectivo (generalmente una empresa o conjunto de empresas) y para un periodo específico (generalmente anual), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$D.M. = \frac{N.^{\circ} \text{ días baja}}{N.^{\circ} \text{ accidentes}}$$

A continuación se muestran los índices de duración media de bajas calculados para los CNAE y en los períodos anuales referidos a las empresas asociadas a Unión de Mutuas.

Tabla 5.
Duración media de las bajas por código CNAE, accidentes de trabajo en jornada.

CNAE	2000	2001	2002	2003	2004	2005
28510	11,96	16,84	17,96	17,05	14,09	14,56
27-28-29 (sin 28510)	20,26	19,27	21,30	21,02	23,35	18,95
Total	19,94	19,17	21,21	20,89	23,00	18,81

Tabla 6
Duración media de las bajas por código CNAE, accidentes de trabajo en jornada.

CNAE	2000	2001	2002	2003	2004	2005
27	21,12	26,92	22,31	15,88	21,60	19,02
28	19,23	18,69	20,70	21,13	23,42	19,00
29	21,02	18,89	22,12	21,90	22,43	18,27
Total	19,94	19,17	21,21	20,89	23,00	18,81

Es de destacar que la duración media de las bajas ronda los 20 días, sin experimentar tendencias claras, ya que se observan ligeros ascensos y descensos que oscilan a lo largo de los años presentados. La duración media de las bajas de los accidentes de las empresas dedicadas al tratamiento de superficies ha sido siempre inferior a la duración media de los accidentes de trabajo en las empresas del metal; esta diferencia es similar durante los años del periodo estudiado, y fue máxima el año 2004 (8,9 días).

Al igual que para los índices de incidencia, la duración media de las bajas de las empresas estudiadas con lo obtenido para el total nacional (fuentes del INSHT) para las anualidades correspondientes, es del mismo rango de magnitud, siendo las tendencias similares y encontrándose la mayor diferencia para el CNAE 27.

Tabla 7
Duración media de las bajas de accidentes en jornada de trabajo. Datos total nacional.

CNAE	2000	2001	2002	2003
27 Metalurgia	22,1	22,8	23,4	22,8
28 Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria	20,1	21,1	21,2	21,5
29 Construcción de maquinaria y equipo mecánico	20,2	21,5	21,3	22,5

Análisis y caracterización de los accidentes

Para los accidentes ocurridos en las empresas objeto de estudio, se han obtenido los datos a través del análisis de los partes de accidente. Los resultados se muestran según los siguientes parámetros de interés:

- Ocupación del accidentado
- Tipo de contrato
- Día de la semana
- Hora del accidente
- Hora del trabajo
- Tarea durante el accidente
- Agente material
- Desviación
- Contacto
- Tipo de lesión
- Parte del cuerpo afectada
- Edad del accidentado
- Antigüedad del accidentado
- Sexo del accidentado

Debe tenerse en cuenta que el sistema nacional de notificación de accidentes de trabajo se modificó a partir del año 2003 con la implantación del sistema Delt@. Para los parámetros aparecidos a partir de tal modificación se han contabilizado los datos a partir de 2003, mientras que para aquellos parámetros ya existentes en el sistema de declaración anterior, se ha contemplado el período total del estudio (2000-2005).

Los accidentes considerados se han analizado para conocer los valores de los parámetros mencionados que aparecen con mayor frecuencia, de manera que nos permitan caracterizar la siniestralidad el sector y observar la distribución y tendencias de tales valores.

Este análisis se ha realizado por un lado para las empresas del sector metal (CNAE 27, 28, 29) y por otro para las de tratamiento de superficies (28510).

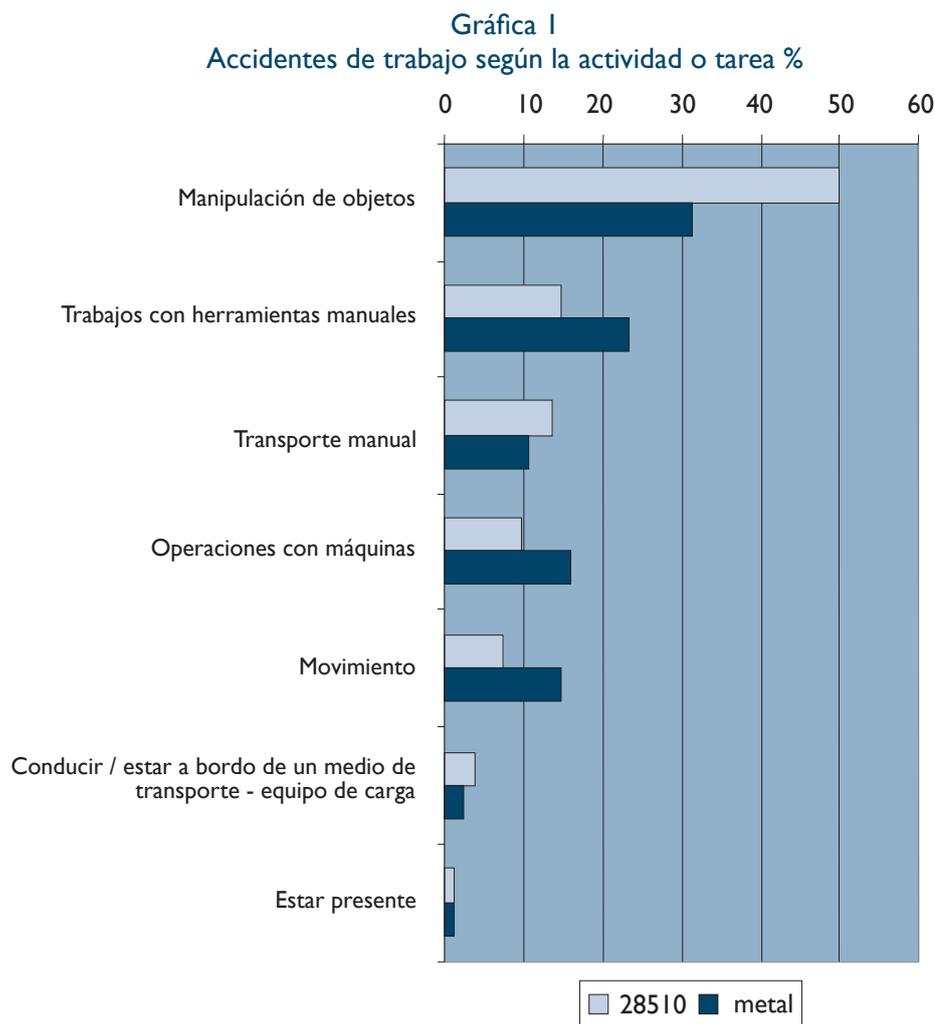
Ahora bien, debe tenerse en cuenta que los datos utilizados hacen referencia a los accidentes y a los accidentados, y éstos no necesariamente tienen las mismas características que el conjunto de trabajadores del sector.

Más adelante se presentan las gráficas con los resultados obtenidos para los parámetros estudiados. En tales gráficas se representa, para cada parámetro, la frecuencia porcentual de cada valor.

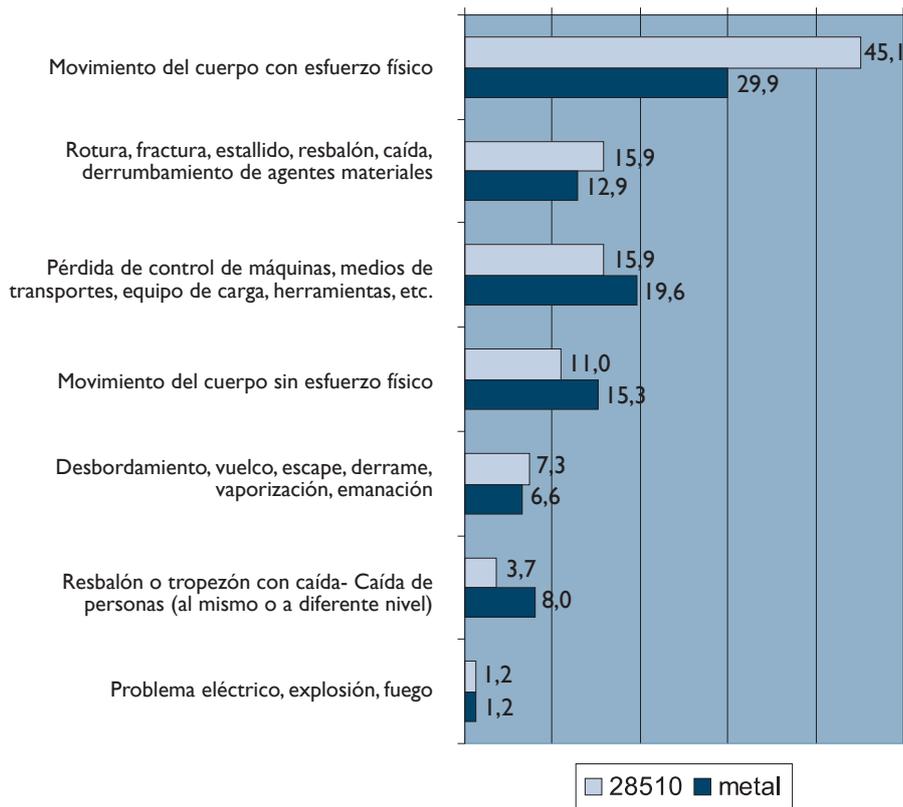
Características de los accidentes de trabajo en jornada laboral

Actividad física o tarea

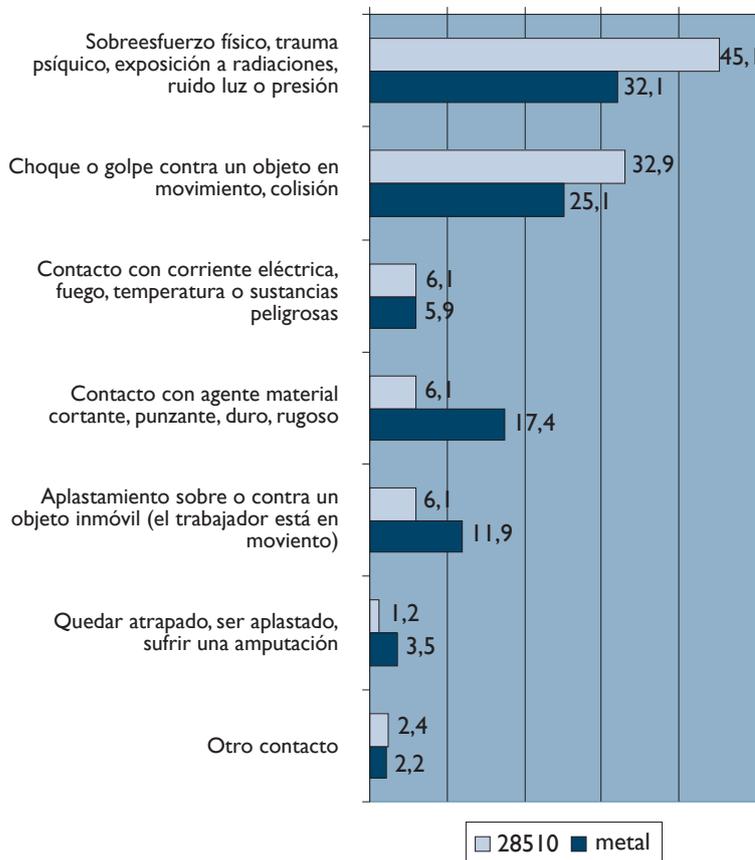
Tanto en las empresas con CNAE 28510 (50%) como en las empresas del metal (31,3%) la manipulación de objetos es la actividad que con más frecuencia estaban realizando los accidentados cuando ocurrió el accidente (gráfica I).



Gráfica 2
Desviación (%)



Gráfica 3
Contacto (forma del AT %)



Los trabajos con herramientas y las operaciones con máquinas estuvieron más frecuentemente involucrados en los accidentes en las empresas del metal que en las de tratamiento de superficies. En el sector metal estas 3 tareas agrupan el 70% de los accidentes.

Desviación o suceso anómalo

Tanto para las empresas con CNAE 28510 de tratamiento de metales como para las de CNAE 27, 28, 29 de metal, la desviación que más se ha encontrado es el movimiento del cuerpo con esfuerzo físico (gráfica 2). Estos datos son congruentes con los obtenidos para la distribución del contacto o forma del accidente de trabajo (gráfica 3), observándose que la desviación más habitual es el sobreesfuerzo, seguida de choques y golpes.

La pérdida del control de máquinas, herramientas, etc. es la segunda desviación por importancia. Hay que destacar que entre las empresas con CNAE 28510 los accidentes por sobreesfuerzos son 1,5 veces más frecuentes que en las empresas del metal; en estas últimas casi el 8% de los accidentes se produce por resbalones, tropiezos, caídas al mismo nivel, frente a solo el 4% en las empresas de tratamiento de superficies.

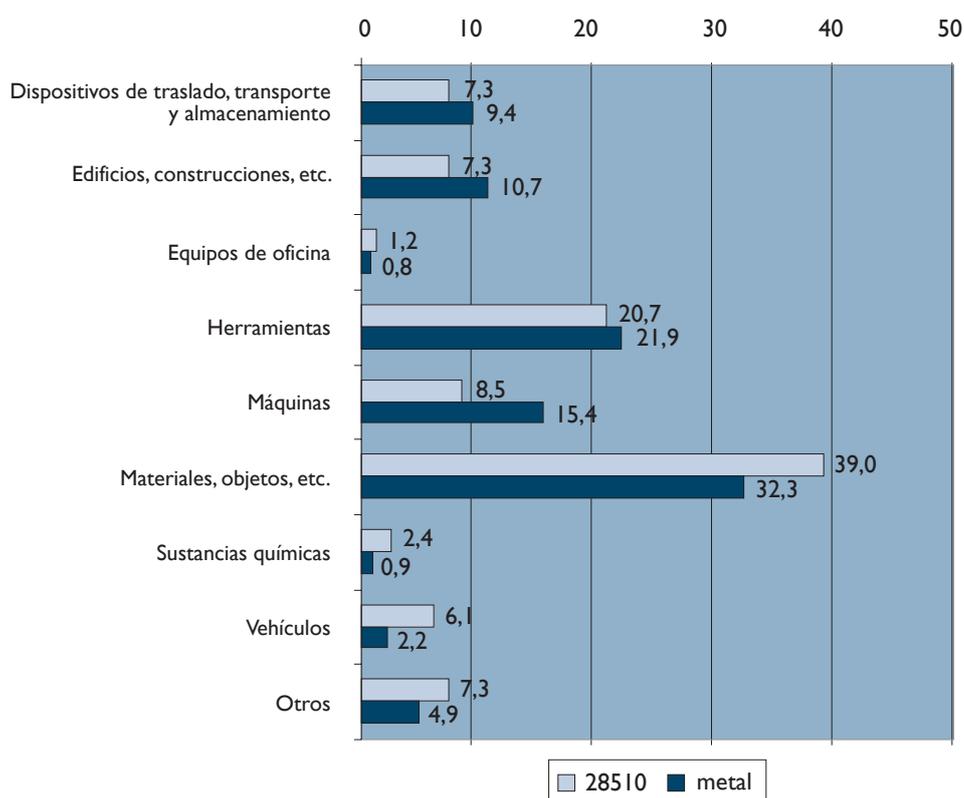
Agente material

En la gráfica 4 se observa que para las empresas con CNAE 28510 de tratamiento de metales, el agente material causante implicado en mayor número de accidentes son los propios materiales y objetos, seguidos de las herramientas utilizadas. Igualmente ocurre para las empresas con CNAE 27, 28, 29 de metal.

En conjunto, los accidentes en los que las herramientas y las máquinas están involucradas suponen aproximadamente el 35% del total.

Cabe destacar que en las empresas dedicadas al tratamiento de superficies el valor porcentual de los accidentes en los que intervienen las sustancias o productos químicos como agente material implicado es claramente superior (casi el triple) al obtenido para el sector metal en general, si bien los productos químicos, sustancias, etc. solo han estado envueltos en aproximadamente el 3% de los accidentes con baja registrados para empresas del tratamiento de superficies.

Gráfica 4
Agente material (%)

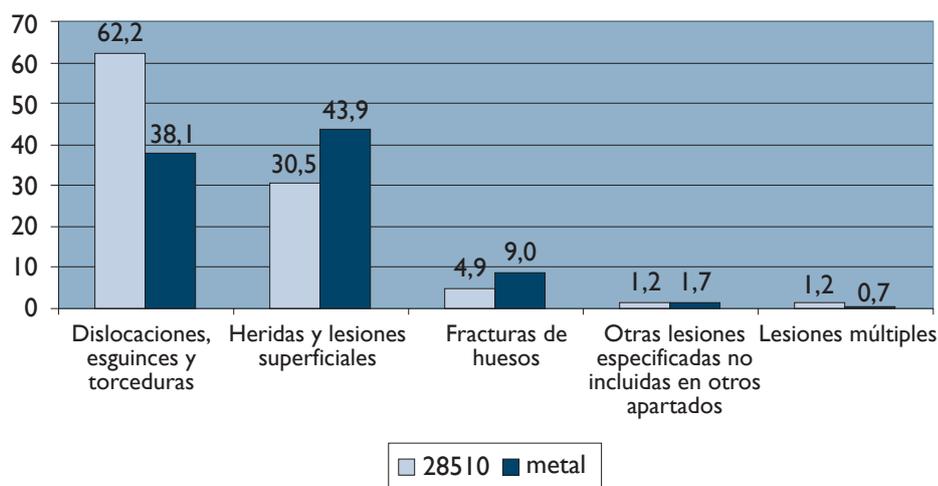


Tipo de lesión y parte del cuerpo lesionada

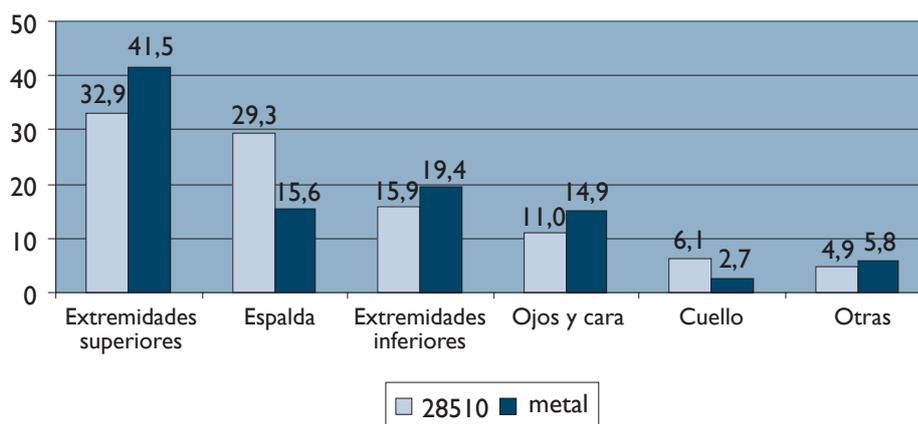
Como se observa en la gráfica 5, referente a la distribución de accidentes según el tipo de lesión, en las empresas cuya actividad principal es el tratamiento de superficies las lesiones más frecuentes son las dislocaciones, esguinces y torceduras, lesiones de carácter musculoesquelético con posible relación con condiciones ergonómicas del puesto. Sin embargo, aun siendo importante este tipo de lesión, aparecen las heridas y lesiones superficiales como el tipo de lesión más frecuente en el conjunto de empresas del sector del metal analizadas.

Como dato relevante hay que destacar que entre las heridas y lesiones superficiales tienen gran importancia las que afectan a los ojos y cara ya que han supuesto aproximadamente el 13% de las zonas del cuerpo afectadas por los accidentes.

Gráfica 5
Tipo de lesión (%)



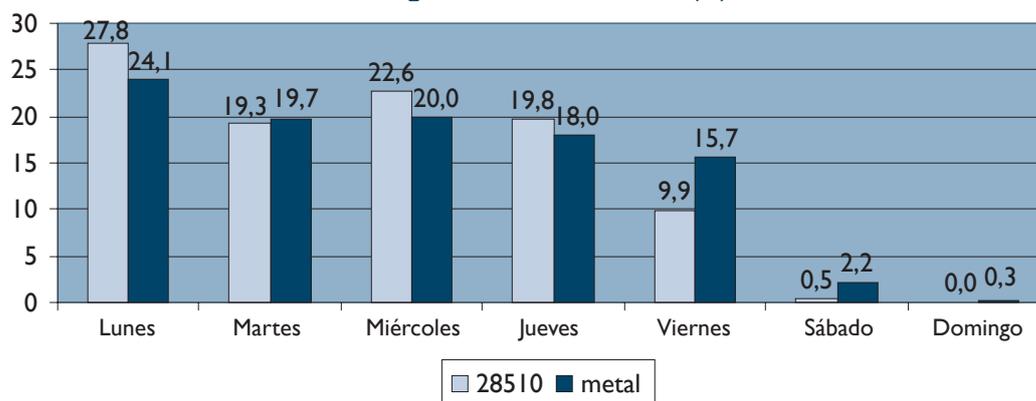
Gráfica 6
Tipo de lesión (%)



Tanto para las empresas del metal (41,5%) como para las dedicadas principalmente al recubrimiento de metales (33%), las extremidades superiores son las partes del cuerpo más lesionadas por los accidentes de trabajo. Sin embargo, cabe destacar que mientras que la espalda (29,3%) es la segunda parte más lesionada en las empresas de tratamiento de superficies, en las empresas del metal este porcentaje se reduce a casi la mitad (15,6%) siendo para este grupo de empresas las extremidades inferiores las segundas más lesionadas.

Distribución temporal de los accidentes

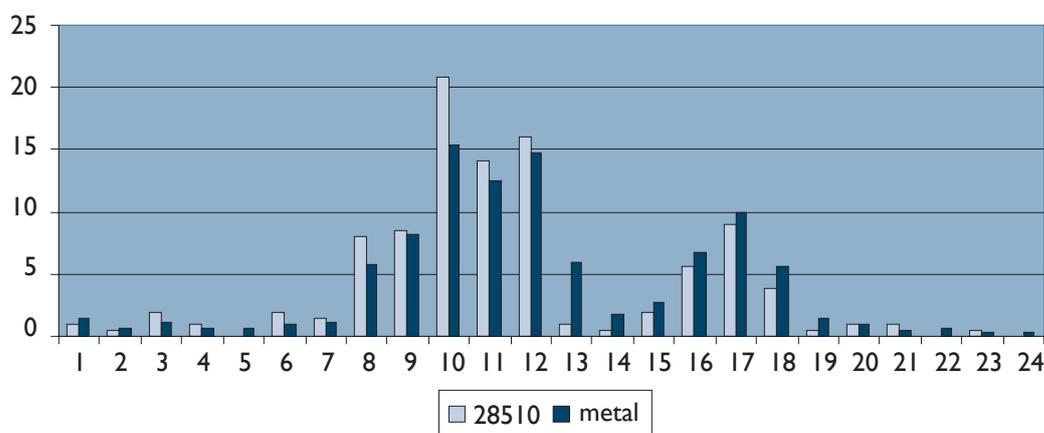
Gráfica 7
AT según el día de la semana (%)



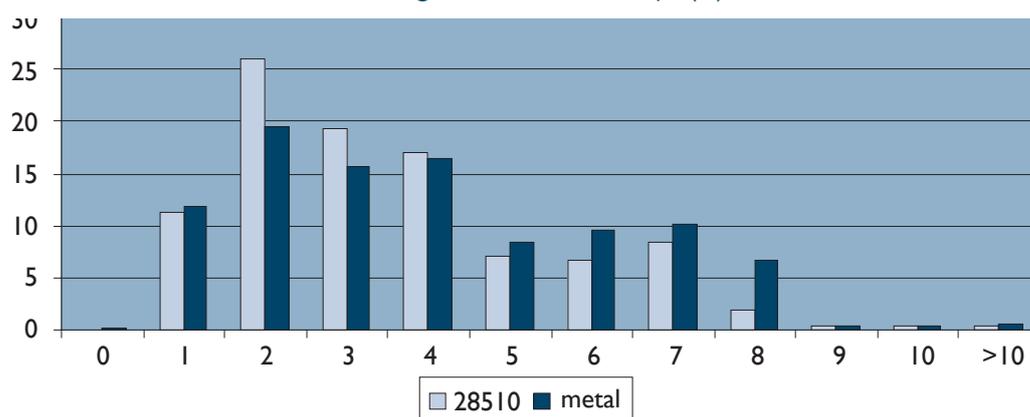
Para la distribución de accidentes según el día de la semana (gráfica 7), aparece una tendencia decreciente del número de accidentes según avanza la misma, siendo el lunes el día que mayor incidencia presenta. Tanto la tendencia como el día con mayor número de accidentes son coincidentes para las empresas de los CNAE 28510 y para el resto de CNAE considerados del sector metal.

Tal y como aparece en la gráfica 8, los accidentes con baja en función de la hora del accidente presentan unas distribuciones similares para los grupos de CNAE considerados. Para la mañana y para la tarde aparecen dos repartos de la distribución diferenciados, que se concentran alrededor de las horas centrales de tales particiones del día (alrededor de las 10 y las 17 horas respectivamente), que se corresponderían con las segundas, terceras y cuartas horas desde el comienzo de la jornada laboral, lo que pudiera tener alguna relación con los turnos. Gráfica 9.

Gráfica 8
AT según la hora del AT (%)



Gráfica 9
AT según la hora de trabajo (%)



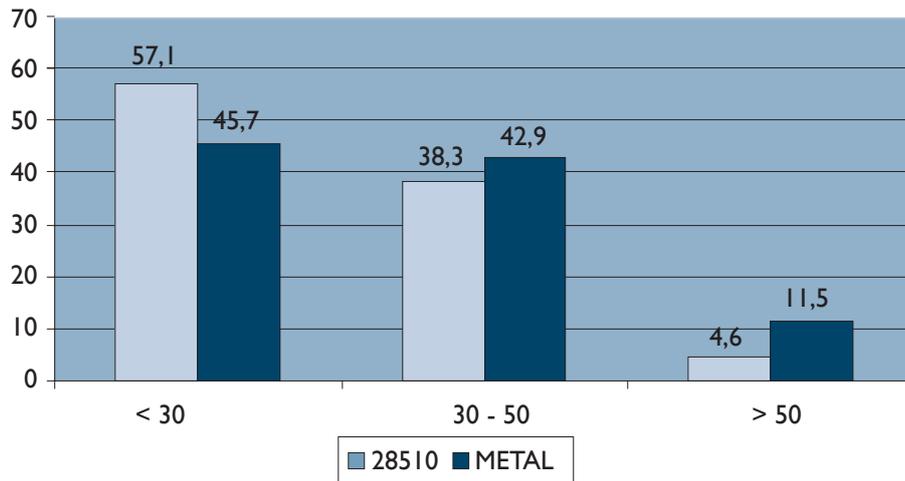
Características de los accidentados

Edad y sexo

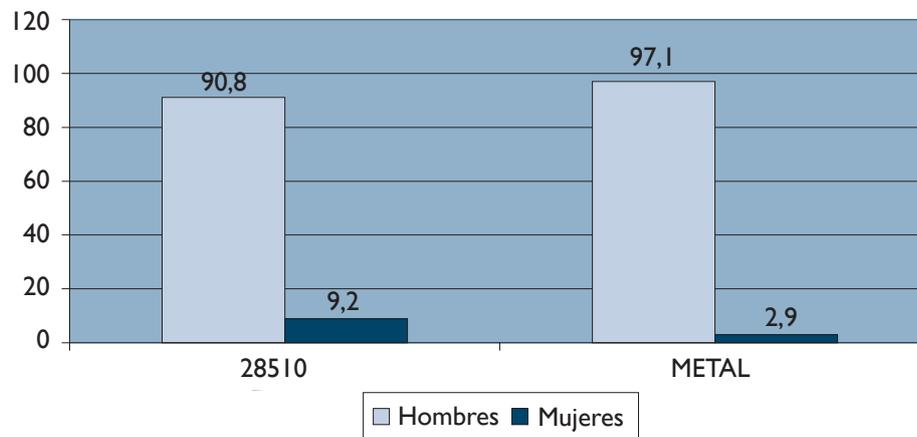
En general se observa que, para los casos estudiados, a mayor edad menor porcentaje de accidentados (Gráfica 10), siendo de destacar que los accidentados mayores de 50 años apenas suponen un 4,5% del total, mientras que los menores de 30 son aproximadamente el 57%.

La distribución de accidentes en relación con el sexo de los accidentados constata la poca presencia de mujeres en el sector metal mecánico (gráfica 11).

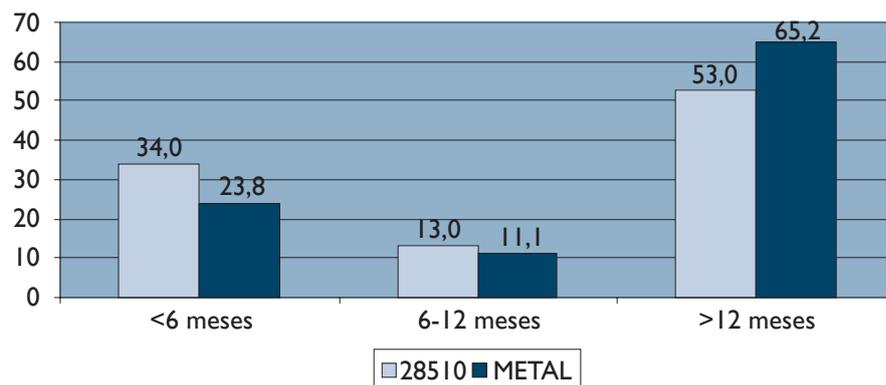
Gráfica 10
Edad de los accidentados (%)



Gráfica 11
Sexo de los accidentados (%)

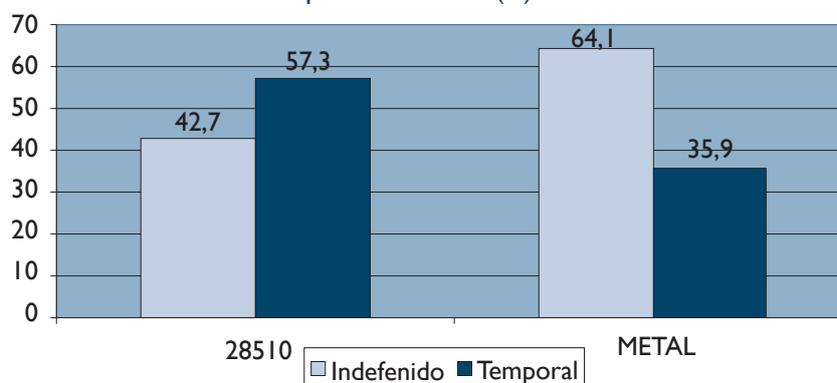


Gráfica 12
Antigüedad (%)



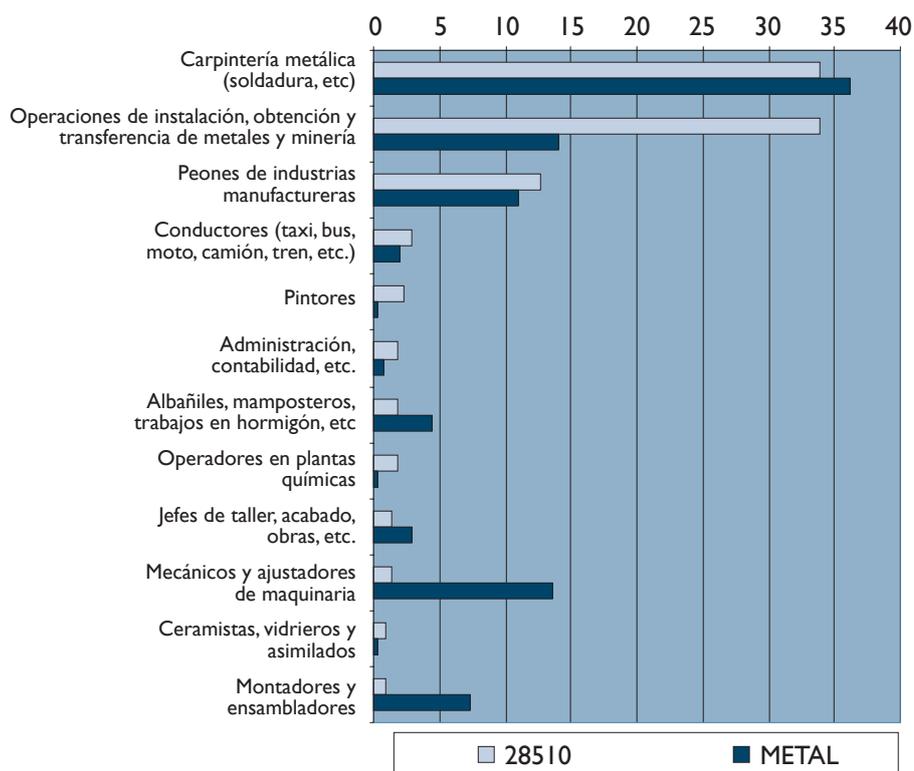
En la Gráfica 12 se presenta la siniestralidad según la antigüedad de los accidentados. Hay que destacar que los trabajadores accidentados con menos de un año de antigüedad representan casi el 50% para empresas con CNAE 28510 y sobre el 35% del global de las empresas del metal consideradas.

Gráfica 13
Tipo de contrato (%)



Según podemos observar en la gráfica 13, en la que se muestra la distribución de accidentes en función del tipo de contrato, hay una mayor incidencia de accidentados con contratos temporales (57,3%) en las empresas del CNAE 28510, mientras que en las empresas del metal (CNAE 27, 28 y 29) los accidentados son en general trabajadores con contrato indefinido (64,1%).

Gráfica 14
Ocupación 28510 vs Metal (%)



La gráfica 14 muestra la distribución porcentual de la ocupación de los trabajadores accidentados, pudiéndose observar que para el sector metal en su conjunto destaca la ocupación de operario de carpintería metálica, mientras que para empresas de tratamiento de superficies, además de dicha ocupación, destaca la de operario de instalaciones, obtención y transformación de metales. Los mecánicos y ajustadores de maquinaria son uno de los grupos en las empresas del metal con mayor número de accidentes.

Conclusiones

A través de lo anteriormente expuesto se podría hacer una caracterización del accidente de trabajo tipo, tanto en el sector metal en su conjunto (CNAE 27, 28, 29) como en el de tratamiento de superficies en particular (CNAE 28510). Es de destacar que del total de 14 parámetros considerados se aprecia una gran similitud si bien se observan diferencias en la ocupación, el tipo de contrato y el tipo de lesión.

1.- La siniestralidad en las empresas del sector metal es, en general, mucho mayor que la observada para el conjunto global de empresas, tanto a nivel nacional como para las asociadas a Unión de Mutuas, lo que ocurre igualmente con las empresas dedicadas al tratamiento de superficies, según los datos disponibles de empresas asociadas a Unión de Mutuas.

La evolución temporal de los índices de incidencia presenta, en general, una tendencia descendente en el período 2000 a 2005.

Se trata de sectores con alta accidentalidad en los que el riesgo de accidente es mayor que en el resto de empresas y similar al que se observa, por ejemplo, para el sector de la construcción.

2.- La duración media de las bajas para el sector metal en su conjunto es superior, aproximadamente en 4 días, a la duración de los accidentes de las empresas dedicadas al tratamiento de superficies en el conjunto de las empresas asociadas a Unión de Mutuas.

La duración media de los accidentes de empresas del sector metal es similar a la duración media del mismo sector a nivel nacional.

Si consideramos que la duración media está relacionada con la gravedad podríamos concluir en principio que, mientras los accidentes ocurridos en el sector metal son de gravedad similar a la media del total de actividades, los accidentes en empresas de tratamientos de superficies son menos graves que los ocurridos en las empresas del metal.

3.- El 50% de los accidentes en las empresas del subsector 28510 tiene lugar mientras se manejan objetos, mientras que en las empresas del metal destacan, además de éstos, los producidos en el manejo de herramientas y operaciones con máquinas.

Por otro lado, en torno al 45% de los accidentes en las empresas de tratamiento de superficies se produce como consecuencia de movimientos del cuerpo con esfuerzo físico.

Podemos concluir que aproximadamente el 50% de los accidentes tiene lugar realizando esfuerzos físicos mientras se manipulan objetos. Este porcentaje apunta a la necesidad de considerar los factores ergonómicos que definen los puestos de trabajo, como el peso de la carga manipulada o las posturas adoptadas durante la manipulación, y poder determinar así las exigencias físicas del puesto y las tareas, con el objeto de mejorar las condiciones ergonómicas en caso necesario.

4.- Los resultados porcentuales de la desviación en los accidentes arrojan que el 7,3% de éstos tiene que ver con el desbordamiento, vuelco, escape, derrame, etc. de productos, sustancias, etc.

Por otro lado, los accidentes con baja en los que se han visto involucradas directamente sustancias químicas han supuesto aproximadamente el 3% del total para empresas de tratamiento de superficies.

No obstante estos resultados, hay que destacar la necesidad de implantación de medidas preventivas relacionadas con el uso y manipulación de sustancias y productos químicos debido a la frecuente exposición a dichos productos, especialmente en empresas del CNAE 28510, para las que esta situación es más característica. Las medidas deberán abordarse desde distintos enfoques (técnicas, organizativas, formativas, etc.).

5.- Casi el 33% de los accidentes ocurridos en tratamiento de superficies tiene que ver con choques o golpes por objetos que están en movimiento, lo que parece estar vinculado al hecho de que en esta actividad tenga especial relevancia el movimiento manual y mecánico de material y el acondicionamiento de las zonas de paso y lugares de trabajo.

6.- En las empresas de tratamiento de superficies, las dislocaciones, esguinces y torceduras (62,2%) y las heridas y lesiones superficiales (30,1%) son las lesiones más frecuentes, afectando de manera especial a las extremidades superiores (33%) y a la espalda (29,3%), y en menor medida, aunque en un porcentaje significativo (13%) a la cara y los ojos, información que resulta coherente con la forma más habitual de producirse el accidente (movimiento del cuerpo con esfuerzo físico), e implicaría la necesidad de adoptar medidas orientadas a la mejora de las condiciones ergonómicas.

7.- Tanto en las empresas del metal como en las de tratamiento de superficies, aproximadamente el 50% de los accidentes afecta a trabajadores con menos de 30 años y casi el 40% tiene una antigüedad inferior a un año.

Estos resultados evidencian la gran importancia que tiene la formación en los riesgos y en las medidas preventivas asociadas, con carácter inicial y periódico, especialmente para los trabajadores que se incorporan por primera vez a este tipo de puestos de trabajo.

De lo anteriormente expuesto se desprende la necesidad de profundizar en el conocimiento de los procesos de tratamiento de superficies metálicas, tanto desde el punto de vista técnico como desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales, con objeto de controlar y mejorar las condiciones de trabajo, así como de facilitar formación e información útil a los trabajadores que desempeñan tareas en puestos afectados por tales procesos.

2 Planteamiento del estudio

2.1 Selección de procesos

Teniendo en cuenta que el objeto del presente proyecto es el desarrollo de un manual de buenas prácticas que mejore el conocimiento de los procesos de tratamiento de superficies metálicas y sus riesgos más significativos, resulta evidente la necesidad de determinar qué consideramos tratamiento de superficies y qué procesos pueden, en principio, incluirse bajo esta denominación.

Para la selección de los procesos se ha considerado, en una primera aproximación, aquellas actividades relacionadas con el sector metalmeccánico englobadas en las divisiones 27, 28 y 29 del CNAE 93, que incluyen empresas en las que en mayor o menor grado están presentes procesos de tratamiento de superficies que son necesarios para llevar a cabo su actividad productiva. Además, en el conjunto de empresas cuya actividad principal es el tratamiento y revestimiento de metales (CNAE 28510) no se desarrollan algunos de los procesos de tratamientos de superficies metálicas más extendidos en otras actividades del sector metal.

Entendemos por proceso de tratamiento de superficies aquel que incluye actividades que actúan sobre la superficie de piezas metálicas para conformar o modificar sus cualidades en función de los requerimientos previamente determinados para las mismas. Entre los resultados que se pretende alcanzar, podemos mencionar las características antioxidantes de la superficie tratada, la mejora de la resistencia a la corrosión, fines decorativos, preparación de piezas para procesos intermedios, conseguir características de aislamiento eléctrico, etc.

Debido a la gran variedad de operaciones relacionadas con el tratamiento de superficies que se realizan dentro de las empresas del sector metalmeccánico, se consideró oportuno dividir el estudio por procesos.

Estos procesos pueden clasificarse de diferentes formas. En función de su lugar en la cadena productiva se clasifican en procesos intermedios o de preparación y procesos de acabado. En virtud de la forma de actuar sobre la superficie se pueden clasificar en mecánicos, químicos, mecánico-químicos, y otros como pintado, secado, etc.

A la hora de seleccionar los procesos se priorizaron teniendo en cuenta la representatividad de los mismos en las empresas del sector metal, en particular de los que se desarrollan en las empresas cuya actividad principal es el tratamiento de superficies.

Ahora bien, existen procesos característicos de tratamiento y revestimiento de metales que por su especificidad y especialización tienen poca representación en lo relativo a número de empresas. Así, no han sido considerados en el presente proyecto, puesto que se estimó oportuno conjugar la representatividad de los procesos con su implantación en el mayor número posible de empresas.

Por otra parte, cada proceso puede presentar diferentes modos de aplicación, dando lugar a diferentes subprocesos de los que se han analizado las particularidades de mayor interés, tanto en la parte de descripción como en la parte de riesgos asociados.

Los procesos estudiados han sido los siguientes:

- Esmerilado / pulido / lijado
- Proyección en seco (chorreado / granallado)
- Vibración
- Decapado químico ácido
- Desengrase acuoso alcalino
- Desengrase al disolvente
- Recubrimientos metálicos (electrodeposición)
- Anodizado de aluminio
- Cromatizado
- Fosfatado
- Pintado (pintura líquida y en polvo)
- Secado

2.2 Diagnóstico inicial

Seleccionados los procesos, el siguiente paso fue lograr un mejor conocimiento de los mismos tanto técnicamente como en materia preventiva. Teniendo en cuenta que los procesos de tratamientos de superficie en general son una parte de la actividad productiva de un amplio número de empresas del sector metalmeccánico, se planteó una actuación desde un punto de vista global. Así pues, el modo de actuación consistió en visitar un conjunto de empresas que realizaban dentro de su actividad industrial algunos de los procesos de tratamiento de superficie anteriormente mencionados.

Las visitas se plantearon con el objetivo de:

- Conocer el estado de las empresas en materia de prevención de riesgos laborales.
- Analizar el tipo de gestión preventiva que llevan a cabo para detectar áreas de mejora.
- Profundizar en el conocimiento de las características particulares de los procesos, a través de su observación “in situ”.

Para ello, se elaboró un cuestionario que permitiera conocer el estado de las empresas a través de un diagnóstico de la situación general en materia de prevención, tratándose la actuación de la misma en áreas como:

- Gestión
- Lugares de trabajo
- Equipos de trabajo
- Sustancias químicas
- Incendio / explosión
- Condiciones ambientales físicas
- Instalaciones auxiliares con reglamentación específica.

El cuestionario se cumplimentó en las empresas con la participación de trabajadores con funciones en materia de prevención, en general designados y delegados de prevención.

Para cada una de las áreas de actuación el cuestionario desarrolla una serie de criterios. A continuación se exponen los criterios contemplados para cada una de las áreas valoradas.

Criterios de gestión preventiva

Este apartado pretende evaluar la situación de la empresa en cuanto a la manera de organizarse para el desarrollo de la actividad preventiva.

Para ello el cuestionario valora, a través de diferentes criterios, los recursos destinados, las prioridades con respecto a otros aspectos empresariales, el planteamiento de objetivos y su seguimiento, y otros aspectos como la participación o el enfoque global de la actividad preventiva realizada por la empresa.

Los criterios incluidos en este área son:

- Asignación de responsabilidades (técnicas, de prevención, etc.) a todos los niveles
- Implicación (de la cadena de mandos, del personal, etc.) en la asunción de responsabilidades
- Previsión de recursos adecuados para la prevención
- Reconocimiento de los esfuerzos y logros en prevención
- Armonización prevención – productividad
- Atención a los diferentes riesgos
- Manifestación de la mejora continua de las condiciones de trabajo
- Orientación a resultados (verificación de las medidas)
- Buenas prácticas en la realización de las tareas
- Procedimientos coherentes de consulta
- Participación de los trabajadores, comunicación en materia de prevención de riesgos
- Planificación de la prevención
- Vigilancia de la salud (incluyendo al personal de nuevo ingreso)
- Formación (incluyendo al personal de nuevo ingreso)
- Documentación
- Coordinación de las políticas preventivas: subcontratas / ETT / autónomos
- Trabajadores de especial significación: menores, embarazadas o en estado de lactancia, sensibles.

Criterios de práctica preventiva

Por otro lado, el cuestionario contempla una serie de criterios a través de los que pretende valorar la puesta en práctica por parte de la empresa de actividades preventivas en materias específicas.

A continuación se relacionan las áreas contempladas con sus criterios correspondientes.

Lugares de trabajo

- Orden y limpieza
- Vías de circulación
- Locales de descanso
- Vestuarios y aseos
- Material de primeros auxilios
- Señalización (señales, adhesivos, carteles, planos de ubicación, marcado en el suelo, etc.).

Equipos de trabajo

- Adquisición de maquinaria nueva
- Adquisición de maquinaria de segunda mano fabricada antes de 1995
- Inventario
- Instrucciones de uso
- Mantenimiento
- Adecuación
- Control de la empresa sobre las condiciones de uso de los equipos
- Puesta en marcha de los equipos
- Autorización de uso
- Accidentalidad en equipos.

Sustancias químicas

- Etiquetado
- Fichas de seguridad
- Almacenamiento y manipulación
- Condiciones ambientales
- Equipos de protección individual (EPI)
- Actuación en caso de emergencia / accidente
- Señalización
- Hábitos y usos.

Incendio / explosión

- Actuación preventiva
- Instalación contra incendios
- Plan de emergencia.

Condiciones ambientales físicas

- Control del ruido
- Control de otras condiciones: iluminación, temperatura, humedad, etc.

Instalaciones auxiliares con reglamentación específica (eléctrica, gas, aire comprimido, etc.)

- Control documental
- Mantenimiento.

Para cada uno de los criterios el cuestionario propone diferentes niveles de calificación a través de los cuales se determina el cumplimiento o adecuación mediante la selección de una de esas opciones, ordenadas de menor a mayor grado.

El cuestionario (incluido en anexo al presente trabajo) puede ser una herramienta muy útil para que la empresa pueda hacer una valoración o autoevaluación de su estado de desarrollo de gestión y práctica de actividades preventivas, pudiendo detectar sus puntos críticos y determinar áreas de mejora en las que poder implantar buenas prácticas en materia preventiva.

2.3 Resultados y conclusiones

Para cada una de las empresas en las que se cumplimentó el cuestionario se elaboró un informe específico en el que se presentaba los resultados estructurados en dos grupos. Por un lado, sus puntos fuertes, en los que se reconocía las buenas prácticas llevadas a cabo por la empresa y se potenciaba este comportamiento con objeto que se reconociera y mantuviera. Por otro lado, se señalaban los puntos débiles detectados y se daban indicaciones de cómo mejorar las áreas afectadas para convertir los puntos débiles en fuertes.

Analizando los resultados obtenidos de los cuestionarios cumplimentados, se observan resultados coincidentes en determinadas áreas susceptibles de mejora. Dichas áreas son las siguientes:

- La previsión de recursos, planificación. Se ha detectado que las empresas, en general, ponen en marcha medidas preventivas mientras tienen recursos, pero sin una planificación previa en la que se prioricen las acciones, de tal forma que puede ocurrir que una actuación importante se quede sin realizar por falta de previsión.
- La orientación a resultados. No es práctica habitual realizar controles periódicos sobre las condiciones de trabajo en materia de prevención (como, por ejemplo, el orden y limpieza, el estado de instalaciones y equipos, condiciones ambientales, etc.) lo que supone un conocimiento insuficiente del estado de tales condiciones, que pueden ser variables con el paso del tiempo. Además, esta falta de vigilancia sobre las condiciones existentes supone una deficiencia en el control de los resultados obtenidos de las acciones llevadas a cabo. En particular se observa una falta de seguimiento de la implantación de las acciones correctoras procedentes de las investigaciones de accidentes y de los resultados de tales medidas.
- Conocimiento y control de las condiciones físicas ambientales. Se observa un control periódico de las condiciones ambientales de ruido en los puestos de trabajo. Se aprecia, sin embargo, una incidencia menor en el conocimiento y control de otras condiciones físicas como son la iluminación, la temperatura y humedad, y las vibraciones.
- Formación. Se ha detectado que se imparte formación a los trabajadores en materia de prevención, si bien ésta suele incidir más en aspectos de carácter general, siendo menos frecuentes las actividades de formación con contenido específico en los procesos y los riesgos de cada actividad. Por otra parte, se observa la presencia de trabajadores con formación que les capacita para asumir funciones de nivel básico en prevención de riesgos laborales según especifica el Reglamento de los Servicios de Prevención, Real Decreto 39/1997 y sus posteriores modificaciones. Esta formación resulta necesaria para llevar a cabo de forma más efectiva actividades preventivas en la empresa, entre ellas las de seguimiento y control de las condiciones de trabajo y en particular, la promoción del orden, la limpieza, la señalización y el mantenimiento general.
- Instrucciones de uso, control de las condiciones de uso de los equipos, tanto de trabajo como de protección individual. Generalmente las instrucciones de uso se proporcionan a los trabajadores a través de una formación oral impartida por personal con experiencia en las tareas a realizar, aunque no se formaliza ni registra. En el caso de disponer de manuales, éstos son la referencia obligada para conocer el funcionamiento de los equipos, siendo además importante las instrucciones que se puedan

proporcionar en referencia a cómo realizar correctamente la tarea.

No obstante lo anterior se observa poco seguimiento del modo correcto de utilización de los equipos y/o realización correcta de las tareas (trabajar dentro los parámetros correctos, disponer las protecciones en su sitio, utilizar los equipos de protección individual, etc.). Dicho seguimiento es poco sistemático y generalmente poco documentado.

- Implicación personal, reconocimiento de esfuerzos. Las empresas suelen recibir con interés las sugerencias de los trabajadores y las actitudes positivas ante temas de seguridad. Sin embargo, aunque internamente la empresa reconozca este interés, en muy pocas ocasiones es percibido claramente por los trabajadores. Básicamente esta percepción se debe a la falta de canales adecuados de respuesta que permitan reconocer las propuestas, las actitudes participativas y los logros de los trabajadores.
- La coordinación de políticas preventivas con empresas subcontratadas suele centrarse en el intercambio documental de información.

Las conclusiones anteriores han sido útiles para seleccionar contenidos a tener en cuenta en el manual de buenas prácticas para fortalecer aquellas áreas débiles que han aparecido como prioritarias. En función de lo expuesto, la estructura del manual de buenas prácticas incluye:

- Información técnica de los procesos, para conocer las fases, métodos, equipos y factores que caracterizan a los mismos.
- Información sobre los riesgos más significativos y las medidas de prevención en cada uno de los procesos.
- Herramientas que permitan proporcionar información, llevar a cabo actividades formativas específicas y realizar controles periódicos de las condiciones de trabajo.

El manual pretende establecer criterios de referencia en los aspectos de mayor interés en materia de prevención en relación con los procesos estudiados.

Estos criterios permiten determinar la adecuación o no de los procedimientos de trabajo, comparando la situación existente con las pautas preestablecidas.

El tener criterios de referencia sirve además para realizar tareas de control de las prácticas en un determinado proceso, detectar desviaciones con respecto a lo esperado o deseable, y realizar mejoras.

En ningún caso la documentación generada ha sido elaborada para sustituir a la evaluación de riesgos laborales de los puestos de trabajo, sino para facilitar la ejecución de actividades preventivas necesarias para la integración de la prevención en la empresa.

Introducción al manual de buenas prácticas

Este estudio se ha planteado como una herramienta para implantar buenas prácticas en las empresas que desarrollen procesos relacionados con el tratamiento de superficies metálicas, facilitándoles el establecimiento de pautas para mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

Cabe destacar que la herramienta es específica para empresas que dispongan de procesos relacionados con el tratamiento de superficies metálicas. Se ha establecido una clasificación en grandes familias de procesos que en esquema serían los siguientes:

ETAPA PREPROCESO

- Tratamientos mecánicos
 - . Esmerilado / pulido
 - . Chorreado
 - . Vibrado
- Tratamientos químicos
 - . Decapado
 - . Desengrase
 - Acuoso
 - Disolvente

ETAPA POSTPROCESO / ACABADO

- Baños electrolíticos
 - . Recubrimientos metálicos
 - . Anodizado de aluminio
- Conversiones químicas
 - . Cromatizado
 - . Fosfatado

PINTURA

- . Pintura líquida
- . Pintura en polvo

OTROS

- . Secado (etapa final).

Debido a la imposibilidad de tratar todos los procesos existentes en empresas del sector de tratamiento de superficies metálicas, hubo que hacer una selección, atendiendo al grado de implantación de los mismos en empresas de la Comunidad Valenciana en particular, y de España en general.

Por otra parte, cada proceso puede presentar diferentes modos de aplicación, dando lugar a diferentes subprocesos, de los que se ha considerado las particularidades de mayor interés, tanto en la descripción como en los riesgos asociados.

La herramienta se ha dividido en tres grandes bloques. Por una parte se presenta la información descriptiva sobre el proceso, que está compuesta por varios subapartados: descripción técnica, tareas, riesgos asociados y medidas preventivas. El siguiente bloque consiste en una ficha informativa por proceso. El tercer bloque es un cuestionario de autoevaluación.

Información sobre el proceso

Este bloque es el más descriptivo de la herramienta. Incluye una descripción de cada proceso, indicando su finalidad, los métodos de aplicación, el equipamiento más común, los productos químicos utilizados, los parámetros críticos e información que pueda resultar de interés.

Para poder determinar los riesgos asociados a cada proceso, éstos han sido subdivididos por tareas (por ejemplo: fijación de piezas en bastidores / bombos, mantenimiento, formulación del baño, etc.), enumerando los riesgos significativos más comunes que presenta cada tarea.

Posteriormente se analizan con detalle para cada proceso los riesgos más significativos, destacando las causas o desviaciones que originan su aparición, y proponiendo una serie de medidas preventivas a adoptar por parte de empresa y trabajadores.

Ficha informativa de proceso

Para cada proceso se ha elaborado una ficha que recoge la información más destacable y recomendaciones sobre el mismo en relación con la seguridad y salud.

Uno de los objetivos que se pretenden con la utilización de las fichas es que se disponga en las inmediaciones del proceso de información básica por lo que respecta a buenas prácticas, de forma que el trabajador pueda desempeñar su trabajo cotidiano de forma más segura.

Otro aspecto fundamental de las fichas es que, junto con los cuestionarios, pueden servir para que la empresa evalúe el estado de sus equipos e instalaciones y adopte las medidas que procedan para la mejora de la seguridad de los trabajadores. No obstante, debe tenerse presente que las fichas han de ser usadas conjuntamente con el resto de documentos y procedimientos que afectan a la seguridad.

En la primera parte de cada ficha se describen los procesos y los aspectos fundamentales a tener en cuenta por los trabajadores para trabajar de forma segura. La ficha ha sido concebida para que sea utilizada por los trabajadores del sector, como fuente de información sobre buenas prácticas en el lugar de trabajo.

Los aspectos tratados en la primera parte de las fichas de seguridad (orientada a los trabajadores) son los siguientes:

- Definición: se realiza una breve descripción de cada proceso, acompañándola de una imagen representativa.
- Productos químicos: se indica, de manera resumida, cuáles son los productos químicos utilizados más comunes en el proceso.
- Equipos de protección individual: debido al gran número de diferentes tareas que pueden darse en cada proceso, se estimó oportuno realizar una distinción entre aquellos equipos de protección individual que deben llevarse de continuo y aquellos que deben ser utilizados cuando el riesgo se encuentre presente. También se deberá tener en cuenta que esta enumeración de equipos de protección no puede ser exhaustiva, debido a la enorme cantidad de subprocesos que pueden existir.
- Obligaciones: se enumeran obligaciones básicas que debe tener presente el trabajador para un trabajo seguro.
- Prohibiciones: se indican las principales acciones prohibidas por motivos seguridad y salud.
- Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje: se destacan aspectos que afectan al trabajador por lo que respecta a almacenamiento de productos y materias primas que intervienen en el proceso.

Las siguientes partes de la ficha van orientadas a los técnicos de calidad / prevención / producción. En ellas se recogen aspectos relacionados con la disposición del puesto de trabajo, las instalaciones, los elementos auxiliares... Dichos aspectos no dependen del trabajador, por lo que las medidas preventivas deberán ser llevadas a cabo por la empresa. Se distinguen:

- Riesgos: se enumeran los riesgos más significativos que pueden producirse durante el proceso.
- Origen / causa: de manera informativa se dan algunas causas por las que cada riesgo se puede producir.
- Tareas: se indican las tareas durante las cuales es más probable que se produzcan los riesgos.
- Medidas preventivas: se enumeran las medidas preventivas que pueden o deben ser llevadas a cabo por parte de las empresas.

Puesto que puede haber grandes variaciones entre cada proceso dependiendo del tipo de empresa, las fichas pueden ser ampliadas por parte de técnicos de la empresa, para adaptarlas a cada subproceso concreto.

Cuestionarios por proceso

Además de las fichas por proceso, se ha estimado conveniente la elaboración de un cuestionario de detección de riesgos para cada proceso. El objetivo de dichos cuestionarios consiste en proporcionar a las empresas del sector una serie de ítems fácilmente constatables, para que puedan detectar situaciones mejorables en relación con los siguientes aspectos:

- Lugares de trabajo
- Equipos de trabajo / instalaciones
- Sustancias químicas
- Incendio / explosión
- Condiciones ambientales
- Equipos de protección individual
- Carga física
- Almacenamiento.

Cada cuestionario se ha centrado especialmente en los factores críticos que afectan a cada proceso estudiado, sin descuidar los aspectos generales aplicables a todos los procesos. Como resultado se han obtenido cuestionarios completos que permitirán a las empresas del sector saber cuáles son sus puntos fuertes y puntos de mejora por lo que respecta a cada proceso. Así, se dispondrá de información objetiva para conocer el estado de las instalaciones por lo que respecta a seguridad y salud y proponer soluciones a las carencias detectadas.



Esmerilado / pulido

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

1.- Proceso de esmerilado / pulido

- Muelas
- Cintas
- Pastas de pulir
- Abrasivos tridimensionales

2.- Equipo utilizado

- Esmerilado / pulido de superficies planas mediante procesos automáticos
- Esmerilado / pulido de superficies cilíndricas

3.- Factores que intervienen en el proceso

4.- Tareas relacionadas con el esmerilado / pulido

- Verificación de abrasivos
- Montaje de la muela / banda abrasiva / disco de pulir
- Proceso con abrasivos

5.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

- Proyección de la pieza a desbastar por sujeción incorrecta de la misma
- Proyección por rotura de la muela o banda abrasiva por mal estado de las mismas
- Proyección por rotura de la muela / banda abrasiva / disco de pulir por deficiente montaje
- Proyección por rotura de la muela / banda abrasiva relacionada con una mala utilización del equipo
- Proyección y contacto con polvo metálico, abrasivos, gránulos
- Contacto mecánico (abrasión / atrapamiento) con la muela / banda abrasiva
- Atrapamiento a la entrada de alimentación
- Atrapamiento con elementos de transmisión
- Contactos mecánicos, golpes, atrapamiento por acceso al interior de la instalación con elementos mecánicos en movimiento
- Posturas forzadas y movimientos repetitivos en la tarea de esmerilado, pulido o lijado manual
- Contacto eléctrico
- Incendio
- Inhalación de polvo metálico y polvo fino de material abrasivo
- Exposición al ruido
- Vibraciones

6.- Bibliografía

FICHA INFORMATIVA
FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de esmerilado / pulido

El esmerilado / pulido tiene como objeto el alisamiento de superficies rugosas hasta la obtención de superficies más planas, más precisas y más uniformes.

El esmerilado pretende suprimir las asperezas macroscópicas más irregulares. Se elimina la materia en función del tamaño, de la dureza y del ligante del abrasivo. El pulido tiene por objeto la eliminación microscópica con la finalidad de obtener una superficie alisada y uniforme, proporcionando a su vez brillo.

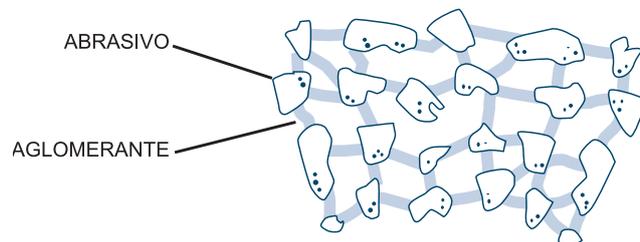
Se puede considerar que no hay diferencia entre el esmerilado y el pulido si se considera el pulido como una fase de esmerilado trabajando dentro del dominio submicroscópico. Sin embargo, según otro punto de vista, no se elimina materia en el proceso de pulido, sino que se realiza simplemente un proceso de nivelación. Debido a la presión de los granos pulidores, unida a la elevación de temperatura, se produce una fusión y una fluencia de la capa superior.

Para que la acción del abrasivo sea efectiva, el mineral debe encontrarse enlazado a un soporte o solución que favorezca y optimice el proceso de esmerilado / pulido. Según la disposición del abrasivo podemos encontrar:

- Muelas
- Cintas abrasivas
- Pastas de pulir
- Abrasivos tridimensionales

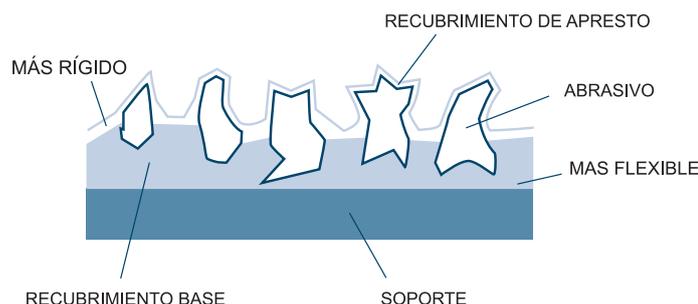
Muelas

Una muela está formada por granos individuales de abrasivos que se encuentran enlazados entre sí de forma rígida por pilares de aglomerante.



Cintas abrasivas

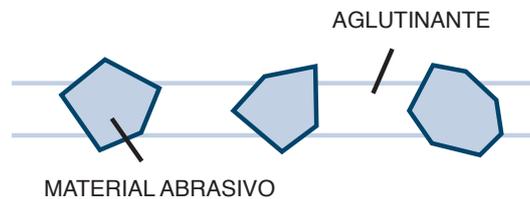
Una cinta abrasiva está formada por granos de abrasivos situados sobre un soporte flexible, que puede ser tela o papel. La unión del abrasivo con el soporte se realiza por medio de un adhesivo o recubrimiento base y, a su vez, los granos de abrasivo están recubiertos por una segunda capa denominada recubrimiento de apresto.



Pasta de pulir

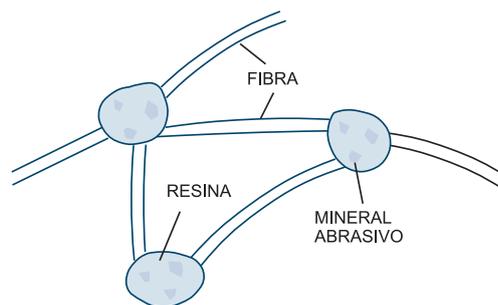
Las pastas abrasivas están constituidas por abrasivos de grano muy fino mezclados con un aglutinante, como grasas o ceras, que se encargan de mantener el abrasivo aglutinado y facilitan la lubricación entre la pieza y el abrasivo. Pueden encontrarse en forma sólida o líquida por medio de una emulsión acuosa.

Estos agentes pulidores se aplican a soportes rotativos formados por discos de tejidos naturales (algodón o sisal) denominados “trapos”. Los trapos facilitan el reparto uniforme de la pasta de pulir sobre la pieza.



Abrasivos tridimensionales

Los abrasivos tridimensionales están fabricados en tres materiales básicos: fibra, resina y material abrasivo. Las fibras se encuentran formando una red tridimensional uniforme y están enlazadas entre sí por bolas de resina. En la superficie de la resina se localizan los granos de mineral abrasivo.



Los abrasivos son, fundamentalmente, material angular más o menos duro que eliminan en un lapso mínimo de tiempo una cantidad de material de la superficie metálica y determinan una profundidad de rugosidad para el proceso posterior de pulido. A mayor grosor del abrasivo, mayor será la profundidad de rugosidad.

Los abrasivos más utilizados son la piedra pómez, el esmeril natural, el corindón artificial y electrocorindón, y el carburo de silicio.

2 Equipo utilizado

El proceso puede realizarse de forma manual, semiautomática o automática. Entre las lijadoras y pulidoras más extendidas podemos encontrar:

- Lijadoras o pulidoras de pedestal sobre cuyos ejes se monta el disco de pulir a base de tela o cinta de lija. Su aplicación es normalmente manual en lo referente a la sujeción de la pieza.
- Lijadoras o pulidoras semiautomáticas o automáticas (planas, pulidoras o lijadoras de cantos, etc.) en las que se monta la pieza sobre un utillaje y ésta es sometida al proceso de esmerilado / pulido por diferentes partes, según ciclos repetidos.

Los equipos son completamente diferentes dependiendo de la forma de la superficie a tratar. Cabe distinguir entre procesos manuales y automáticos. En los procesos manuales la pieza es soportada por el operario, que aplica una presión de la superficie de la pieza sobre el abrasivo en movimiento rotativo según

proceso y adaptando el movimiento de la presión en función de la morfología de la pieza. En los procesos automáticos el operario coloca las piezas sobre el equipo, bien en una cinta transportadora o bien fijada a la bancada por medio de un soporte.

Esmerilado / pulido de superficies planas mediante procesos automáticos

Los tratamientos automáticos mecánicos de piezas con superficies planas se suelen realizar en máquinas con bancada horizontal. Para ello la pieza a pulir se dispone sobre la bancada y ésta avanza hasta el elemento abrasivo, dispuesto en una cinta o trapo, que presenta un movimiento rotativo a gran velocidad. Este tipo de máquinas se clasifican en función del movimiento continuo u oscilante de la bancada.

Bancada horizontal continua

La bancada presenta un movimiento lineal continuo. Este tipo de máquinas dispone normalmente de una cinta transportadora donde se sitúan las piezas de forma libre para el esmerilado, mientras que para el pulido la pieza se sujeta y es el disco el que presenta movimiento rotativo y lineal.

Bancada horizontal oscilante

Se caracteriza por presentar un movimiento oscilante del cabezal. La pieza se encuentra fijada a la bancada por medio de un soporte que evita el deslizamiento de la pieza durante el esmerilado / pulido.

Esmerilado / pulido de superficies cilíndricas

Las piezas con geometría cilíndrica son pulidas en máquinas denominadas “descéntricas”, ya que las piezas realizan un movimiento lineal en función de la presión y ángulo ejercido por un rodillo guía que ejerce una presión descéntrica sobre la superficie de la pieza contra el cabezal en movimiento rotativo.

3 Factores que intervienen en el proceso

El proceso de esmerilado / pulido depende de un número muy importante de factores. Éstos pueden tener su origen tanto en el abrasivo como en el entorno del mismo (máquina y dispositivos afines).

- Dureza del abrasivo: la dureza se aprecia por comparación con otros materiales más o menos duros. El mineral abrasivo debe ser más duro que el material a tratar, de forma que pueda penetrar en la superficie. La escala de dureza más empleada es la escala Mohs.
- Tenacidad y friabilidad: el abrasivo debe ser lo suficientemente tenaz para resistir la fricción sobre la superficie metálica y las presiones generadas durante el proceso, y lo suficientemente friable para fracturarse y exponer nuevos filos de corte.
- Tamaño de grano: el tamaño de grano determina, entre otros factores, el acabado final de la superficie del material a pulir. Esta propiedad se determina por medio de una serie de tamices normalizados.
- Estructura: se puede distinguir entre estructuras abiertas y estructuras cerradas, indicando la proximidad de los granos de abrasivos sobre el soporte. La distribución abierta se utiliza fundamentalmente para materiales blandos, mientras que la distribución cerrada se usa sobre todo para materiales duros y en operaciones que requieran una gran eliminación de material.
- Tratamiento: es una operación que consiste en recubrir el material abrasivo con una sustancia no abrasiva que modifica el comportamiento en el proceso, retardando el embozado del abrasivo.
- Ruedas de contacto: la rueda de contacto es un factor clave en la eliminación del material por unidad de tiempo, vida de la cinta y coste de operación. La rueda de contacto es una polea recubierta de un cilindro exterior de material flexible (caucho); soporta la cinta abrasiva y proporciona una base elástica capaz de adaptarse al contorno de la pieza.



- Velocidad de corte o tangencial: la velocidad de la cinta determinará la velocidad de desgaste y acabado de la pieza.
- Velocidad de avance de las piezas: a velocidades de avance bajas (periodos de contacto muy prolongados) se produce una elevación de temperatura sobre la pieza que provoca diversos defectos superficiales.
- Presión: influye en la profundidad de corte del abrasivo en la pieza. Es importante que el abrasivo penetre en la pieza con una presión constante, ya que variaciones de presión pueden producir acabados de mala calidad. A mayor necesidad de eliminación de material, las presiones deberán ser más elevadas. También influye en el desgaste del abrasivo por sobrepresiones.

4 Tareas relacionadas con el esmerilado/pulido

Se distinguen tres operaciones básicas durante el proceso abrasivo:

- 1- Verificación de abrasivos
- 2- Montaje de la muela / banda abrasiva / disco de pulir
- 3- Proceso con abrasivos

Verificación de muelas / discos / bandas

Comprende todas las acciones de revisión inicial de los abrasivos que se deben realizar antes del montaje.

Montaje de la muela / banda abrasiva / disco de pulir

En esta tarea se han incluido todas las operaciones relacionadas con el reglaje y montaje inicial de la muela / banda abrasiva / disco de pulir. También se incluyen las operaciones de mantenimiento.

Proceso con abrasivos

Engloba todas las acciones relacionadas con el proceso de pulido / esmerilado propiamente dicho.

Dentro de los procesos de esmerilado, lijado o pulido, nos podremos encontrar una serie de variantes y configuraciones en función de las características propias de cada máquina y de la instalación. Por ello se presentan indicaciones y recomendaciones que puedan abarcar el mayor número de situaciones posibles y que sirvan de guía para afrontar las condiciones de seguridad del proceso y permitan abrir el camino para detectar anomalías concretas en cada caso.



5 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Proyección de la pieza a desbastar por sujeción incorrecta de la misma

Cuando se esmerila o pule existe el riesgo de que las piezas salgan despedidas debido a posibles enganches con partes móviles del equipo. Esto comporta un riesgo evidente de impacto de la pieza en el cuerpo del operario, con la posibilidad de causar heridas.

Siempre que sea posible, es conveniente la elección de equipos que permitan la sujeción mecánica de la pieza, en los que se deberá asegurar una correcta fijación de la misma para evitar proyecciones. La existencia de equipos con tales sistemas de fijación proporciona mayor seguridad. Otra posible medida preventiva consiste en la automatización del proceso, dependiendo del tamaño y forma de las piezas a pulir.

Para el esmerilado / lijado manual, la pieza a tratar se deberá colocar por debajo de la mitad inferior de la muela. Así, si la pieza resbalara o tropezara, la muela / disco la alejaría del trabajador. El trabajador deberá situar la mano de forma que se pueda soltar inmediatamente la pieza en caso de que ésta resbalara o tropezara contra la muela.

Hay que evitar la presión excesiva de la muela o banda sobre la pieza a trabajar. Si se observa que la muela o banda quema la pieza es señal de que la presión ejercida es excesiva.

Debe evitarse esmerilar empleando las caras laterales de una muela plana. Para este tipo de esmerilado deben utilizarse muelas de copa.

Evitar la flexión del eje por exceso de presión entre la muela y la pieza a trabajar.

Se debe inspeccionar el área de trabajo para sacar todo objeto suelto que se encuentre en las proximidades del equipo ya que podría salir proyectado al ponerlo en marcha.

Proyección por rotura de la muela o banda abrasiva por mal estado de las mismas

La utilización de muelas o bandas abrasivas en mal estado puede producir rotura de las mismas y las consecuentes proyecciones durante el funcionamiento del equipo.

Una de las causas principales de rotura de las muelas / bandas abrasivas o discos se relaciona con un almacenamiento inadecuado. Así, un disco abrasivo o banda inadecuadamente almacenado puede perder su forma, engancharse con la pieza y romperse.

Es necesaria una manipulación cuidadosa, evitando golpes que puedan provocar desconches o microfisuras, que irán en detrimento de la resistencia del disco / banda / muela.

Para minimizar los riesgos relacionados con la proyección por una rotura de la banda / disco / muela, el almacenamiento y manejo de las mismas debe respetar las instrucciones indicadas por el fabricante. Como orientación general, las bandas abrasivas, las muelas y los discos se deben almacenar entre los 15 y 25° C, con un intervalo del 45% - 65% de humedad relativa. Deben ser almacenados al menos a 10 cm de la superficie de suelos de cemento, alejados de ventanas abiertas, lejos de la radiación solar directa y de fuentes de calor tales como radiadores, cañerías de calefacción y aires acondicionados.

Las muelas / bandas abrasivas / discos de pulir deben protegerse de la exposición al agua u otros fluidos.

Deben seguirse, en todo momento, las instrucciones suministradas por el fabricante del abrasivo.

Se deben almacenar las muelas / discos / bandas en su envase original. En ningún caso se debe utilizar material abrasivo dañado. Hay que evitar dejar caer o dañar el embalaje, y se debe disponer lejos de lugares de paso en los que pueda sufrir golpes, especialmente por equipos o vehículos de manutención. No obstante el cumplimiento de las condiciones de almacenamiento antes indicadas, el material utilizado debe verificarse previamente a su montaje sobre el equipo.

Por lo que respecta a la verificación de los abrasivos, será necesario una comprobación visual del embalaje y del abrasivo en su recepción. En el caso de utilizar muelas, debe realizarse una comprobación de marcaje de la muela, r.p.m. y velocidad periférica en m/s (para lo que se puede utilizar un tacómetro). Además, antes del montaje será necesario una verificación del estado de la muela con el objeto de detectar posibles fisuras, grietas, etc. y realizar una prueba o ensayo de sonido.

Ensayo de sonido

- 1- Muelas de poco peso se suspenden por el agujero con una pieza metálica o con el dedo, y muelas más grandes descansarán verticalmente sobre un suelo duro y limpio.
- 2- Golpear suavemente las muelas a unos 45° a ambos lados de la vertical del centro y a unos 25 ó 50 mm de la periférica.
- 3- Girar seguidamente la muela a 45° y ensayar de nuevo.

Para hacer el ensayo las muelas deben estar secas y exentas de serrín. Una muela sana e intacta dará un sonido claro y metálico; en cambio, si está agrietada el sonido será mate.

Las muelas de aglomerante orgánico no emiten el mismo sonido, claro y metálico, que las muelas vitrificadas y de silicato.

Es necesaria una manipulación cuidadosa, evitando golpes que puedan provocar desconches o microfisuras, las cuales irán en detrimento de la resistencia de la muela.

Por lo que respecta a la verificación de bandas de lijado o discos de pulido será necesario una inspección visual del embalaje y del abrasivo y su soporte, comprobando que no aparezcan desgarros, cortes, hilos sueltos, etc.

Proyección por rotura de la muela / banda abrasiva / disco de pulir por deficiente montaje

Debido a un deficiente montaje de la muela / banda abrasiva / disco de pulir, durante el uso (bien en la fase de reglaje o la de producción) puede producirse la proyección de fragmentos de la misma.

El montaje de las muelas / bandas abrasivas / discos de pulir deberá realizarse por personal especializado, por ser una de las operaciones básicas para garantizar la seguridad en la esmeriladora.

Se deberán seguir las instrucciones de uso del fabricante de la máquina. Nunca utilice una muela, disco o banda abrasiva en una máquina “no familiar” sin obtener y seguir las instrucciones del fabricante.

Será necesario la verificación de platos, anillos separadores, etc., en cuanto a planitud, diámetros, coronas de apriete, ángulos de inclinación, paralelismo, posibles rebordes o virutas, etc., y se deberán limpiar todos los elementos.

Realizar una limpieza del agujero de la muela y efectuar un correcto posicionamiento de la misma, de modo que pueda entrar libre en el eje de manera no forzada. El montaje se debe realizar de manera cuidadosa, evitando cualquier golpe sobre elementos rígidos que puedan dañar la herramienta de pulir.

El montaje del conjunto en la esmeriladora se debe realizar de manera cuidadosa, evitando cualquier golpe sobre elementos rígidos que puedan dañar e incluso romper la muela / banda / disco.

Durante el montaje de muelas habrá que comprobar que:

- El eje es el adecuado.
- Los platillos de sujeción están bien planos.
- El diámetro de sujeción de los platillos está de acuerdo con el de la muela.
- El platillo fijo está bien sujeto.
- La muela se coloca libremente en el eje, sin forzarla.
- Las etiquetas (secantes) se intercalan correctamente entre la muela y los platillos de sujeción.
- La fijación de la muela está bien bloqueada.

Todas las muelas / bandas / discos nuevos deben girar a la velocidad de trabajo durante un mínimo de tres minutos durante los cuales nadie se deberá colocar delante de los mismos.

Un parámetro a considerar en el montaje de bandas o cintas para lijado es la tensión de montaje, que de ser excesiva puede originar su rotura, produciendo golpes o laceraciones sobre el trabajador por efecto látigo.

Proyección por rotura de la muela / banda abrasiva relacionada con una mala utilización del equipo

Tal y como se ha comentado en puntos anteriores, el riesgo de proyección de la muela / banda abrasiva / disco de pulir por su rotura puede venir producido por una deficiente realización de las tareas anteriores de verificación y montaje, así como por un mal estado de los mismos. Sin embargo, durante la tarea propia de esmerilado / pulido habrá que tener en cuenta también los riesgos de proyección derivados de una mala utilización del equipo.

Será necesario la correcta elección de los discos / bandas / muelas adecuadas al material a tratar y un aspecto fundamental será el respetar la velocidad máxima de trabajo de la muela.

La velocidad máxima marcada sobre la muela no debe jamás sobrepasarse y es necesario un control periódico de las revoluciones del eje porta-muelas. En este sentido habrá que adecuar la velocidad de la muela al estado de desgaste de la misma.

Debe consultarse con el suministrador de la muela, disco o banda la información relativa a las velocidades que deben ser utilizadas en función del tipo de material a lijar / esmerilar.

Se debe comprobar la velocidad marcada en el abrasivo, que debe ser igual o menor que la velocidad real de la máquina. Hay que comprobar la velocidad real de la máquina con un tacómetro u otro dispositivo capaz de medir la velocidad antes de montar la muela. La velocidad máxima marcada sobre la muela no debe jamás sobrepasarse, debiendo hacerse un control periódico de las revoluciones del eje porta-muelas. En este sentido habrá que adecuar la velocidad de rotación al estado de desgaste de la muela.

Durante el esmerilado, la pieza no debe forzarse contra una muela fría, sino aplicarse gradualmente para que de este modo la muela pueda calentarse paulatinamente disminuyendo el riesgo de rotura. Asimismo, hay que realizar el contacto de las piezas con la muela de una manera suave, evitando cualquier choque brusco.

Se debe asegurar que la muela, disco de pulir o banda abrasiva se encuentra resguardada por una cubierta metálica. Esta cubierta debe ser capaz de confinar las chispas, polvo y gases ocasionados durante el proceso. También debe proteger al operador en caso de rotura de muela / banda / disco.

Proyección y contacto con polvo metálico, abrasivos, gránulos

Debido a la no existencia o baja eficiencia de resguardos protectores y sistemas de ventilación adecuados, se pueden producir lesiones al entrar en contacto el polvo mecánico con los ojos o con otras partes del cuerpo.

La formación de polvo metálico de la pieza y la procedente de los abrasivos es algo intrínseco al proceso de esmerilado y lijado, y por ello es necesario una adecuada captación de dichas partículas mediante un sistema de extracción localizada. Tal medida debe complementarse con el uso, por parte del trabajador, de equipos de protección personal como equipos de protección ocular, pantallas o gafas de seguridad, guantes y mandil de protección del cuerpo, complementariamente al uso habitual de calzado de seguridad para proteger frente a caída de piezas pesadas. La obligación del uso de tales equipos de protección deberá señalizarse claramente en el puesto de trabajo y/o en el propio equipo de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

En general, en relación con los riesgos de proyección de piezas o partículas, es condición necesaria de los equipos el que éstos dispongan de resguardos protectores



eficientes, que ante una eventual rotura de la muela, banda o disco, minimizan la posibilidad de proyección sobre el trabajador y el consecuente daño.

Es imprescindible que los resguardos del equipo se encuentren adecuadamente fijados a la máquina antes de cada puesta en marcha.

Contacto mecánico (abrasión / atrapamiento) con la muela / banda abrasiva

Durante el proceso de desbaste, especialmente con equipos que impliquen sujeción manual de la pieza, se pueden producir contactos directos de parte de las extremidades superiores (generalmente manos) con las partes móviles de la esmeriladora / pulidora, pudiendo deberse a maniobras inadvertidas del trabajador o una mala utilización del equipo. Este tipo de contactos puede causar cortes o abrasiones severas.



En caso de máquinas o equipos que impliquen sujeción manual de las piezas (como los equipos de pedestal), estos deberán disponer de resguardos de protección laterales que impidan el acceso a partes móviles giratorias para evitar los posibles riesgos de atrapamiento. También dispondrán de resguardos frontales de protección que cubran la mayor parte posible del disco / muela / banda, sin impedir o dificultar la realización del trabajo por parte del operario.

El operador debe evitar el contacto con el extremo de la muela / disco / banda. Para ello, debe situar la pieza de trabajo por debajo de la línea horizontal de la muela, disco o banda, cuando el giro se produce en dirección antihoraria.

Se deberán utilizar guantes de seguridad con características de resistencia mecánica adecuada. Este uso deberá señalizarse como obligatorio de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Se recomienda disponer de unas normas o instrucciones por escrito en las cuales se establezca la forma correcta de utilización del equipo, teniendo en cuenta las características de la pieza a procesar, la finalidad del trabajo sobre la misma, las características del equipo utilizado, etc.

Para evitar riesgos relacionados con una utilización incorrecta del equipo es fundamental que el trabajador encargado del proceso haya recibido la formación adecuada por lo que respecta a una utilización segura del equipo.

Se deberá revisar antes de la puesta en marcha y durante el funcionamiento del equipo el correcto estado de los resguardos mecánicos de protección, de forma que se minimice el riesgo derivado del contacto directo con partes móviles.

El trabajador no deberá utilizar elementos colgantes susceptibles de provocar un atrapamiento con elementos móviles del equipo, como ropa holgada, pulseras, cadenas, etc.

Atrapamiento a la entrada de alimentación

En máquinas o equipos automáticos o semiautomáticos, es habitual que la sujeción de las piezas no sea manual, y la alimentación de éstas al equipo se realice por el trabajador disponiéndolas sobre una cinta de transporte o fijándolas con herramientas o aprietes manuales sobre un utillaje específico.

En tal caso, puede existir riesgo de atrapamiento a la entrada de la zona de alimentación, debido a la interacción entre la parte móvil de entrada de piezas y la propia estructura o bancada del equipo en ausencia de sistemas de protección.

En el caso de que existan zonas con riesgo de atrapamiento, será necesario protegerlas con resguardos mecánicos o dispositivos de protección, dependiendo de la tipología de la máquina.

Una de las protecciones más habituales son los resguardos mecánicos asociados a dispositivos mecánicos de detección de presencia (tipo bordes sensibles a la presión) que detengan el movimiento peligroso al ser accionados.

Se señalará el riesgo de atrapamiento en los equipos en los que puede haber un acceso (incluso puntual) a partes móviles. Tal señalización puede realizarse mediante carteles o pictogramas, o pintando partes del equipo con franjas alternas negras y amarillas en las proximidades de zonas de riesgo, según Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Se deberá controlar el estado de los sistemas de protección existentes, de forma que se garantice que durante el proceso el trabajador no puede entrar en contacto con las partes móviles presentes en la zona de alimentación de piezas.

Atrapamiento con elementos de transmisión

Dependiendo de la tipología de la máquina, puede existir un riesgo de atrapamiento con elementos de transmisión de movimiento (ejes, correas, etc.). Para evitar este riesgo se deberá comprobar que en los equipos no hay ningún elemento de transmisión al descubierto, así como el estado de los resguardos.

Por lo que respecta a la colocación de resguardos, se debe tener en cuenta la necesidad de acceder a la zona a proteger. Normalmente es recomendable la colocación de un resguardo fijo desmontable con una herramienta, aunque en caso de que las intervenciones sean frecuentes es recomendable la colocación de resguardos móviles asociados a un dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo.

Se señalará el riesgo de atrapamiento en los resguardos de protección de elementos de transmisión, en particular en aquellos que precisan mayor acceso para tareas de mantenimiento o reglaje. Esta señalización se hará según Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Contactos mecánicos, golpes, atrapamiento por acceso al interior de la instalación con elementos mecánicos en movimiento

En equipos automáticos / semiautomáticos de grandes dimensiones existe el riesgo de que operarios accedan al interior del recinto de trabajo durante su funcionamiento normal, lo que puede originar golpes, cortes o atrapamientos. Para evitar dichos riesgos, deben existir dispositivos (por ejemplo, de enclavamiento y bloqueo, alfombras sensibles, barreras inmateriales...) que impidan el acceso al interior de los equipos de trabajo automáticos o semiautomáticos durante su funcionamiento. La idoneidad de cada dispositivo dependerá del tipo de instalación.

Para las tareas de mantenimiento deberá trabajarse con la máquina consignada y prohibir la entrada a personal no autorizado.

Posturas forzadas y movimientos repetitivos en la tarea de esmerilado, pulido o lijado manual

Durante la sujeción manual de piezas en procesos de desbaste es posible que se adopten posturas forzadas, que tendrán mayor importancia en trabajos de larga duración. Las posturas más habituales son:

- Cuello flexionado de manera continuada
- De pie estático.

Además pueden adoptarse posturas forzadas de muñeca de forma repetitiva durante la manipulación de piezas. La posición de la mano-muñeca dependerá de la forma y dimensiones de la pieza, del tipo de trabajo a realizar sobre la pieza, la frecuencia de trabajo, etc.

Para evitar o minimizar la posible exposición a los sobreesfuerzos anteriormente mencionados es recomendable tener en cuenta las siguientes medidas:

- Disponer la altura de trabajo (zona donde se realiza la operación) de forma que la flexión de cuello sea la mínima posible sin agravar la flexión de brazos. Buscar una solución óptima entre flexión de cuello y de brazos.
- Proporcionar al puesto un asiento de semisentado de forma que el trabajador pueda alternar la postura

de pie y sentado. El asiento de semisentado debe ser regulable en altura y permitir una inclinación del asiento entre 0° y 30°, siendo recomendable disponerlo a una inclinación de 15°.

- Cubrir, si es posible, la superficie de apoyo (suelo, tarima, etc.) con material absorbente (goma, etc.) para minimizar la sobrecarga en las piernas y / o colocar un apoyo para los pies (por ejemplo, una barra, etc.) sobre el que éstos se puedan apoyar alternativamente.
- Informar al trabajador de prácticas adecuadas de trabajo durante las tareas de esmerilado / pulido. Informar de cómo realizar correctamente la tarea.
- Realizar la tarea de forma que se mantenga la muñeca lo más neutra posible.
- Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes y/o realizar pausas para permitir la recuperación muscular.

En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a movimientos repetitivos y/o posturas forzadas, se precisa del análisis detallado, a través de métodos específicos, para valorar la carga física del puesto de trabajo.

Contacto eléctrico

La instalación eléctrica de locales y equipos de trabajo deberá cumplir con las exigencias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 842/2002). Deberán considerarse además las disposiciones establecidas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Es de destacar la necesidad de protección contra contactos directos mediante el recubrimiento de partes activas de la instalación y contra contactos indirectos mediante sistemas de protección ante derivaciones o fugas (por ejemplo, interruptores diferenciales), y conexión a tierra de la instalación.

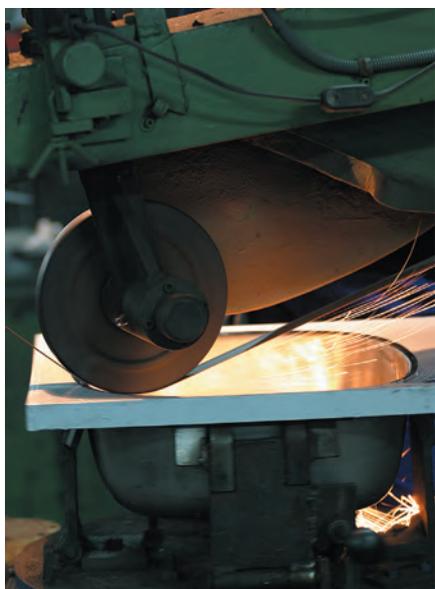
Para evitar el riesgo eléctrico asociado a la utilización de las máquinas, en general deben realizarse verificaciones visuales previas y periódicas del estado del equipo por lo que respecta a la instalación eléctrica.

Antes de realizar cualquier revisión / modificación interna a la máquina, la persona encargada del mantenimiento deberá desconectar y separar la fuente de energía eléctrica, a fin de evitar los posibles riesgos eléctricos por contacto directo o indirecto.

Incendio

Durante el proceso de esmerilado / pulido se pueden producir chispas o calores excesivos.

Las corrientes de chispas deberán dirigirse hacia abajo y alejadas del operario. Nunca se deberá esmerilar / pulir piezas en las inmediaciones de materiales inflamables y/o combustibles.



Inhalación de polvo metálico y polvo fino de material abrasivo

El riesgo es producido por la inhalación del polvo fino que se origina en el desgaste gradual de los materiales abrasivos durante su uso, así como de partículas procedentes del desbaste realizado sobre la pieza.

Dicho riesgo puede ocasionar patologías respiratorias asociadas a la inhalación de polvo particulado. Entre ellas destacan la silicosis (abrasivos con alto contenido en sílice) y siderosis (óxidos de hierro).

Otros compuestos (cromo, níquel, cadmio), aunque menos frecuentes, resultan tóxicos, influyendo la concentración presente en el ambiente y el porcentaje de estos metales en la composición de la pieza.

Resulta imprescindible conocer la concentración ambiental de las sustancias generadas durante los procesos de desbaste, valorando el riesgo de exposición a las mismas de acuerdo con criterios higiénicos y valores límite ambientales para exposición diaria (VLA-ED).

A continuación se muestra, como referencia, los valores límite de algunos compuestos que podemos encontrar en el ambiente.

COMPUESTOS	VLA-ED
Polvos totales	10 mg/m ³
Polvos alveolares (inhalables)	5 mg/m ³
Cuarzo (sílice)	0,1 mg/m ³

Como medidas para eliminar o reducir el riesgo se pueden plantear acciones como la utilización de muelas de esméril en lugar de muelas con alto contenido de sílice.

Los equipos deben disponer de un sistema de extracción localizada, complementando dicha medida con la adecuada protección respiratoria antipolvo certificada.



Otras opciones pasan por alejar o encerrar el proceso de manera que el número de trabajadores afectados sea el mínimo imprescindible y no se vean afectados los trabajadores de los puestos cercanos.

Se puede reducir el riesgo también mediante la utilización de un agente humectante como el agua para reducir las concentraciones de polvo en la zona de respiración del trabajador.

En el caso de pulir con trapo de tejido convencional, existe el riesgo de inhalar trozos pequeños de tela que se desprenden durante el proceso. Es recomendable emplear trapos tejidos al bias. Se debe utilizar siempre protección respiratoria.

Conviene realizar las tareas de limpieza y mantenimiento del equipo y lugar de trabajo con medios de aspiración o vía húmeda, en lugar de soplado o barrido, que pueden generar nubes de polvo.

Exposición al ruido

Los equipos de desbaste mecánico son generalmente bastante ruidosos. Se deberá reducir al nivel más bajo técnica y razonablemente posible el nivel de exposición al ruido, habida cuenta del progreso técnico y de la disponibilidad de medidas de control del ruido.

Resulta imprescindible conocer el nivel de exposición al ruido en el puesto de trabajo durante los procesos de desbaste, valorando el mismo de acuerdo con los criterios establecidos en el R.D. 1316/1989.



En estos puestos de trabajo, en que se superan los 90 dBA, deben adoptarse las siguientes medidas preventivas:

- Reducir el nivel de ruido si es técnica y razonablemente posible.
- Uso obligatorio de protectores auditivos homologados.
- Señalización de la obligación de uso de protectores auditivos.
- Reconocimiento anual de la audición de los trabajadores.
- Medición anual del nivel de ruido.

En los puestos de trabajo donde el nivel diario equivalente se sitúa entre los 85 y 90 dBA, deben adoptarse las siguientes medidas:

- Suministrar protectores auditivos homologados a los trabajadores expuestos.
- Reconocimiento de la audición cada 3 años.
- Medición anual de nivel de ruido.

En los puestos de trabajo donde el nivel diario equivalente se sitúa entre los 80 y 85 dBA deben adoptarse las siguientes medidas:

- Suministrar protectores auditivos homologados a los trabajadores que los soliciten.
- Reconocimiento de la audición cada 5 años.
- Medición de nivel de ruido cada 3 años.

Es preferible tomar medidas para la reducción del ruido en la fuente que tomar medidas de protección añadidas. La medida óptima consiste en intentar aislar las fuentes de ruido. En el caso de que esto no sea posible técnicamente, se puede intentar confinar las máquinas ruidosas, reducir los tiempos de exposición estableciendo turnos de trabajo, delimitar y señalizar las zonas de exposición al ruido, utilizar los medios de protección individual contra el ruido e informar a los trabajadores del riesgo que supone trabajar con ruido.

Para reducir la emisión sonora de los equipos también se deberá llevar a cabo un correcto mantenimiento de los mismos.

Vibraciones

En el caso de sujeción manual de la pieza existen riesgos relacionados con la exposición a vibraciones mano-brazo, ya que la intensidad de la vibración es transmitida a las manos y brazos del trabajador procedente de la máquina.

La exposición a vibración que puede causar alteraciones depende de diferentes parámetros, siendo los más importantes la magnitud de la vibración, la frecuencia y la duración de la exposición, tanto diaria como acumulada.

Para conocer el nivel de exposición a vibraciones en el puesto de trabajo durante los procesos de desbaste con sujeción manual, se deberá realizar la medición según los criterios establecidos en el R.D. 1311/2005 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Para vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo la norma nos indica los siguientes valores límite:

- Valor límite de exposición diaria para 8 horas de exposición: 5 m/s^2 (nunca se puede superar).
- Valor límite de exposición diaria para 8 horas que da lugar a una acción: 2.5 m/s^2 (a partir del cual, se deben adoptar medidas de control o reducción).

El trabajador debe colocar la pieza de trabajo por debajo de la línea horizontal que pasa por el eje de la rueda para evitar que vibren las piezas de trabajo. Se deberá, en la medida de lo posible, reducir la exposición a las vibraciones. Una medida eficaz podría consistir en la utilización de sujeción mecánica de la pieza. En el caso de que esto no sea posible, se deberá reducir el tiempo de exposición de los trabajadores implicados estableciendo rotación de tareas que alternen con otras que no impliquen exposición a vibraciones.

Puede ser necesaria la utilización de guantes antivibratorios. Cualquier guante utilizado deberá estar marcado con el marcado CE de acuerdo con el R.D. 773/97.

6 Bibliografía

- Lloret Boscá, Gaspar. *Tratamientos de preparación previa de superficies metálicas*. AIMME
- http://www.ind.carborundumabrasives.com/Data/Element/Document/library.asp?S_Types=13&I_Search=Search
- <http://www.ind.nortonabrasives.com/>

ESMERILADO A MUELA



Definición

Proceso de tratamiento mecánico en el que se consigue una superficie uniforme mediante manipulación de la pieza con una muela. La muela está formada por material abrasivo unido entre sí por pilares rígidos de aglomerante.

Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



OBLIGACIONES

- Inspeccionar visualmente la posible presencia de grietas en las muelas.
- Golpear ligeramente la muela con un material no metálico y comprobar que produce un sonido claro.
- Montar muelas correspondientes al equipo y trabajo a realizar. El diámetro del agujero debe ser ligeramente mayor que el eje de la máquina, de forma que se monte sin esfuerzo, pero no demasiado floja.
- Entre las muelas y los platos de sujeción deben interponerse juntas de un material elástico. El diámetro de la junta no debe ser inferior al diámetro del plato.
- Comprobar que todos los resguardos están correctamente montados antes de poner en marcha la máquina.
- Todas las muelas nuevas deben girar a la velocidad de trabajo y con el protector puesto, al menos durante tres minutos y con ninguna persona en línea con la abertura del protector.
- Conectar sistema de extracción localizada.
- Inspeccionar el área de trabajo para sacar todo objeto suelto que pueda salir proyectado.
- Para esmerilado manual, la pieza a tratar se deberá colocar por debajo de la mitad inferior de la muela.
- Trabajar dentro de la velocidad permitida para la muela.
- Verificar que los elementos móviles de la máquina se encuentran totalmente parados antes de abandonarla.
- Realizar una limpieza del agujero de muela y efectuar un correcto posicionamiento de la misma, debiendo entrar libre en el eje de manera no forzada.

PROHIBICIONES

- Prohibido utilizar la mano para intentar parar la muela.
- Prohibido limpiar mediante soplado o barrido.
- Prohibido utilizar la esmeriladora para otros usos diferentes de aquel para el que fue diseñada.
- Prohibido anular resguardos / dispositivos de protección.
- Prohibido utilizar muelas excesivamente gastadas, que deberán ser retiradas asegurando su no reutilización.
- Prohibido trabajar con ropa suelta, cabello largo suelto, cadenas, pulseras...
- Prohibido esmerilar / pulir piezas en las inmediaciones de materiales inflamables.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- Se deben proteger las muelas frente a variaciones de temperatura y humedad.
- Se debe evitar el contacto de las muelas con el agua.
- Las muelas deben ser manipuladas con cuidado, evitando que caigan, choquen o sufran golpes.
- Todas las operaciones de reglaje / mantenimiento deben realizarse con la máquina parada.

ANÁLISIS DE RIESGOS: ESMERILADO A MUELA

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Impacto con la pieza	Maniobra inadvertida (sujeción manual de la pieza).	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Intentar trabajar con sujeción mecánica de la pieza. - Posibilidad de automatizar el proceso.
Proyección por rotura de muela	<ul style="list-style-type: none"> - Mal estado de la muela. - Montaje inadecuado de la muela. - Mala utilización de la muela. - Ausencia de resguardo protector. 	<ul style="list-style-type: none"> - Montaje abrasivo. - Prueba a velocidad máxima. - Esmerilado/pulido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adquisición y utilización de muelas adecuadas al trabajo a realizar. - Inspección visual para detección de posibles grietas en las muelas. - Correcto almacenamiento de muelas. - Inutilización de muelas excesivamente gastadas. - Montaje de muelas por personal especializado siguiendo manual de instrucciones. - Colocación del resguardo protector. - Control de la velocidad de trabajo de la muela.
Proyección de polvo, abrasivos, gránulos	Ausencia de resguardo protector.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación del resguardo protector. - Utilización de protección ocular adecuada (gafas máscara o pantalla facial). - Señalización del uso obligatorio de protección ocular.
Contacto mecánico Atrapamiento	Ausencia / deficiencia de resguardo protector de la herramienta.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación / adecuación de resguardo protector. - Obligación de llevar guantes certificados.
Atrapamiento	Ausencia / deficiencia de resguardo protector / dispositivo de sistemas de alimentación (máq. automáticas).	Esmerilado / pulido	Colocación de resguardo mecánico / dispositivo de protección (ej: barreras inmateriales, bordes sensibles).
Atrapamiento	Elementos de transmisión accesibles (correas, ejes...).	Esmerilado / pulido	Colocación de resguardo mecánico (ej: envolvente, carcasa).
Atrapamiento	Acceso al interior del recinto de esmerilado en equipos automáticos / semiautomáticos.	Esmerilado / pulido	Colocación de dispositivos que impidan el acceso al interior de equipos de trabajo automáticos o semiautomáticos (ej: dispositivos de enclavamiento y bloqueo).
Posturas forzadas y movimientos repetitivos	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas musculoesqueléticos. - Flexión de cuello. - De pie estático. - Movimientos repetitivos en manos. 	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Informar al trabajador de prácticas adecuadas de trabajo. - Disponer la altura de trabajo de forma que la flexión de cuello sea la mínima posible sin agravar la flexión de brazos. - Dotar al puesto con un asiento de semisentado. - Cubrir, si es posible, la superficie de apoyo con material absorbente para minimizar la sobrecarga en las piernas y/o colocar un apoyo para los pies. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes y/o realizar pausas.

ANÁLISIS DE RIESGOS: ESMERILADO A MUELA

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Riesgo eléctrico	Deficiente estado eléctrico.	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión periódica de las condiciones eléctricas del equipo. - Seguimiento de las especificaciones del manual de instrucciones.
Incendio	Esmerilar / pulir en las inmediaciones de materiales inflamables.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Dirigir las corrientes de chispas hacia abajo y alejadas del operario. - Verificar que el proceso se realiza alejado de materiales inflamables.
Inhalación / contacto cutáneo de polvo metálico	Ausencia de extracción localizada.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Control periódico de la concentración ambiental de polvo. - Instalación de un sistema de extracción localizada. - Utilización de equipos de protección respiratoria adecuados. - Obligación de llevar guantes certificados. - Utilización de ropa de seguridad adecuada. - Señalización de los equipos de protección individual. - Utilización de agentes humectantes durante el proceso. - Limpieza por aspersión.
Ruido	Emisión sonora elevada debido al funcionamiento de la máquina.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Intentar aislar la fuente de ruido. - Confinar la/s máquina/s. - Utilización de protección auditiva adecuada. - Reducción de tiempos de exposición al ruido (turnos rotativos...). - Señalizar zonas de exposición. - Control periódico del nivel de ruido. - Formar e informar a los trabajadores. - Realizar un correcto mantenimiento del equipo.
Vibraciones	Largos periodos de trabajo con sujeción manual de la pieza.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Intentar trabajar con sujeción mecánica de la pieza. - Reducir los tiempos de exposición. - Rotar los puestos de trabajo. - Control de la magnitud de las vibraciones. - Utilización de guantes antivibratorios. - Mantenimiento correcto del equipo.

LIJADO A BANDA



Definición

Proceso de tratamiento mecánico en el que se consigue una superficie uniforme mediante la manipulación de una pieza sobre una banda abrasiva. En las máquinas para el lijado a banda, la banda abrasiva, movida por un motor por medio de la rueda de contacto, pasa sobre una polea móvil ajustable e intercambiable.

Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



- Inspeccionar visualmente el embalaje, el abrasivo y su soporte, comprobando que no aparezcan desgarros, cortes, hilos sueltos, etc.
- Montar bandas abrasivas adecuadas al equipo y trabajo a realizar.
- Verificar que la tensión de montaje no es excesiva, para que no se produzca la rotura de la banda.
- Comprobar que todos los resguardos están correctamente montados antes de poner en marcha la máquina.
- Todas las bandas nuevas deben girar a la velocidad de trabajo durante un mínimo de tres minutos durante los cuales nadie se deberá colocar delante de la máquina.
- Conectar un sistema de extracción localizada.
- Inspeccionar el área de trabajo, retirando todo objeto suelto que pueda salir proyectado.
- Trabajar dentro de la velocidad permitida para la banda.
- Verificar que los elementos móviles de la máquina se encuentran totalmente parados antes de abandonarla.



- Prohibido utilizar la mano para intentar parar la banda.
- Prohibido limpiar mediante soplado o barrido.
- Prohibido utilizar la lijadora de banda para otros usos diferentes de aquel para el que fue diseñada.
- Prohibido anular resguardos / dispositivos de protección.
- Prohibido utilizar bandas excesivamente gastadas, que deberán ser retiradas asegurando su no reutilización.
- Prohibido trabajar con ropa suelta, cabello largo suelto, cadenas, pulseras...

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- Se deben proteger las bandas frente a variaciones de temperatura y humedad.
- Se debe evitar el contacto de las bandas con el agua.
- Almacenar las bandas al menos a 10 cm de la superficie de suelos de cemento, alejados de ventanas abiertas, lejos de radiación solar directa y de fuentes de calor.
- Todas las operaciones de reglaje / mantenimiento deben realizarse con la máquina parada.

ANÁLISIS DE RIESGOS: LIJADO A BANDA

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Impacto con la pieza	Maniobra inadvertida (sujeción manual de la pieza).	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Intentar trabajar con sujeción mecánica de la pieza. - Posibilidad de automatizar el proceso.
Proyección por rotura de banda	<ul style="list-style-type: none"> - Mal estado de la banda. - Montaje inadecuado de la banda. - Mala utilización de la banda. - Ausencia de resguardo protector. 	<ul style="list-style-type: none"> - Montaje banda. - Prueba a velocidad máxima. - Esmerilado / pulido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adquisición y utilización de bandas adecuadas al trabajo a realizar. - Inspección visual para detección de bandas en mal estado. - Correcto almacenamiento de bandas. - Inutilización de bandas excesivamente gastadas. - Montaje de bandas por personal especializado siguiendo manual de instrucciones. - Colocación del resguardo protector. - Control de la velocidad de trabajo de la banda.
Proyección de polvo, abrasivos, gránulos	Ausencia de resguardo protector.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación del resguardo protector. - Utilización de protección ocular adecuada (gafas máscara o pantalla facial). - Señalización del uso obligatorio de protección ocular.
Contacto mecánico / atrapamiento	Ausencia / deficiencia de resguardo protector de la herramienta.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación/ adecuación de resguardo protector. - Obligación de llevar guantes certificados.
Atrapamiento	Ausencia / deficiencia de resguardo protector / dispositivo de sistemas de alimentación (máquinas automáticas).	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación de resguardo mecánico / dispositivo de protección (ej: barreras inmateriales, bordes sensibles).
Atrapamiento	Elementos de transmisión accesibles (correas, ejes...).	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación de resguardo mecánico (ej: envoltente, carcasa).
Atrapamiento	Acceso al interior del recinto de esmerilado en equipos automáticos / semiautomáticos.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación de dispositivos que impidan el acceso al interior de equipos de trabajo automáticos o semiautomáticos (ej: dispositivos de enclavamiento y bloqueo).
Posturas forzadas y movimientos esmerilado / pulido repetitivos	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas musculoesqueléticos. - Flexión de cuello. - De pie estático. - Movimientos repetitivos en manos. 	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Informar al trabajador de prácticas adecuadas de trabajo. - Disponer la altura de trabajo de forma que la flexión de cuello sea la mínima posible sin agravar la flexión de brazos. - Dotar al puesto con un asiento de semisentado. - Cubrir, si es posible, la superficie de apoyo con material absorbente para minimizar la sobrecarga en las piernas y/o colocar un apoyo para los pies. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes y/o realizar pausas

ANÁLISIS DE RIESGOS: LIJADO A BANDA

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Riesgo eléctrico	Deficiente estado eléctrico	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión periódica de las condiciones eléctricas del equipo. - Seguimiento de las especificaciones del manual de instrucciones.
Incendio	Esmerilar / pulir en las inmediaciones de materiales inflamables.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Dirigir las corrientes de chispas hacia abajo y alejadas del operario. - Verificar que el proceso se realiza alejado de materiales inflamables.
Inhalación / contacto cutáneo con polvo metálico	Ausencia de extracción localizada.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Control periódico de la concentración ambiental de polvo. - Instalación de un sistema de extracción localizada. - Utilización de equipos de protección respiratoria adecuados. - Obligación de llevar guantes certificados. - Utilización de ropa de seguridad adecuada. - Señalización de los equipos de protección individual. - Utilización de agentes humectantes durante el proceso. - Limpieza por aspersión.
Ruido	Emisión sonora elevada debido al funcionamiento de la máquina.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Intentar aislar la fuente de ruido. - Confinar la/s máquina/s. - Utilización de protección auditiva adecuada. - Reducción de tiempos de exposición al ruido (turnos rotativos...). - Señalizar zonas de exposición. - Control periódico del nivel de ruido. - Formar e informar a los trabajadores. - Realizar un correcto mantenimiento del equipo.
Vibraciones	Largos periodos de trabajo con sujeción manual de la pieza.	Esmerilado / pulido	<ul style="list-style-type: none"> - Intentar trabajar con sujeción mecánica de la pieza. - Reducir los tiempos de exposición. - Rotar los puestos de trabajo. - Control de la magnitud de las vibraciones. - Utilización de guantes antivibratorios. - Mantenimiento correcto del equipo.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE ESMERILADO/PULIDO

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A Lugares de trabajo	
1. El espacio de trabajo está limpio y ordenado, libre de obstáculos y con el equipamiento necesario.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. Se siguen las instrucciones de orden y limpieza con la periodicidad adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B Equipos de trabajo/instalaciones	
3. El disco / banda se encuentra protegido con resguardos resistentes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. Los elementos de transmisión están protegidos mediante resguardos mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. Los resguardos están en condiciones adecuadas (robustez, sujeción, distancia suficiente a riesgo).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
6. Los protectores de los discos / bandas se utilizan en todo momento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. En el caso de máquinas provistas de alimentación automática existen dispositivos de seguridad que impiden el acceso en la zona de entrada de las piezas a la máquina.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
8. En el caso de instalaciones automáticas / semiautomáticas existen dispositivos que impiden el acceso al interior del recinto durante su funcionamiento normal.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. Se usa la esmeriladora / pulidora únicamente para el fin para el que ha sido diseñada, evitando la realización de trabajos de corte, por ejemplo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. Se dispone de manual de instrucciones del equipo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. El operario conoce el manejo de los equipos en sus diferentes modos de funcionamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. Los operarios no llevan elementos que pueden engancharse en el equipo, tales como ropa suelta, anillos, pulseras, etc.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. Se revisa el estado de la muela para la detección de grietas, fisuras...	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. Los discos / bandas que están excesivamente gastados son retirados y se asegura su no reutilización.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
17. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

18. Se controla la adquisición y utilización de discos / bandas adecuadas al trabajo a realizar.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Se comprueba antes de empezar a trabajar y periódicamente la posible presencia de defectos en un disco / banda.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. Se prueba el disco / banda nueva a su máxima velocidad con las precauciones adecuadas antes de ponerla en servicio.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. El montaje del disco / banda se realiza según los procedimientos recomendados por el fabricante en el manual de instrucciones o, en su defecto, según unas instrucciones de trabajo establecidas por la empresa.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. El selector de velocidad de la esmeriladora se halla claramente visible sobre la máquina.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Se inspecciona el área de trabajo antes de iniciar el trabajo y durante la realización del mismo para sacar todo objeto suelto que pueda salir proyectado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
C  Incendio / explosión	
26. Los residuos combustibles (polvo metálico, abrasivo) se limpian periódicamente y se depositan en lugares seguros.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. El proceso se lleva a cabo alejado de material inflamable.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Existen sistemas de recogida de polvo metálico y abrasivo (extracción localizada, procedimientos de limpieza...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. Está prohibido fumar (señalizado) en zonas donde se almacenan o manejan productos combustibles e inflamables.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. Existen medios de extinción en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida, en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
D  Condiciones ambientales	
31. Se controlan las condiciones ambientales (concentraciones de polvo presentes en el lugar de trabajo).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. En procesos automáticos se encuentran aislados los focos de generación de polvo metálico.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Existe extracción localizada eficaz en los focos de emisión de polvo metálico y abrasivo (limpio y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. En caso necesario, existe un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Se conoce el nivel de ruido presente en el ambiente de trabajo como resultado de las mediciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. Se conoce el nivel de vibraciones en tareas con sujeción manual como resultado de las mediciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Se cumplen las medidas preventivas tendentes a la reducción del ruido (aislamiento foco emisor, confinamiento equipos ruidosos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. En el caso de utilizar abrasivos con alto contenido en sílice, se controlan las condiciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
39. Los niveles de iluminación son adecuados a las tareas (exigencias visuales altas: 500 lux).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Se cumplen las medidas preventivas tendentes a la reducción de las vibraciones (guantes antivibratorios, rotación de puestos de trabajo, correcta sujeción de las piezas, mantenimiento correcto del equipo...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

41. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
42. Se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
E <input type="checkbox"/> Equipos de protección individual	
43. Se dispone de guantes contra contactos mecánicos que, en caso necesario, atenúen las vibraciones.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. Se dispone de gafas de seguridad para operaciones manuales (gafas máscara o pantalla facial).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. Se dispone de protección auditiva (según mediciones).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. En caso necesario, se dispone de equipos de protección respiratoria frente a polvo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
47. Se dispone de calzado de seguridad frente a la caída de objetos pesados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
49. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
50. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
51. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
52. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
F <input type="checkbox"/> Carga física	
53. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. Se dispone de asientos regulables en altura para poder alternar de postura (de pie - sentado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
55. Si el asiento es de semisentado, éste es regulable en inclinación.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. El plano de trabajo se encuentra sobre la altura de los codos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
57. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
58. Se alternan tareas en caso de movimientos repetitivos (especialmente de muñecas) o que supongan mantenimiento de posturas forzadas (especialmente cuello flexionado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
59. La disposición de recogida y depósito de piezas provoca giros continuados de cuello y/o espalda.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
60. La disposición de elementos se encuentra generalmente entre hombros y rodilla.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
61. Las manipulaciones implican posturas forzadas continuadas de muñeca.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
G <input type="checkbox"/> Almacenamiento	
62. Se controla que los abrasivos no se almacenen en zonas que puedan entrar en contacto con el agua, evitando la radiación solar, fuentes de calor...	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
63. Se protegen los abrasivos frente a choques almacenándolos fuera de zonas de paso, en lugares habilitados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>



Proyección en seco

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

- 1.- Proceso de proyección en seco.
- 2.- Factores que influyen en el proceso
- 3.- Equipamiento utilizado
- 4.- Tareas relacionadas con la proyección en seco
- 5.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas
 - Caídas al mismo nivel
 - Golpes con objetos o herramientas
 - Proyección de abrasivo
 - Atrapamiento con elementos en movimiento
 - Sobreesfuerzos por manejo de cargas y posturas forzadas
 - Riesgo eléctrico
 - Riesgo de inhalación de polvo procedente del abrasivo durante el proceso de carga / sustitución de material abrasivo
 - Explosión
 - Riesgos derivados de la exposición al ruido
- 6.- Bibliografía

FICHA INFORMATIVA
FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de proyección en seco

La proyección en seco es un proceso de decapado mecánico en frío en el cual se proyecta material abrasivo sobre la superficie del metal a alta velocidad y bajo condiciones controladas. Se realiza por aire comprimido, por succión mediante vacío o por fuerza centrífuga mediante turbina (impulsión rotativa).

La proyección en seco constituye el método más eficaz para eliminar los restos de laminación, el óxido y los recubrimientos antiguos. Los abrasivos más utilizados son la arena, grava o granalla a alta presión. Se distingue entre **chorreado** si el abrasivo es sílice, corindón, circonia o limaduras finas y el **granallado** si el abrasivo es granalla metálica, perdigón (angular, fundición o hilo de acero), bola de vidrio o granalla cerámica electrofundida (circonia o sílice).

El chorreado es utilizado para la eliminación de suciedad superficial o capas adheridas a la superficie y el acondicionamiento de las superficies para su posterior acabado. Los usos más comunes del chorreado incluyen la eliminación de óxido, pintura, endurecimiento de superficies antes del recubrimiento y matizado de superficie.

En el granallado se inducen tensiones compresivas en las capas expuestas de objetos metálicos por la proyección de un flujo de abrasivo bajo condiciones controladas. El objetivo principal del granallado es modificar las condiciones de la superficie, fundamentalmente por reducción de tensiones de tracción mediante incorporación de tensiones de compresión.

Ambas operaciones, granallado y chorreado, se utilizan frecuentemente en la limpieza de moldes mediante granallas metálicas, bolas de vidrio y abrasivos silíceos.

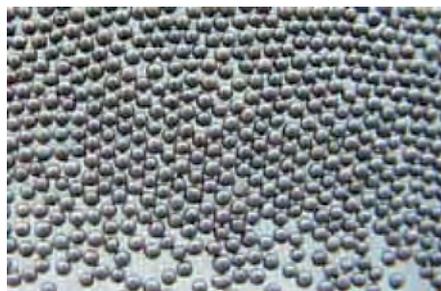
El tipo de superficie sobre la que se proyecta el abrasivo y el acabado deseado determinará el grado de dureza del abrasivo necesario para hacer el trabajo. El tamaño del abrasivo se encuentra estandarizado.

La forma del abrasivo también constituye un factor clave dentro de la proyección en seco. El objetivo de los medios esféricos es el de reducir las tensiones residuales de tracción por incorporación de otras de signo opuesto por compresión. En cambio, el de los medios angulosos es, principalmente, la eliminación de calaminas.

Existen tres tipos de abrasivos metálicos: acero, hierro maleable y hierro fundido. Cada tipo se fabrica en dos formas: esférica y angular. De los tres tipos, el más utilizado es el acero, debido a su excelente grado de reutilización.

La arena es semiangular y produce perfiles de valles y picos. La granalla, siendo esférica produce pequeñas muescas en la superficie.

El carburo de silicio es el abrasivo más caro y angular del mercado. Es utilizado para aplicaciones únicas donde se requiere una abrasión óptima. El óxido de aluminio se prefiere para trabajos de limpieza muy duros. La microesfera de vidrio es el único abrasivo utilizado para eliminar contaminantes de superficie sin afectar las tolerancias dimensionales, para proporcionar un acabado pulido y, en algunos casos, para aliviar tensiones.



Granalla de acero



Óxido de aluminio



Bolas de vidrio

Otros abrasivos utilizados en la actualidad son los materiales plásticos y los pellets de anhídrido carbónico (criogranallado). Las aplicaciones de estos abrasivos se dirigen hacia las superficies sobre las que se pretende eliminar capas de pintura. La microesfera de vidrio y los pellets de anhídrido carbónico introducen tensiones muy débiles y se utilizan solo para acabados muy finos.

2 Factores que influyen en el proceso

El perfil de la superficie obtenido durante el proceso de proyección en seco dependerá de los siguientes factores:

Tipo de abrasivo utilizado

Se pueden emplear numerosos tipos de proyectiles para crear una pretensión de compresión. El material más utilizado es la granalla de acero colado, aunque también se emplea con bastante frecuencia granalla a base de hilo cortado y rectificado (acero o acero inoxidable) y las microbolas de vidrio.

Dureza del abrasivo utilizado

A mayor dureza, mayor aptitud para dar rugosidad a la superficie y mayor vida de equipos y medio abrasivo.

Compatibilidad entre abrasivo y superficies

A mayor inercia del abrasivo respecto de la superficie, menor tendencia a su contaminación y menores problemas en tratamientos posteriores.

Tenacidad del abrasivo

Básica para mantener la uniformidad de acabado, evitando pérdida de características por fragmentación, deformación o modificación de granulometría.

Tamaño y forma del abrasivo

El tamaño del abrasivo es un factor importante en el proceso. El equipo debe llevar un separador que elimine granos rotos en circulación, ya que los proyectiles rotos o irregulares pueden ocasionar efectos negativos debido a su aspereza.

Cantidad de abrasivo por unidad de tiempo

Debe existir un transporte constante de abrasivo por unidad de tiempo. Así se evita discontinuidades de flujo a la salida de las boquillas y se asegura la calidad del proceso.

Presión del proceso

Un parámetro de gran importancia en el proceso de proyección en seco es la presión de salida del abrasivo. Esta presión puede ser ajustada manualmente mediante un manorreductor de presión, o de forma automática por medio de un medidor de la diferencia de presión por medios eléctricos.

Velocidad de disparo

La intensidad del proceso aumenta con la velocidad. Sin embargo, cuando la velocidad aumenta, se incrementa el porcentaje de rotura de abrasivo.

Tiempo

El tiempo de duración del proceso controla la superficie tratada. A mayor superficie se necesitará mayor tiempo de proceso para conseguir el mismo acabado.

3 Equipamiento utilizado

El equipo utilizado para granallado es esencialmente el mismo que el empleado en chorreado, excepto por el equipamiento auxiliar necesario relacionado con los controles más severos impuestos por el proceso de granallado. El equipo elegido dependerá del tipo, tamaño y forma del material a procesar.

Cabinas: las cabinas albergan el mecanismo de propulsión de abrasivo, mantiene fija la pieza y confina las partículas de abrasivo y polvo. Están disponibles en un amplio rango de tamaños, formas y tipos dependiendo de las características concretas de cada proceso. La proyección puede ser realizada de forma manual, semiautomática o completamente automática. Típicamente las cabinas se encuentran equipadas con un par de guantes, una amplia ventana e iluminación. Normalmente, las aplicaciones en cabina suelen ser utilizadas para operaciones poco frecuentes (series pequeñas).

Máquinas de flujo continuo: son utilizadas para perfiles de acero y alambres. Utilizan mecanismos de trabajo en continuo (grandes series).

Equipos portátiles: se utilizan cuando las partes a procesar son muy grandes para ser introducidas en el interior de equipos de proyección en seco. Es habitual la realización del trabajo en el interior de recintos habilitados especialmente para ello. Se han desarrollado equipos portátiles recirculadores, lo que evita problemas de salud y medioambientales.

Dentro de los equipos portátiles, existe otro método portátil de proyección en seco denominado chorreado microabrasivo, en el que tanto el tamaño de la partícula como la apertura de la boquilla son muy pequeñas. Se trata de una operación manual para limpieza o preparación de superficie con precisión.

4 Tareas relacionadas con la proyección en seco

Se distingue entre dos operaciones básicas durante el proceso de proyección en seco: reglaje y mantenimiento del equipo, y proyección en seco propiamente dicha, que engloban las tareas relacionadas con la puesta en marcha, control y utilización de los equipos.

5 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Caídas al mismo nivel

Existe un riesgo de caídas al mismo nivel por suelo resbaladizo por la presencia de material abrasivo. Algunas causas pueden derivar de una falta de estanqueidad del equipo, carga inadecuada de material abrasivo, falta de limpieza de la zona de influencia del equipo...

La superficie del suelo debe ser diseñada para evitar en lo posible caídas o resbalones debido a la presencia de polvo de material abrasivo. Para ello se puede disponer en la zona de influencia del equipo de suelos antideslizantes, o plataformas de tramos o rejillas que eviten que los trabajadores entren en contacto con superficies resbaladizas.

Para evitar acumulaciones, en caso de caída de material abrasivo deberá recogerse inmediatamente después de producirse el derrame o caída. Se deberá establecer un programa periódico de limpieza de la zona.

Golpes con objetos o herramientas

Las mangueras de conexión pueden estar sometidas durante su utilización a flexiones, golpes, erosiones, etc., lo que puede originar la ruptura de las mismas, con el consiguiente movimiento repentino de serpenteo o látigo, producido por la salida brusca del aire comprimido, y que puede ser causa de lesiones.

La elección de las mangueras flexibles estará condicionada por la presión y temperatura del aire comprimido, para lo cual se recurrirá al fabricante, que dará la recomendación específica que proceda.

Por otra parte, el uso de presiones inadecuadas puede dar lugar a la ruptura de herramientas o útiles, con el consiguiente riesgo de proyección de elementos.

Proyección de abrasivo

Puede existir un riesgo de posible abrasión derivado de la proyección del chorro de abrasivo a partes del cuerpo del trabajador o de las personas que se encuentren a su alrededor.

En el caso de proyección en seco en recintos cerrados, los operarios deberán inspeccionar visualmente la zona de trabajo antes de poner en marcha el equipo, para comprobar que no hay personas en el interior. Los recintos dispondrán en su acceso de una señal que indique que el proceso se encuentra en funcionamiento. Se deberá señalar la prohibición de acceso a personal no autorizado.

En equipos portátiles de proyección en seco, los trabajadores que se encuentren dentro de la zona de influencia del mismo deberán utilizar los equipos de protección contra las proyecciones de abrasivo (ropa de seguridad, guantes, protección de la cabeza y la cara, protección respiratoria), y haber recibido información acerca de la correcta utilización de los mismos. Los equipos de protección individual deberán tener la resistencia mecánica suficiente contra la proyección. Este uso deberá señalarse como obligatorio de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

En equipos portátiles, para evitar el funcionamiento incontrolado del equipo, dicho equipo deberá disponer de un mando de acción mantenida que detenga el funcionamiento en caso que el trabajador suelte la empuñadura.

También se deberá verificar el estado que presentan las zonas de la máquina susceptibles de ser erosionadas debido a la acción del abrasivo, para asegurar que no se producen fugas.

Para los equipos de proyección en seco en cabina, es fundamental que exista un sistema de seguridad que impida que se pueda realizar la proyección estando la puerta de la cabina abierta. Debe producirse una parada del proceso en el momento en que se produzca la apertura de la puerta.



Atrapamiento con elementos en movimiento

Dependiendo de la tipología de la máquina, especialmente en equipos de flujo continuo, puede existir un riesgo de atrapamiento con elementos de transmisión de movimiento (ejes, correas, cintas transportadoras, etc.). Para evitar este riesgo se deberá comprobar que en los equipos no hay ningún elemento de transmisión al descubierto, así como el estado de los resguardos.

Todas las partes móviles del equipo deben estar protegidas ante un posible riesgo de atrapamiento mediante resguardos fijos o móviles con enclavamiento. Por lo que respecta a la colocación de resguardos, se debe tener en cuenta la necesidad de acceder a la zona a proteger. Normalmente es recomendable la colocación de un resguardo fijo desmontable con una herramienta, aunque en caso de que las intervenciones sean frecuentes es recomendable la colocación de resguardos móviles asociados a un dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo.

Se deberá controlar el estado de los resguardos existentes, de forma que se garantice que durante el proceso el trabajador no puede entrar en contacto con las partes móviles presentes en la zona de alimentación de piezas.

Se señalará el riesgo de atrapamiento en aquellas máquinas en las que se pueda acceder a elementos móviles.

Por otra parte, durante las tareas de mantenimiento, existen riesgos mecánicos (atrapamientos, aplastamientos...) relacionados con la manipulación del equipo en condiciones de seguridad reducidas.

Las operaciones de control y mantenimiento, en la medida de lo posible, se realizarán con la máquina parada y consignada. Además se seguirán las indicaciones establecidas en el manual del fabricante. En caso necesario, deberán tomarse medidas de seguridad adicionales (consignación del equipo, utilización de señales de advertencia, formación específica y autorización del personal).

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y posturas forzadas

Generalmente, en máquinas no automatizadas la carga de los abrasivos será realizada por los trabajadores de forma manual. Los riesgos asociados a dichas actividades serán los correspondientes a los riesgos derivados de la manipulación de objetos pesados (alimentación de piezas, carga de material abrasivo).

Se dispondrá de ayuda auxiliar manual o automática cuando la carga (envases de piezas) a manejar sea importante. La Guía del R.D. 487/97 sobre manejo manual de cargas elaborada por el INSHT establece el peso máximo de la carga a manipular de forma continua en 25 kg, siempre que las condiciones sean ideales (sin giros de tronco, carga próxima al cuerpo, agarre adecuado, etc.). En caso de superar este peso o en manipulaciones complicadas se debe realizar la manipulación con medios mecánicos o con la ayuda de otros trabajadores.

Se debe formar e informar a los trabajadores sobre el manejo correcto de cargas.

Puede ocurrir que el trabajador se vea obligado a adoptar posturas forzadas de brazos debido a una altura inadecuada de las aberturas para posicionar los mismos. Este hecho puede limitar también la observación del proceso.

Se deberá adecuar la altura de trabajo de forma que la altura de las aberturas se encuentre aproximadamente a la altura de los codos del trabajador (altura de referencia = altura del codo del percentil 50 de la población trabajadora conjunta = 1027 mm) (fuente: datos antropométricos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). El ancho de la plataforma deberá permitir el apoyo estable, siendo recomendable una anchura de 60 cm.

También se pueden adoptar posturas forzadas durante la realización manual del proceso, especialmente debido a las dimensiones y geometría de las piezas a tratar.

En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a manejo de cargas y/o posturas forzadas, se precisa del análisis detallado, a través de métodos específicos, para valorar la carga física del puesto de trabajo.

Riesgo eléctrico

La instalación eléctrica de locales y equipos de trabajo deberá cumplir con las exigencias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 842/2002). Deberán considerarse además las disposiciones establecidas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

El equipo debe cumplir con las disposiciones establecidas en el Real Decreto 1215/1997 en el caso de haber sido fabricado antes de 1995, o bien disponer de Marcado CE en el caso que haya sido construido con posterioridad al 1 de enero de 1995.

Es de destacar la necesidad de protección contra contactos directos mediante el recubrimiento de partes activas de la instalación y contra contactos indirectos, mediante sistemas de protección ante derivaciones o fugas (por ejemplo, interruptores diferenciales), y conexión a tierra de la instalación.

Para evitar el riesgo eléctrico asociado a la utilización de los equipos, en general deben realizarse verificaciones visuales previas y periódicas del estado del equipo por lo que respecta a la instalación eléctrica.

Para evitar deterioros en las luminarias en caso de chorreado libre, éstas deberán tener un grado de protección mínimo de IP65, para resistir un posible choque con las partículas abrasivas.

Antes de realizar cualquier revisión / modificación interna a la máquina, la persona encargada del

mantenimiento deberá separar la fuente de energía eléctrica, a fin de evitar los posibles riesgos eléctricos por contacto directo o indirecto.

Riesgo de inhalación de polvo procedente del abrasivo durante el proceso de carga / sustitución de material abrasivo

La sílice (arena) es el abrasivo tóxico por excelencia. En sus formas cristalinas, la sílice causa un tipo de fibrosis pulmonar conocida por “silicosis”, con formación de nódulos en el tejido pulmonar alrededor de los vasos sanguíneos en la zona de los bronquiolos respiratorios. El resto de abrasivos manifiestan una toxicidad menor.

Además de los abrasivos, se puede estar expuesto al polvo procedente de las piezas tratadas (metales pesados, como plomo y cadmio, óxido de hierro...).

A continuación se muestra, como referencia, los valores límites de algunos compuestos que podemos encontrar en el ambiente.

COMPUESTOS	VLA-ED
Polvos totales	10 mg/m ³
Polvos alveolares (inhalables)	5 mg/m ³
Cuarzo (sílice)	0,1 mg/m ³

Es recomendable conocer la concentración ambiental de las sustancias generadas durante los procesos de desbaste, valorando el riesgo de exposición a las mismas de acuerdo con criterios higiénicos y valores límite ambientales para exposición (VLA-ED).

Los equipos utilizados para la proyección en seco deben estar contruidos con material de resistencia adecuada para evitar el flujo de material abrasivo y aire hacia el exterior. Se debe verificar de forma periódica el estado de las mangueras y de las conexiones.

En el caso de que el tamaño de partícula del abrasivo sea reducido, las operaciones de la carga / sustitución de abrasivo en el equipo deben realizarse de forma que se disperse la mínima cantidad de polvo en el ambiente, considerando la necesidad de llevar protección respiratoria antipolvo.

En caso de proyección en seco manual libre, los recintos dispondrán de sistemas de extracción que eliminen el polvo producido enviándolos al exterior una vez filtrados, de manera que al finalizar el proceso se disponga de una atmósfera lo más limpia posible. Esto es especialmente importante si se debe entrar en la cabina para realizar acciones de limpieza. El trabajador deberá utilizar protección respiratoria (mascarillas con filtro mecánico o con aporte de aire, autónomas o semiautónomas).

El polvo debe ser recogido y recirculado, de forma que se minimicen los riesgos derivados de la inhalación del mismo.

Conviene realizar las tareas de limpieza y mantenimiento del equipo y lugar de trabajo mediante medios de aspiración o vía húmeda, en lugar del soplado o barrido, que pueden generar nubes de polvo.

Explosión

Debido a la presencia de polvo de abrasivo, se pueden crear atmósferas explosivas. Dado que los polvos combustibles pueden formar nubes relativamente homogéneas, una fuente de ignición podría provocar su explosión.

La posible presencia de atmósferas inflamables debido a polvos metálicos (Al, Mg, Ti) o sintéticos (pinturas...) obligará a ajustar la instalación eléctrica a lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-29 “Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión”, como local de clase II.

Los recintos o instalaciones de proyección libre dispondrán de sistemas de extracción para minimizar la concentración de polvo en el ambiente, y estarán contruidos con materiales incombustibles o difícilmente inflamables.

Se deberá limpiar periódicamente la zona donde se lleve a cabo el proceso de proyección en seco para evitar la acumulación de polvo en la instalación (conviene realizar la limpieza mediante medios de aspiración o vía húmeda, en lugar de soplado o barrido).

En todo momento se deberá evitar almacenar los abrasivos en las proximidades de focos de calor o posibles fuentes de ignición. Se debe tener en cuenta que la ventilación general durante el almacenamiento es contraproducente, ya que ésta puede levantar las capas de polvo en forma de nube, aumentando el riesgo de incendio y explosión.

Instalar los equipos en lugares ventilados, evitar fuentes de ignición y disponer de medios de extinción en las proximidades.

Riesgos derivados de la exposición al ruido

Los equipos de proyección en seco generalmente son bastante ruidosos. El empresario deberá reducir al nivel más bajo técnica y razonablemente posible los riesgos derivados de la exposición al ruido, habida cuenta del progreso técnico y de la disponibilidad de medidas de control del ruido.

Resulta imprescindible conocer el nivel de exposición a ruido en el puesto de trabajo, valorando el mismo de acuerdo con los criterios establecidos en el R.D. 1316/1989.

Como medida preventiva se intentará, siempre que sea posible, llevar a cabo acciones correctoras sobre el foco emisor como, por ejemplo, aislamiento del foco ruidoso, mantenimiento correcto de máquinas y equipos...

Si no se pueden llevar a cabo acciones sobre el foco emisor, es recomendable actuar sobre el foco transmisor, mediante la colocación de barreras de absorción, aislamiento del proceso...

Para reducir la emisión sonora de los equipos también se deberá tener en cuenta su correcto mantenimiento.

Dependiendo del equipo utilizado, habitualmente resultará necesario para el operario y las personas que se encuentren dentro del ámbito de funcionamiento de la máquina el uso de protectores auditivos. Dicha obligación deberá estar señalizada antes de acceder a la zona de trabajo.

En los puestos de trabajo en que se superan los 90 dBA, deben adoptarse las siguientes medidas preventivas:

- Reducir el nivel de ruido si técnica y razonablemente es posible.
- Uso obligatorio de protectores auditivos homologados.
- Señalización de la obligación de uso de protectores auditivos.
- Reconocimiento anual de la audición de los trabajadores.
- Medición anual del nivel de ruido.

6 Bibliografía

- *Champaigne, Jack. Little book on shotpeening*
- *Shot Peening 101 (basic introduction to peening)*
- *Hansel, Dave - Abrasive Blasting Systems.-Metal Finishing Guidebook;Vol. 95 No. 5A*
- *ASM Committee on Abrasive Blast Cleaning- Abrasive Blast Cleaning.- Metals Handbook Volume 5. Surface Cleaning, Finishing and Coating*
- *ASM Committee on Shot Peening- Shot Peening.- Metals Handbook Volume 5. Surface Cleaning, Finishing and Coating*
- *Foundry machinery guarding - shakeouts, sand mixers and shotblasts. Health and Safety Executive (HSE). Information sheet*
- *An explanation of the mechanism and benefits of shot peening*
- *Surface Conditioning products 3M*

PROYECCIÓN EN SECO



Definición

Es un proceso de decapado mecánico en frío en el cual se proyecta material abrasivo sobre la superficie del metal a alta velocidad y bajo condiciones controladas. Se realiza por aire comprimido, por succión mediante vacío o por fuerza centrífuga mediante turbina (impulsión rotativa).

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)



Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



OBLIGACIONES

- Conectar la captación de aire y controlar su buen funcionamiento.
- Se debe inspeccionar el área de trabajo antes de iniciar las operaciones y mantenerla limpia de material abrasivo.
- Antes de comenzar la tarea se debe verificar el buen estado y correcto funcionamiento del equipo. Revisar el correcto estado de mangueras y conexiones.
- Comprobar que no existen grietas en el equipo y que las uniones sean estancas.
- Realizar la carga de material abrasivo evitando la dispersión en el aire o el derrame del mismo.
- Desconectar el equipo de la red de aire comprimido cuando no sea utilizado.

PROHIBICIONES

- Prohibido el acceso a personal no autorizado a la zona de trabajo.
- Prohibido realizar operaciones que generen fuentes de ignición cerca de la zona de influencia de los equipos (fumar, soldar cerca del proceso...).
- Prohibido limpiar mediante soplado o barrido.
- Prohibido dirigir el chorro a personas o lugares diferentes a las piezas a tratar.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- Se deben proteger los abrasivos en su almacenamiento frente a la humedad.
- Se debe vigilar el desgaste de las mangueras. Cambie las mangueras y accesorios deteriorados.
- Se debe tener una especial atención en el control y mantenimiento de los equipos de protección respiratoria (en el caso de que sean necesarios).
- Todas las operaciones de reglaje / mantenimiento deben realizarse con la máquina parada.

ANÁLISIS DE RIESGOS: PROYECCIÓN EN SECO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caídas al mismo nivel	Presencia de material abrasivo en el suelo.	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Revestir el suelo de la zona de influencia del equipo con superficies antideslizantes o colocar alrededor de la máquina plataforma de tramos o rejilla. - Establecer procedimientos de limpieza. - Revisar la estanqueidad del equipo.
Golpes con objetos o herramientas	<ul style="list-style-type: none"> - Mangueras en mal estado. - Utilización de mangueras a presiones mayores a la recomendada por el fabricante. 	Proyección en seco	<ul style="list-style-type: none"> - Control periódico de la instalación de aire comprimido. - Empleo de mangueras adecuadas y utilizadas de manera adecuada evitando obstrucciones del abrasivo. - Verificar que se trabaja a una presión de trabajo adecuada al tipo de tarea. - Desconectar el equipo de la red de aire comprimido cuando no sea utilizado.
Abrasión por proyección chorro	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de personal no autorizado en la zona de trabajo. - Mala utilización del equipo. 	Proyección en seco	<ul style="list-style-type: none"> - Limitar acceso a personal autorizado (señalización). - En recintos cerrados, disponer de una señal que indique que el proceso de proyección en seco se encuentra en funcionamiento. - Obligación de utilizar equipos de protección contra la proyección de abrasivo (ropa de seguridad, guantes, protección de la cabeza y la cara, protección respiratoria). Señalización. - Disponer en equipos portátiles de mando de acción mantenida. - Verificar la estanqueidad del equipo. - En cabinas, disponer de sistema de seguridad que impida que se abra la puerta estando en marcha la máquina. - Adecuada formación en el uso del equipo.
Atrapamiento con elementos de transmisión de movimiento	Elementos de transmisión de movimiento (ejes, correas, cintas transportadoras...) accesibles y descubiertos.	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Proteger los elementos móviles mediante resguardos fijos o móviles con enclavamiento. - Señalizar el riesgo de atrapamiento. - Consignación del equipo durante tareas de mantenimiento. - Formación específica del personal encargado del mantenimiento y reglaje. - Manipulación del equipo por parte de personal autorizado.
Posturas forzadas y manejo de cargas	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentación de piezas / carga del material abrasivo. - Posturas adoptadas durante la realización manual del proceso. 	Proyección en seco	<ul style="list-style-type: none"> - Formar e informar a los trabajadores sobre el manejo de cargas. - Utilización de medios auxiliares o de ayuda de otros trabajadores para manejo de cargas pesadas. - Informar al trabajador de prácticas adecuadas de trabajo. - La altura de trabajo en las cabinas debe encontrarse aproximadamente a la altura de los codos del trabajador. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes y/o realizar pausas. - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo para exposiciones prolongadas.

ANÁLISIS DE RIESGOS: PROYECCIÓN EN SECO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Riesgo eléctrico	Deficiente estado eléctrico.	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión periódica de las condiciones eléctricas del equipo. - Seguimiento de las especificaciones del manual de instrucciones. - Verificar que las luminarias en caso de chorreado libre tienen un grado IP 65 como mínimo.
Inhalación de polvo de abrasivo y del material tratado	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de personal no autorizado en la zona de trabajo (chorreado libre). - Ausencia de equipo de protección respiratoria adecuado (chorreado libre). - Falta de estanqueidad del equipo (todos los equipos). 	Proyección en seco	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar controles periódicos ambientales de concentración de polvo. - Estudiar el uso de materiales abrasivos libres de sílice y técnicas de chorreado abrasivo húmedo. - En caso de chorreado libre en recintos cerrados, éstos dispondrán de sistemas de extracción. - Realizar un mantenimiento del equipo, comprobando especialmente su estanqueidad. - Utilización de equipo de protección respiratoria antipolvo (en caso necesario). - Señalización del riesgo en la zona de trabajo (en caso necesario). - Adecuada formación en el uso del equipo.
Incendio / explosión	Presencia de atmósferas explosivas por presencia de polvo metálico.	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Se minimiza la presencia de polvo del proceso en el ambiente (ventilación, encerramiento...). - Limpieza periódica de la zona para evitar la acumulación de polvo. - Disponer de medios de extinción en las proximidades del proceso. - Señalizar la prohibición de acercarse a fuentes de ignición (prohibición de fumar, operaciones de soldadura...). - Instalar los equipos en lugares ventilados.
Ruido	Emisión sonora elevada debido al funcionamiento de la máquina.	Proyección en seco	<ul style="list-style-type: none"> - Intentar aislar la fuente de ruido. - Ubicación de las máquinas en zonas aisladas y alejadas. - Mantenimiento correcto de la máquina. - Utilización de protección auditiva adecuada. - Control periódico del nivel de ruido. - Señalización de la protección auditiva obligatoria en la zona.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE PROYECCIÓN EN SECO

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A Lugares de trabajo	
1. La zona de trabajo y/o equipo se encuentra libre de sustancias en suelo (material abrasivo).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. Se dispone de superficie de trabajo que minimice el riesgo de caída al mismo nivel (suelo antideslizante, plataforma de tramos o rejillas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. Se siguen las instrucciones de orden y limpieza con la periodicidad adecuada, controlando la no existencia de abrasivo en las inmediaciones del equipo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. El almacenamiento de abrasivos se realiza en lugares específicos (secos y alejados de fuentes de ignición) para tal fin, con espacio suficiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B Equipos de trabajo/instalaciones	
5. El equipo dispone de resguardos o envoltentes que impiden la dispersión de abrasivos en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
6. Los resguardos y envoltentes presentan condiciones adecuadas de aislamiento (ubicación, ausencia de fisuras, grietas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. Los resguardos y envoltentes presentan condiciones adecuadas de resistencia.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
8. Se dispone de manual de instrucciones del equipo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. El operario conoce el manejo de los equipos en sus diferentes modos de funcionamiento (cabinas, granalladoras, equipos portátiles...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. En recintos de chorreado libre, las luminarias tienen un grado de protección mínimo de IP65.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. La instalación neumática se encuentra en buen estado (fijaciones correctas, ausencia de mangueras deterioradas y fugas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. Se revisa periódicamente la instalación neumática del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
17. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

C Sustancias químicas

18. Están suficientemente identificados y se dispone de información de la composición del abrasivo, de las piezas a trabajar y de sus recubrimientos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Se dispone de las fichas de seguridad de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. Conocen las personas expuestas los riesgos de esas sustancias.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

D Incendio/explosión

21. En las proximidades del proceso está señalizada la prohibición de fumar y se observa su cumplimiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. El proceso de proyección en seco está separado de cualquier fuente de ignición (chispas producidas por equipos, superficies calientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Existen medios de extinción en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Se minimiza la concentración de polvo durante el proceso (extracción en recintos cerrados o cabinas, recirculación de abrasivo...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. La cabina está construida con materiales incombustibles o difícilmente inflamables.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

E Condiciones ambientales

26. Se conoce la concentración de polvo en el ambiente de trabajo como resultado de las mediciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. Se encuentran aislados los focos de generación de polvo procedente del proceso (polvo de abrasivo, residuos procedentes de las piezas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Se dispone de extracción localizada o medios de recogida / recirculación eficaz.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. En caso necesario, existe un sistema de ventilación eficaz para evitar la acumulación de polvo en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. En caso de chorreado con sílice, se tiende a sustituir la arena como abrasivo por otro material que no contenga sílice libre.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
31. Se conoce el nivel de ruido presente en el ambiente de trabajo como resultado de las mediciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. Se cumplen las medidas preventivas tendentes a la reducción del ruido (aislamiento foco emisor, confinamiento equipos ruidosos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Se informa a los trabajadores de los resultados de las mediciones ambientales (ruido, polvo).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

F Equipos de protección individual

35. Se dispone de protección auditiva (según mediciones).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. Se dispone de guantes de protección mecánica.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Se dispone de calzado de seguridad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. En caso de chorreado libre, se utiliza, además, protección respiratoria (mascarillas con filtro mecánico o con aporte de aire, autónomas o semiautónomas), ropa de trabajo específica y protección facial y de la cabeza.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

39. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
41. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
42. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
G  Carga física	
44. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. En cabinas, el plano de trabajo se encuentra sobre la altura de los codos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
47. Se varían las tareas en caso de ser repetitivas o suponer el mantenimiento de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES SOBRE LAS PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO

ÍTEM	OBSERVACIONES



Vibración

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

- 1.- Proceso de vibración
- 2.- Abrasivos y aditivos
- 3.- Factores que influyen en el proceso
- 4.- Equipamiento utilizado
 - 4.1.- Máquinas rotativas o bombos
 - 4.2.- Máquinas vibratorias
 - 4.3.- Máquinas centrífugas
 - 4.4.- Máquinas de disco centrífugas
 - 4.5.- Equipos de vibración con piezas situadas sobre un soporte vertical
- 5.- Tareas relacionadas con la vibración
- 6.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas
 - Riesgo de impacto por caída de piezas
 - Sobreesfuerzos, riesgos relacionados con el manejo de cargas
 - Riesgos mecánicos: corte, enganche
 - Riesgo de atrapamiento / impacto con los elementos mecánicos
 - Riesgo de caídas al mismo nivel
 - Riesgo de proyección de piezas
 - Riesgos derivados de la exposición al ruido y vibraciones
 - Riesgo de explosión por acumulación de vapores a presión
 - Riesgo de inhalación de polvo, vapores, etc.
 - Peligro eléctrico
- 7.- Bibliografía

FICHA INFORMATIVA

FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de vibración

Es un proceso de tratamiento mecánico en el que se consigue una superficie uniforme mediante la introducción de las piezas en un recipiente junto con algún tipo de medio abrasivo, agua y aditivos. Al conjunto se le imprimen movimientos rítmicos, con el fin de que el medio abrasivo se deslice sobre la superficie de las piezas. La técnica superpone a la acción tribológica, promovida por una rotación parcial, la acción complementaria a la totalidad de las masas de abrasivo por vibración.

Los objetivos de dicha técnica son múltiples, como:

- Desbarbado
- Desbaste
- Reducción de sección
- Descascarillado y desoxidado (más conocido como decapado mecánico-químico)
- Esmerilado
- Pulido
- Reducción de tensiones
- Destemple
- Secado opcionalmente.

Dependiendo de la función deseada, la selección de las variables del proceso es esencial para el desarrollo adecuado de éste. Las variables que influyen son: el tipo de máquina y la acción asociada, el tipo y tamaño de los abrasivos, la concentración y el caudal del agua del proceso, así como otros aditivos, el tiempo para obtener la función deseada y la forma de la pieza.

Las piezas a procesar son introducidas en un recipiente junto con el abrasivo, agua y aditivos. Al recipiente se le proporciona un movimiento rítmico de vibración-rotación, el cual facilita la interacción entre la pieza y los elementos de roce (chips), sirviendo el agua para mejorar la fricción y para mantener limpia la superficie de piezas y chips.

La forma y el tamaño de los abrasivos (chips) influirá en el tipo de acabado de las piezas. La relación cantidad de chips / pieza es también importante a la hora de indicar el material eliminado

2 Abrasivos y aditivos

El efecto de los elementos abrasivos (bolas, chips, moletas, abrasivos poligonales, etc.) puede ser abrasivo o no, dependiendo de la finalidad buscada.



Las cargas abrasivas se suelen fabricar con materiales naturales (granito, piedra caliza, etc.), materiales artificiales (alúmina, carburo de silicio, etc.) o materiales cerámicos (chips). También se utilizan chips de material plástico.

Como elementos no abrasivos (vectores de pulido), utilizados para pulido especialmente, se suele emplear bolas de acero, que sirven para abrillantar. Estas bolas pueden ir asociadas a polvo abrasivo si se quiere conjugar el pulido con otras operaciones.

Entre las cargas naturales hay que destacar una serie de elementos vegetales asociados a dicho proceso que permiten el secado de las piezas (como son el maíz, serrín, derivados de cáscaras de cacahuete) que mezclados con abrasivos finos son perfectos para ser utilizados en sectores como el de la joyería.

Generalmente, la carga se acompaña de aditivos que favorecen la limpieza, el desoxidado y el pulido. Estos aditivos pueden ser neutros, alcalinos o ácidos.

Los aditivos alcalinos se emplean como desoxidantes y coadyuvantes de la acción abrasiva. El grado de alcalinidad es función de la acción más o menos energética que se persiga.

Pueden ser usados: citrato sódico, tartrato sódico potásico, cianuro sódico, hidróxido sódico, EDTA tetrasódico, carbonato sódico, fosfato trisódico, etc.

- Para el hierro se emplea una solución de pH cercano al 11.
- Para el latón y el bronce el pH es del orden de 10.
- Para el aluminio y el zamak el pH es de 9.

El cianuro sódico y el fosfato trisódico son empleados en pequeñas cantidades en el pulido a bombo por su acción abrillantadora.

Los aditivos ácidos se usan, principalmente, en la recuperación y pretratamiento del zamak. En este caso se usa una solución de:

- Bisulfato sódico: 25 g/L
- Dicromato sódico: 12 g/L.

La concentración de bisulfato puede llegar a llevarse a 40 g/L. El estado de la superficie se mejora ostensiblemente y se reduce a la acción abrasiva.

3 Factores que influyen en el proceso

Equipamiento productivo

Uno de los factores importantes a considerar es la selección adecuada de las máquinas, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: tamaño y configuración de las piezas, tamaño del lote, variedad de piezas, tiempo de producción, producción anual.

Requisitos de calidad

En función de la calidad deseada se deben tener en cuenta aspectos como el acabado superficial, condiciones requeridas de las aristas, limpieza de las piezas, uniformidad pieza a pieza, uniformidad sobre las aristas y las superficies.

Otras variables que pueden influir en el proceso y a su vez en la selección de la tecnología:

- Relación con otros procesos de fabricación
- Requisitos de automatización
- Tiempo del proceso
- Mantenimiento y costes de producción
- Materiales consumibles (abrasivos)
- Agua y aditivos, tratamiento
- Disponibilidad de espacio adecuado, teniendo en cuenta las pérdidas de sustancias del proceso.

4 Equipamiento utilizado

Los equipos asociados al proceso de vibración son:

- Máquinas rotatorias o bombos
- Máquinas vibratorias
- Máquinas centrífugas
- Máquinas de disco centrífugas
- Equipos de vibración con piezas situadas sobre soporte vertical (Spindle Finishing).

4.1 Máquinas rotatorias / bombos

Estos equipos no actúan por vibración sino que se usan para el pulido centrífugo por combinación de movimientos rotatorios, multiplicando el peso del material abrasivo sobre las piezas.

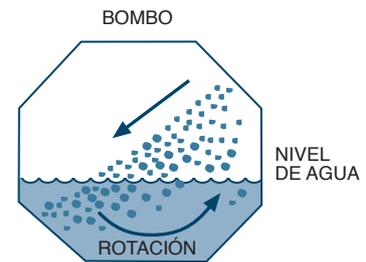
En los bombos se aprovecha la energía mecánica producida por la rotación. El conjunto gira proporcionando

una fricción continua entre las piezas y el abrasivo, generando un desgaste del material abrasivo muy superior al de los procedimientos vibratorios.

Se trata de un recipiente hexagonal / octogonal con un solo eje de giro. Existen varios tipos diferentes de máquinas rotatorias, siendo las horizontales las más rápidas y eficaces.

Las variables de control del proceso que llevan a su éxito son la velocidad de la rotación, el tamaño y la propia configuración del bombo.

El modo de operar de este equipo se muestra en el esquema adjunto.



La utilización de esta técnica no permite buenos acabados en partes internas de las piezas; y en algunos casos puede ser necesario un postproceso.

Otra de las desventajas del proceso es la lentitud hasta que se obtienen los resultados esperados. Pero, por otra parte, hay que destacar que son equipos de bajo coste y bajo mantenimiento.

Estas máquinas pueden ser automatizadas mediante la integración de sistemas de manipulación de las piezas que evitan las tediosas tareas de carga y descarga de la máquina, siendo necesario en bastantes ocasiones la intervención del trabajador durante el proceso.

4.2 Máquinas vibratorias lineales

El movimiento de las máquinas vibratorias es producido por un eje vibratorio montado en posición vertical directamente bajo el centro del recipiente (campana), donde se introducen las piezas y los abrasivos, que se mueven alrededor del envase. Dicho movimiento produce el contacto de los elementos abrasivos con las piezas.

La cantidad de abrasivos y la relación con las piezas / abrasivos determinarán la finalidad del tratamiento. Generalmente, para eliminar rebabas podría considerarse una relación entre 3:1, mientras que el tratamiento sobre toda la pieza (pulido) podría considerarse una relación entre 6:1.

Así mismo existen diferentes tipos de máquinas vibratorias: máquinas vibratorias con forma de tubo (para piezas largas), máquinas vibratorias en forma semiesférica. Ambos tipos de máquinas se encuentran abiertos por la parte superior, lo que permite la inspección visual del proceso durante el funcionamiento de la máquina.

La utilización de máquinas vibratorias en el tratamiento de las superficies es el proceso más económico y flexible, ya que las piezas y los abrasivos son fáciles de separar y, además, el cambio de las piezas y abrasivos es rápido, sobre todo cuando es necesario que los elementos abrasivos se cambien a menudo, puesto que disponen generalmente de un sistema integrado de manipulación de las piezas.



Máquina vibratoria en tubo

El tamaño y la forma de los elementos abrasivos es muy importante para obtener el acabado final deseado en determinadas zonas de las piezas, para evitar, por ejemplo, que los elementos pequeños se alojen en hendiduras o agujeros, y obtener de forma sencilla la separación simple de las piezas con los elementos abrasivos.

El nivel de agua puede tener un efecto no deseado en el proceso de vibrado, ya que un exceso de agua puede humedecer demasiado las piezas (pueden aparecer manchas, partes oscuras, etc.). Por esta razón en muchas máquinas vibratorias se ha previsto la provisión de un flujo controlado de agua con sus correspondientes aditivos.

Los aditivos también pueden jugar el mismo papel en las máquinas vibratorias que en las máquinas bombo, realzar la acción abrasiva,

aumentar el brillo, inhibir la corrosión, pero principalmente mantener limpias las piezas.

Otras de las variables características del proceso son: la amplitud de vibración, la cual es variable en todas las máquinas vibratorias, frecuencia de vibración, variable en algunas máquinas, tamaño y forma del recipiente y la relación de los abrasivos con las piezas.

Las capacidades y limitaciones de las máquinas vibratorias lineales son las siguientes:

- Gran versatilidad y rapidez. Las piezas largas pueden ser manipuladas con mayor facilidad y alcanzar con eficacia las hendiduras de las piezas.
- Se pueden obtener excelentes resultados en ciclos de 60 minutos o inferiores, siendo por lo tanto el proceso más económico y uno de los más empleados por parte de las empresas.
- La utilización de máquinas vibradoras no es muy recomendable cuando la precisión del trabajo deba ser muy alta, cuando sea necesaria una alta calidad del tratamiento o en el caso de que las piezas puedan tener componentes frágiles.
- La máquina de vibrado es más rápida que la utilización de los bombos, donde los procesos cíclicos son generalmente más largos. Por ejemplo, para eliminar rebabas el tiempo del proceso puede encontrarse entre 20 y 60 minutos, mientras que en el pulido a bombo el tiempo de proceso puede ser de varias horas.



Máquina vibradora con compartimentos separados para el tratamiento de piezas frágiles.

4.3 Máquinas centrífugas

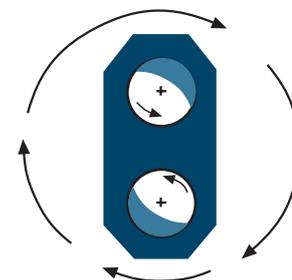
El principio de funcionamiento de las máquinas centrífugas se basa en el movimiento de una torre periférica que soporta un eje sobre el que se disponen tambores que giran en sentido contrario. La torre gira a alta velocidad en una dirección, mientras que los tambores giran a velocidad más baja en el sentido contrario a la dirección de la torre. Los tambores generalmente se cargan de manera similar con piezas, elementos abrasivos, agua y aditivos.

La torre crea una alta fuerza centrífuga compactando la carga dentro de los tambores en una masa. La rotación de los tambores provoca que los elementos abrasivos resbalen contra las piezas a procesar eliminando las rebabas y afinando la superficie, gracias al efecto multiplicador de la presión del material abrasivo sobre las piezas.

Los efectos de la fuerza centrífuga son producidos en ciclos bastante cortos, en comparación con las máquinas vibratorias.

Ello es debido a que una acción ligera de un abrasivo sobre la superficie produce grandes cambios sobre la misma. Si se varía la presión con la que un abrasivo actúa sobre una superficie se pueden obtener distintos acabados. Por lo tanto, acelerando el proceso de acabado los resultados en productividad y reducción de costes mejoran sustancialmente.

Con esta técnica se pueden obtener altas tolerancias incluso en piezas sensibles y obtener superficies con un acabado muy fino. Originalmente, las máquinas centrífugas se desarrollaron para piezas pequeñas y ligeras y componentes con tolerancias críticas a los que es difícil aplicar otros sistemas de tratamiento.



Además se pueden utilizar abrasivos muy pequeños permitiendo gran uniformidad de radios y aristas, así como un tratamiento eficaz en orificios y hendiduras.

El desarrollo de equipos de mayores dimensiones y de gran capacidad ha aumentado enormemente las posibilidades de la técnica. En máquinas centrífugas más innovadoras la carga, descarga y separación de las piezas y los abrasivos se produce de forma automática.

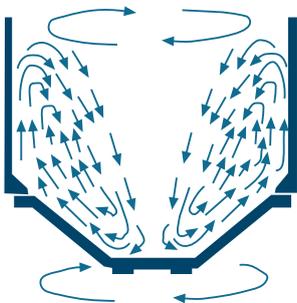
Las condiciones del proceso son similares al resto de procesos convencionales. Los tambores son cargados con los elementos abrasivos y aditivos, generalmente en proporción más elevada que en el resto de sistemas. Los tambores se llenan entre un 60-70% y el nivel de agua no es crítico, siendo inferior el nivel de carga total. La velocidad de rotación de los tambores y de la torre es variable. Teniendo en cuenta la fuerza desarrollada, los abrasivos más duros son los más indicados. Los abrasivos de piedra natural o cerámicos (denominados blandos) tienen tendencia a ser fracturados.

Una aplicación extremadamente importante de las máquinas centrífugas es la posibilidad de proporcionar fuerzas de compresión altas, incrementando la resistencia a la fatiga de las piezas. Las piezas también presentan un mejor acabado superficial.

Como en otros procesos de tratamiento, los componentes abrasivos eliminan rebabas de aristas y esquinas mientras se realiza el trabajo sobre la superficie de la pieza. La acción relativa en aristas y superficies puede ser controlada por la acción del tamaño de los abrasivos y la fuerza centrífuga, pero, evidentemente, no es posible conseguir el mismo efecto en todas las zonas de la pieza.

4.4 Máquinas de disco centrífugo

Las piezas y los elementos abrasivos son cargados en un recipiente trapezoidal. La base es un disco que proporciona una alta velocidad de rotación. El giro del disco fuerza y dirige la carga contra las paredes del recipiente, que actúan como freno. Por lo tanto, el rozamiento produce un alisamiento bajo una fuerza de 20 a 30 veces la fuerza de la gravedad.



Los resultados de la acción son muy rápidos. La siguiente figura muestra una máquina de disco centrífugo.

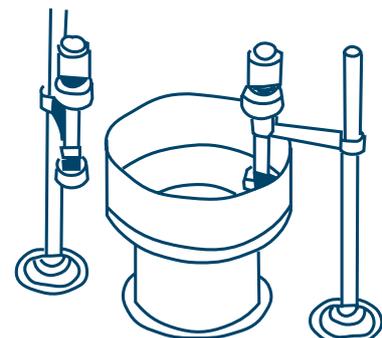
La apertura superior del recipiente es mayor en estos sistemas, por lo que las piezas pueden ser extraídas durante el proceso para comprobar su calidad. La carga, descarga y la separación de los abrasivos puede ser automatizada como en las técnicas anteriores.



4.5 Equipos de vibración con piezas situadas sobre un soporte vertical

Podríamos definirla como una técnica mixta. Es una combinación de máquina rotativa circular donde se han introducido los medios abrasivos; dispone de brazos o husos que proporcionan un movimiento a las piezas que se quieren procesar. El movimiento provocado produce rápidamente la acción deseada.

Las piezas presentan un movimiento planetario de rotación sobre el eje vertical y de rotación a lo largo de la cuba sobre un lecho de material abrasivo.



El sistema está adaptado a piezas delicadas de gran valor económico, piezas con geometrías complejas, piezas duras y difíciles de trabajar por otro método.

La duración del proceso raramente excede los 20 minutos. Permite la eliminación de rebabas, aristas y radios y acabados superficiales de alta calidad.

5 Tareas relacionadas con la vibración

Se distinguen dos operaciones básicas durante el proceso de vibrado:

1.- Manipulación de piezas y componentes

Se engloban las tareas relacionadas con la carga y descarga de los equipos. También se incluyen las operaciones de mantenimiento.

2.- Proceso con abrasivos (vibración)

Se engloban las tareas relacionadas con la puesta en marcha y control de los equipos de vibrado.

Dentro del proceso de vibrado podremos encontrar una serie de variantes y configuraciones en función de las características propias de cada máquina y de la instalación. Es por ello que se presentan indicaciones y recomendaciones que puedan abarcar el mayor número de situaciones posibles y que sirvan de guía para afrontar las condiciones de seguridad del proceso y permitan abrir el camino para detectar anomalías concretas en cada caso.

6 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Riesgo de impacto por caída de piezas

Teniendo en cuenta el tipo de piezas a procesar, la gravedad del riesgo de caída de las piezas durante la etapa de carga y descarga en las máquinas podrá variar en función del tamaño y peso de las piezas. El riesgo variará y será menor en función de si el equipo utilizado dispone de sistemas automatizados como sistemas de carga y descarga de piezas, etc.

Para evitar dichos peligros se deberán utilizar equipos auxiliares que faciliten la manipulación, en la medida de lo posible, como cestas portaobjetos. Además, se debe utilizar calzado de seguridad y señalar su uso obligatorio.

Sobreesfuerzos, riesgos relacionados con el manejo de cargas

Generalmente, en máquinas no automatizadas la carga de los abrasivos será realizada por los trabajadores de forma manual. Los riesgos asociados a dichas actividades serán los correspondientes a los riesgos derivados de la manipulación de objetos pesados (alimentación de piezas, carga de material abrasivo).

Se dispondrá de ayuda auxiliar manual o automática cuando la carga (envases de piezas) a manejar sea importante. La Guía del R.D. 487/97 sobre manejo manual de cargas elaborada por el INSHT establece el peso máximo de la carga a manipular de forma continua en 25 kg, siempre que las condiciones sean ideales (sin giros de tronco, carga próxima al cuerpo, agarre adecuado, etc.). En caso de superar este peso o en manipulaciones complicadas se debe realizar la manipulación con medios mecánicos o con la ayuda de otros trabajadores.

Es recomendable que el volcado de piezas se realice a una altura ligeramente por debajo de los codos del trabajador.

Se debe formar e informar a los trabajadores sobre el manejo correcto de cargas.

Riesgos mecánicos: corte, enganche

Durante las operaciones de manipulación de las piezas, antes de obtener el resultado de acabado superficial deseado se pueden producir cortes o enganches, ya que las piezas pueden tener aristas cortantes o rebabas.

Para evitar dicho peligro es necesaria la utilización de guantes mecánicos anticorte compatibles con los aditivos empleados para el manejo de piezas cortantes o con aristas delgadas. También es recomendable

la utilización de medios auxiliares de manipulación, como cestas portaobjetos.

Riesgo de atrapamiento / impacto con los elementos mecánicos

Durante el funcionamiento de la máquina se producen movimientos de elementos mecánicos que pueden resultar accesibles.

Para evitar peligros de atrapamiento con elementos de transmisión (cilindros, correas, etc.), dichas zonas se deberán proteger mediante resguardos fijos (o móviles con enclavamiento si se requiere un acceso frecuente a ellas).



En máquinas centrífugas deben existir resguardos móviles con enclavamiento que impidan el acceso a los elementos giratorios de la máquina durante su funcionamiento normal (capotas, puertas, trampillas...).

Para evitar los posibles golpes producidos por el movimiento de las máquinas deberán respetarse los espacios necesarios para la realización de las funciones de cada una de ellas (por ejemplo, entre el borde de la máquina y la pared deberá haber un espacio mínimo de 80 cm). Así mismo se deberá tener en cuenta las condiciones definidas en el R.D. 486/1997 sobre los lugares de trabajo.

En el caso de máquinas centrífugas y bombos vibratorios se puede colocar un vallado alrededor de las mismas, de forma que se impida el acceso a los operarios a la zona donde se encuentra la máquina en movimiento.

Riesgo de caídas al mismo nivel

Existe un riesgo de caídas al mismo nivel por suelo resbaladizo por la presencia de material abrasivo, agua y aditivos. Algunas causas pueden derivar de una falta de estanqueidad del equipo, carga inadecuada de material abrasivo, agua y aditivos, o falta de limpieza de la zona de influencia del equipo.

Para la prevención de este riesgo, emplear suelos antideslizantes o plataformas de tramos o rejilla que eviten que los trabajadores entren en contacto con superficies resbaladizas.

Para evitar acumulaciones, en el caso de caída de líquidos o material abrasivo éstos deberán recogerse inmediatamente después de producirse el derrame o caída, teniendo en cuenta el tipo de sustancias que se utilicen y las recomendaciones de las fichas de seguridad de los productos utilizados. Se deberá establecer un programa periódico de limpieza de la zona.

Riesgo de proyección de piezas

Un exceso de carga puede generar riesgos de lanzamiento de piezas a modo de proyectiles. Se deberán respetar las especificaciones de carga en todos los tipos de máquinas vibratorias, especialmente en los bombos rotativos:

Las medidas preventivas asociadas son:

- Verificación de que los equipos no sobrepasan la carga estipulada por el fabricante.
- En aquellas máquinas con posibilidad de cierre, como bombos rotativos, verificar que el dispositivo de cierre es adecuado (cierre estanco, enclavamiento...).
- Verificar la velocidad adecuada del proceso.

Riesgos derivados de la exposición al ruido y vibraciones

Por el tipo de función que deben realizar las máquinas se deberá tener en cuenta el alto nivel de ruido que se produce durante su funcionamiento.

Como medida preventiva se intentará, siempre que sea posible, llevar a cabo acciones correctoras sobre el foco emisor, como, por ejemplo, aislamiento del foco ruidoso (capotas), mantenimiento correcto de máquinas y equipos...

Se deberá actuar sobre el medio transmisor mediante la colocación de barreras de absorción, aislamiento

del proceso (por ejemplo: cerramientos insonorizados, aislamiento de las máquinas en determinados lugares de la nave...)

Para reducir la emisión sonora de los equipos, también se deberá tener en cuenta su correcto mantenimiento.

Dependiendo del equipo utilizado, habitualmente resultará necesario para el operario y las personas que se encuentren dentro del ámbito de funcionamiento de la máquina el uso de protectores auditivos. Dicha obligación deberá estar señalizada antes de acceder a la zona de trabajo.



Además deberá señalizarse el uso obligatorio de protección auditiva en la zona, así como establecer un programa de control periódico del ruido en la zona de trabajo.

En los puestos de trabajo en que se superan los 90 dBA, deben adoptarse las siguientes medidas preventivas:

- Reducir el nivel de ruido si técnica y razonablemente es posible.
- Uso obligatorio de protectores auditivos homologados.
- Señalización de la obligación de uso de protectores auditivos.
- Reconocimiento anual de la audición de los trabajadores.
- Medición anual del nivel de ruido.

Se deberá tener en cuenta el alto nivel de vibraciones que emiten este tipo de equipos. Para evitar la transmisión de vibraciones al cuerpo es conveniente que estos equipos e instalaciones se encuentren ubicados en lugares independientes a los puestos de trabajo habituales.

Para vibraciones transmitidas al cuerpo entero la norma nos indica los siguientes valores límite:

Valor límite de exposición diaria para 8 horas de exposición: 1,15 m/s² (nunca se puede superar).

Valor límite de exposición diaria para 8 horas que da lugar a una acción: 0,5 m/s² (a partir del cual, se deben adoptar medidas de control o reducción).

Riesgo de explosión por acumulación de vapores a presión

En equipos cerrados, como las máquinas rotativas, se puede producir acumulación de vapores a presión procedentes de los aditivos (por ejemplo, hidrógeno), que puede originar la formación de atmósferas explosivas. Para evitar dicha acumulación deberán disponer de sistemas (puertas, trampillas...) que permitan la liberación de los vapores acumulados o, en su caso, la colocación de sistemas de ventilación automática.

También se deberá evitar la presencia de posibles fuentes de ignición, especialmente durante la apertura del equipo.

Riesgo de inhalación de polvo, vapores, etc.

El riesgo es producido por la inhalación del polvo fino que se produce en el desgaste gradual de los materiales abrasivos durante su uso. Dicho riesgo puede ocasionar problemas respiratorios asociados a la inhalación de polvo particulado. Hay que destacar que, además, se pueden producir vapores por el tipo de aditivos usados durante el proceso de vibrado.

Este riesgo no suele ser significativo, ya que habitualmente no se encuentran los trabajadores en la zona de influencia del equipo, siendo además la concentración de aditivos bastante baja.

En el caso de que el tamaño de partícula del abrasivo sea reducido, las operaciones de la carga / sustitución de abrasivo en el equipo deben realizarse de forma que se disperse la mínima cantidad de polvo en el ambiente, considerando la necesidad de llevar protección respiratoria antipolvo.

Para casos puntuales puede ser necesario establecer medidas para eliminar o reducir el riesgo, tales

como la colocación de sistema de extracción localizada y el uso de protección respiratoria certificada. Dependiendo de las instalaciones y zonas donde se encuentran las máquinas, podría ser suficiente con el sistema de ventilación natural o forzada de la nave. Las medidas a adoptar deberán determinarse, así mismo, teniendo en cuenta las mediciones correspondientes del puesto de trabajo.

Durante la manipulación de los aditivos y los materiales abrasivos es necesario el uso de guantes resistentes a dichos productos, teniendo en cuenta las instrucciones de las fichas de seguridad de las sustancias tóxicas que se emplean.

Deberán seguirse hábitos de higiene adecuados que garanticen la salud de los operarios (como lavarse las manos antes de comer) y que eviten la posibilidad de contacto con las sustancias tóxicas.

Peligro eléctrico

La instalación eléctrica de la máquina deberá cumplir con las exigencias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las disposiciones establecidas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Es de destacar la necesidad de protección contra contactos directos mediante el recubrimiento de partes activas de la instalación, y contra contactos indirectos mediante sistemas de protección ante derivaciones o fugas (por ejemplo, interruptores diferenciales) y conexión a tierra de la instalación.

Para evitar el riesgo eléctrico asociado a la utilización de las máquinas, en general deben realizarse verificaciones visuales previas y periódicas del estado del equipo por lo que respecta a la instalación eléctrica, como por ejemplo realizar una inspección periódica del estado del cableado, verificando que el cableado y otros elementos del sistema se encuentran en buenas condiciones (cables sin peladuras, dispositivos de protección en buenas condiciones, etc.).

Antes de realizar cualquier revisión / modificación interna a la máquina, la persona encargada del mantenimiento deberá desconectar y separar la fuente de energía eléctrica, a fin de evitar los posibles riesgos eléctricos por contacto directo o indirecto.

6 Bibliografía

- *Metals Handbook. Surface Cleaning, Finishing and Coating.*
- *Mechanical deburring and surface finishing technology.*

VIBRACIÓN



Definición

Es un proceso de tratamiento mecánico en el que se consigue una superficie uniforme mediante la introducción de las piezas en un recipiente junto con medios abrasivos, agua y aditivos, para posteriormente aplicarles movimientos vibratorios o rotativos, produciéndose el contacto de las piezas con los medios para conseguir la mejora del acabado.

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)



Por ejemplo:

- Citrato sódico
- Tartrato sódico potásico
- Cianuro sódico
- Hidróxido sódico
- EDTA tetrasódico
- Carbonato sódico
- Fosfato trisódico
- Bisulfato sódico
- Dicromato sódico

Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



OBLIGACIONES

- Debe comprobarse que los resguardos protectores de los equipos están adecuadamente colocados antes de poner en marcha la máquina (tapas, resguardos fijos de protección de los elementos móviles, cierres en el caso de bombos rotatorios, etc.).
- Cuando la carga sea muy pesada se deberán utilizar equipos auxiliares de manutención.
- Atender a las indicaciones del etiquetado y de las fichas de seguridad de los aditivos que se empleen.
- Los recipientes deberán conservarse cerrados.
- En el caso de derrame o caída de abrasivos, limpiar la zona inmediatamente después para evitar superficies resbaladizas.
- En el caso que exista una sala de vibrado, se deberán cerrar las puertas durante el funcionamiento.

PROHIBICIONES

- Prohibido utilizar la vibradora para otros usos diferentes de aquel para el que fue diseñada.
- Prohibido superar la carga máxima definida por el fabricante de la máquina.
- Prohibido el paso a la zona de aquellas personas que no lleven la correspondiente protección auditiva.
- Prohibido generar fuentes de ignición en los alrededores de los equipos.
- Prohibido comer, beber o fumar junto a los equipos.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- Lubricar periódicamente aquellas zonas de la máquina que se encuentren en continuo movimiento.
- Limpiar periódicamente la zona de trabajo y los alrededores, evitando acumulación de sustancias.
- Todas las operaciones de reglaje / mantenimiento deben realizarse con la máquina parada.

ANÁLISIS DE RIESGOS: VIBRACIÓN

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Impacto por caída de piezas	Manipulación indebida de cargas	Carga de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de medios auxiliares de manipulación. - Disponer de sistema de alimentación automatizado cuando sea posible. - Utilización de calzado y guantes de seguridad.
Sobreesfuerzos	Manipulación indebida de cargas	Carga de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> - No manipular cargas excesivas y pesadas (no superar los 25 kg). - Utilizar medios auxiliares de manipulación.
Inhalación vapores. Inhalación polvo metálico / vapores sustancias tóxicas.	Emanación de vapores de los aditivos	Carga de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de sistema de extracción localizada (en caso necesario). - Ventilación general (natural o forzada) adecuada. - Utilización de equipos de protección respiratoria adecuados. - Seguir las instrucciones de las fichas de seguridad de las sustancias químicas.
Contacto cutáneo	Utilización de sustancias químicas en el proceso	Carga de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de guantes resistentes a las sustancias utilizadas. - Seguir las instrucciones de las fichas de seguridad. - Hábitos de higiene adecuados.
Cortes o enganches	Aristas vivas o rebabas en las piezas	Carga de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de medios auxiliares de manipulación (cestas portaobjetos). - Utilización de guantes para la manipulación de las piezas.
Caídas al mismo nivel	Derrames – limpieza inadecuada	Carga de la máquina - vibrado	<ul style="list-style-type: none"> - No sobrepasar la capacidad máxima de la máquina teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante. - Colocación alrededor de la máquina de plataforma de tramos o rejilla. - Establecer procedimientos de limpieza. - Recoger el derrame inmediatamente después que se produzca.
Proyección	Sobreexceder carga máxima	Vibrado	<ul style="list-style-type: none"> - No sobrepasar la capacidad máxima de la máquina teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante. - Verificar parámetros como la velocidad adecuada del equipo. - En caso de posibilidad de cierre de puertas, asegurarse de su cierre adecuado.
Golpes / atrapamientos	Elementos de transmisión accesibles (correas, ejes...)	Vibrado	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación de resguardos protectores en zonas móviles. - Respetar espacios mínimos para evitar impactos (entre máquina y obstáculo 80 cm como mínimo).
Peligro de explosión	<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia extracción localizada. - Generación de atmósferas explosivas (en equipos cerrados). 	Vibrado	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilación general (natural o forzada) adecuada. - En caso de tambores, colocar sistemas en la máquina que liberen la presión (aberturas, puertas...). - Evitar la presencia de fuentes de ignición en las proximidades del equipo.
Vibraciones	Vibración del equipo	Vibrado	<ul style="list-style-type: none"> - Aislar los equipos del resto de puestos de trabajo. - Realizar mediciones de exposición a vibraciones.

ANÁLISIS DE RIESGOS: VIBRACIÓN

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Peligro de ruido	Emisión sonora elevada debido al funcionamiento de la máquina	Vibrado	<ul style="list-style-type: none"> - Intentar aislar la fuente de ruido. - Ubicación de las máquinas en zonas aisladas y alejadas. - Mantenimiento correcto de la máquina. - Utilización de protección auditiva adecuada. - Control periódico del nivel de ruido. - Señalización de la protección auditiva obligatoria en la zona.
Riesgo eléctrico	Deficiente estado eléctrico	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión periódica de las condiciones eléctricas del equipo. - Seguimiento de las especificaciones del manual de instrucciones.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE VIBRACIÓN

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A  Lugares de trabajo	
1. El espacio de trabajo está limpio y ordenado, libre de obstáculos y con el equipamiento necesario.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. La zona de trabajo y/o equipo se encuentra libre de sustancias en suelo (material abrasivo, agua, otras sustancias, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. Se han establecido y se siguen instrucciones de orden y limpieza con la periodicidad adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. Se respetan los espacios necesarios teniendo en cuenta el modo de funcionamiento y los movimientos de las máquinas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. El almacenamiento de abrasivos se realiza en lugares específicos para tal fin, con espacio suficiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B  Equipos de trabajo/instalaciones	
6. Existen resguardos de tipo fijo que impiden el acceso a las zonas en movimiento de la máquina (cilindros, correas de transmisión, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. Los resguardos están en condiciones adecuadas (robustez, sujeción, distancia suficiente a riesgo).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
8. Los resguardos o dispositivos de seguridad están correctamente ubicados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. La máquina dispone de manual de instrucciones.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. El operario conoce el manejo de los equipos en sus diferentes modos de funcionamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. Están protegidas / señalizadas las zonas de paso junto a las máquinas cuyo movimiento pueda ser peligroso (máquinas rotativas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. Se respeta lo dispuesto para locales con riesgo de corrosión según lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria 30 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 30).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. La instalación neumática se encuentra en buen estado (fijaciones correctas, ausencia de mangueras deterioradas y fugas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
17. Se revisa periódicamente la instalación neumática del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

18. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
C <input type="checkbox"/> Sustancias químicas	
20. Están suficientemente identificadas y correctamente señalizadas las sustancias tóxicas utilizadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. Se dispone de las fichas de seguridad de todos los productos utilizados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. Conocen las personas expuestas los riesgos de esas sustancias.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
D <input type="checkbox"/> Incendio/explosión	
23. Está prohibido fumar (señalizado) en zonas o máquinas que pueden crear atmósferas explosivas (como, por ejemplo, en máquinas rotativas, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Las materias y productos inflamables están separados de cualquier fuente de ignición (chispas producidas por equipos, superficies calientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Las máquinas vibradoras cerradas en que se acumulan vapores (como las máquinas rotativas) disponen de puertas y trampillas para la liberación de dichos vapores.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
26. Existen medios de extinción (extintores, BIE) en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
E <input type="checkbox"/> Condiciones ambientales	
27. Existe un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Se conoce el nivel de ruido presente en el ambiente de trabajo como resultado de las mediciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. En caso de exposición de trabajadores a las vibraciones, se conoce el nivel de vibraciones como resultado de las mediciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. Se ubican en locales separados del resto de procesos los equipos que generan ruido.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
31. Los equipos disponen de sistema de cierre para limitar el nivel de ruido emitido.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Se cumplen las medidas preventivas tendentes a la reducción de la transmisión de las vibraciones (dotación de bancadas antivibratorias, fijación adecuada de las máquinas, mantenimiento correcto...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
F <input type="checkbox"/> Equipos de protección individual	
35. Se dispone de protección auditiva.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. Se dispone de guantes mecánicos anticorte y compatibles con los aditivos empleados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Se dispone de protección respiratoria antipolvo, en el caso de que durante las acciones de manipulación se disperse polvo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. Se dispone de calzado de seguridad frente a la caída de objetos pesados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

39. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
41. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
42. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. En el caso de que las máquinas vibratoras se encuentren en un recinto cerrado y separado del resto de la nave, señalar el uso obligatorio de protección auditiva.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

45. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. Se dispone de plataforma supletoria para facilitar el vertido / volcado de piezas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
47. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos (transpaletas, polipastos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. Las manipulaciones implican posturas forzadas continuadas de muñeca.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>



Decapado químico ácido

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

1.- Proceso de decapado

2.- Método de aplicación

- Decapado por inmersión
- Decapado por aspersión
- Decapado a bombo
- Limpieza electrolítica

3.- Factores limitantes

4.- Equipamiento

- Sistemas de inmersión
- Tanques para limpieza electrolítica
- Tanques de enjuague
- Sistemas de aspersión
- Equipo de calefacción
- Secado
- Manipulación y traslado de piezas

5.- Control de variables de proceso

- Agitación
- Temperatura de trabajo

6.- Mantenimiento

7.- Tareas relacionadas con el decapado

- Formulación del baño
- Fijación / extracción de piezas en bastidores / bombos
- Utilización del baño
- Mantenimiento del baño
- Transferencia del baño
- Mantenimiento de elementos auxiliares

8.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

- Caídas de personas al mismo nivel
- Cortes y/o golpes con las piezas / bastidores
- Sobreesfuerzos
- Reacciones intempestivas
- Fugas y derrames
- Proyecciones
- Contacto cutáneo / ocular
- Inhalación de aerosoles
- Ingestión de productos químicos
- Explosiones

Anexo I - Clasificación de los baños de decapado químico ácido en función del metal

Anexo II

9.- Bibliografía

FICHA INFORMATIVA
FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de decapado

El decapado es un proceso que se emplea para eliminar óxidos metálicos, incrustaciones y otros contaminantes de las superficies metálicas.

Este tratamiento deja una superficie químicamente limpia y adecuada para posteriores tratamientos superficiales.

Los medios decapantes pueden ser ácidos puros o mezclas de ácidos, disueltos en agua. Los baños decapantes pueden contener otros aditivos como humectantes, detergentes, antiespumantes e inhibidores.

Los inhibidores se emplean para limitar el ataque ácido a las capas de óxido, evitar la disolución del metal base y por tanto el consecuente desprendimiento de hidrógeno. La adición de inhibidores también permite reducir el consumo de ácido.

Las composiciones de los baños y la temperatura de trabajo dependen del material a decapar. En el anexo I se muestran en forma de tabla algunos ejemplos de baños en función del metal decapado.

En algunos casos es necesario aplicar un decapado electrolítico. En este tratamiento, las piezas se sumergen en una solución de decapado químico y se les aplica una corriente continua. La pieza se sitúa de ánodo, la disolución selectiva unifica la superficie de la pieza, realizando al mismo tiempo un pulido electrolítico. Se aplican densidades de corriente altas y como contraelectrodo se introduce un material inerte, como puede ser el plomo.



2 Métodos de aplicación

El decapado se puede aplicar por inmersión, por aspersión o por bombo. El método seleccionado depende de la naturaleza de los óxidos a eliminar, el tamaño y la forma de la pieza, la cantidad de piezas a decapar y el tipo de agente decapante empleado.

Decapado por inmersión

Es el método de decapado más versátil y utilizado. Las piezas se pueden disponer en cestas o bastidores, y la operación puede ser manual o automática, con o sin agitación y a temperatura ambiente o a altas temperaturas. La eficacia de este sistema dependerá de la forma de las piezas y de su disposición en los bastidores. Una buena disposición de las piezas evita que el aire quede atrapado en las zonas cóncavas y facilita el contacto de la disolución con todas las partes de la pieza.

Decapado por aspersión

Se emplea para decapar grandes cantidades de piezas voluminosas. Para ello se dispone de varios difusores en multietapa dispuestos de forma que el alcance del baño pulverizado cubra toda la superficie de las piezas. Las piezas pueden estar dispuestas sobre bastidores o colgadas en ganchos.

En este caso, el líquido decapante que no alcanza la pieza o el procedente de su escurrido se recogen en una cuba inferior y se reutiliza en el proceso.

Decapado a bombo

Se emplea para decapar grandes cantidades de piezas de pequeño tamaño. Para ello las piezas se introducen en el interior de unos dispositivos denominados bombos. Los bombos son unos cilindros metálicos perforados, dotados de un mecanismo de rotación, que se sumergen en el baño de decapado.

Junto con las piezas, se puede añadir un medio inerte que evita los choques entre piezas e impide que se dañen innecesariamente.

El decapado a bombo se suele emplear a temperatura ambiente. Asimismo se pueden utilizar baños en caliente en función de la naturaleza de la suciedad a eliminar.

Limpieza electrolítica

La limpieza electrolítica consiste en un decapado con aplicación de corriente. La limpieza es efectiva por tres motivos: la acción del ácido, la acción mecánica de las partículas del gas desprendidas de la superficie metálica y la reducción química de la superficie metálica.

Los baños de decapado electrolítico son utilizados como etapa de limpieza final previa a los recubrimientos electrolíticos.

Los ciclos de permanencia en el baño electrolítico deben ser cortos, normalmente inferiores a 2 minutos. La distribución de la corriente en la pieza debe ser uniforme, ya que un ataque localizado puede dañar la pieza.

3 Factores limitantes

En cualquier proceso de decapado ácido siempre existe un ataque a la superficie. En muchos casos este ataque supone una ventaja para las siguientes operaciones de recubrimiento; sin embargo, si el ataque excesivo al metal se convierte en un inconveniente se deberían buscar otras alternativas.

Las limitaciones del decapado ácido incluyen:

- Incapacidad de eliminar gruesos depósitos de aceite o grasa.
- Ataque del metal base, incluso introduciendo inhibidores en el baño.
- Necesidad de emplear equipos resistentes a atmósferas corrosivas.

4 Equipamiento

Sistemas de inmersión

Todas las cubas deben estar construidas en materiales resistentes a ácidos. Normalmente suelen estar fabricadas en material con una gran resistencia mecánica (acero u obra civil) y recubiertas con materiales resistentes a ácidos, como caucho o materiales plásticos.

Si las operaciones de decapado emplean únicamente soluciones ácidas, una instalación convencional por inmersión consistirá en:

- Un tanque de inmersión resistente a soluciones ácidas, capaz de ser calentado hasta 82° C.
- Dos tanques para enjuagues de agua corriente.
- Instalaciones de secado.

Son posibles varios grados de automatización con los sistemas por inmersión. Si las piezas están dispuestas en bastidores o en bombos, éstos pueden ser transportados mediante un sistema guía que mueve las piezas en sentido longitudinal y también ascendente y descendente según un ciclo predeterminado (puente grúa, pórtico...).

Tanques para limpieza electrolítica

Los tanques deben estar contruidos en materiales resistentes a ácidos. Se recomienda una extracción local para la eliminación de gases del tanque electrolítico.

Los electrodos utilizados en dicho tanque suelen ser de plomo.



Tanques de enjuague

Deben ser de tamaño pequeño pero compatible con la pieza más grande a enjuagar, de forma que sea posible una buena manipulación. Para un caudal determinado, los tanques pequeños permiten un mejor mezclado y una eliminación más eficiente de las impurezas. Si se emplean enjuagues en serie lo ideal es que sean de tamaño uniforme, para que el control de caudal sea más efectivo.

El PVC es un material adecuado para la construcción de tanques de enjuague. El polipropileno también se suele utilizar, ya que puede soportar temperaturas más altas que el PVC.

Los tanques de enjuague pueden estar equipados con controles que purguen automáticamente los tanques cuando las impurezas alcancen una determinada concentración, como, por ejemplo, un seguimiento en continuo de la conductividad.

Sistemas por aspersión

El número de estaciones es variable, pero suele disponer de un sistema de 5 etapas, empleado fundamentalmente para piezas de gran tamaño. El proceso se completa con dos o tres etapas sucesivas de enjuagues por aspersión. Las piezas son transportadas de etapa en etapa a través de una cadena de transporte o un sistema monorraíl; pueden transportarse de forma individual o dispuestas en bastidores.

Equipo de calefacción

Consiste generalmente en resistencias eléctricas. Los baños ácidos raramente se calientan más de 82° C. Los rangos de temperatura más frecuentes oscilan entre 60 y 71° C.

Secado

El secado se realiza normalmente por aire caliente. Sin embargo, las temperaturas superiores a 76° C no se emplean por motivos económicos.

Manipulación y traslado de piezas

El traslado de piezas puede ser manual o automático, mediante sistemas de cadenas de transporte o elevación o por una combinación de los mismos.

Los bastidores, ganchos, cestas y bombos se suelen realizar con metal resistente a ácidos. Las piezas más grandes suelen ser transportadas de forma individual por una cadena motorizada.

5 Control de variables de proceso

Agitación

La agitación, tanto del baño como de las piezas, suele ser necesaria en todos los sistemas. En los sistemas en spray, la agitación es proporcionada por el choque del líquido sobre las piezas, y este choque está controlado básicamente por la presión (las presiones normalmente se encuentran entre 100 y 170 kPa).

Los sistemas de inmersión emplean una variedad de métodos de agitación. En los sistemas de inmersión manuales las piezas se agitan mediante entrada, salida y giro de los bastidores. La agitación por aire o la agitación mecánica también es efectiva para estos sistemas.

En sistemas de inmersión automática, el propio movimiento de las piezas proporciona suficiente agitación.

En los sistemas a bombos, la agitación de las piezas y de la disolución se produce por la propia rotación del bombo.

En la limpieza electrolítica, la agitación se produce a partir del desprendimiento de gas, que produce además una acción de "rascado".

Temperatura de trabajo

Aunque la eficacia de eliminación de óxido aumenta cuando se eleva la temperatura, las soluciones ácidas calientes presentan los siguientes inconvenientes:

- El ataque a las piezas aumenta con la temperatura.
- Los aditivos se deterioran más rápidamente.
- Las superficies se pueden secar antes de llegar a los enjuagues.
- La vida del tanque disminuye al aumentar la temperatura.

6 Mantenimiento

Para obtener resultados óptimos y consistentes, es necesario un programa de mantenimiento regular.

Diario:

- Comprobar y ajustar las boquillas de los aspersores.
- Limpiar las pantallas de los sistemas por aspersión.
- Comprobar temperatura y concentración de la disolución.

Semanal:

- Decantar o bombear y reforzar los baños.
- Eliminar lodos de tanques, de sistemas de calefacción y de reguladores de temperatura.
- Purgar los sistemas por aspersión.
- Limpiar las boquillas de los aspersores.

Mensual:

- Inspeccionar los sistemas de extracción.
- Limpiar el exterior de los tanques.
- Inspeccionar bombas en los sistemas por aspersión.
- Inspeccionar boquillas de sistemas de aspersión y reemplazarlas si es necesario.

Semestral:

- Limpiar resistencias calentadoras y campanas extractoras.
- Limpiar y pintar piezas exteriores.
- Limpiar las incrustaciones de todos los elementos.
- Desmontar y reparar bombas.

7 Tareas relacionadas con el decapado

Formulación del baño

Consiste en la preparación de las disoluciones de los productos químicos que formarán parte del baño. Los productos sólidos se pesan en balanzas y los líquidos se miden por volumen. Posteriormente se disuelven en un volumen adecuado de agua. Para facilitar su disolución puede aplicarse agitación o calor o ambos procedimientos.

El proceso de adición de reactivos puede ser manual o automático a través de bombas y conducciones.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Proyecciones
- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular
- Sobreesfuerzos
- Fugas, derrames.

Fijación / extracción de piezas en bastidores / bombos

Consiste en la disposición de las piezas a decapar en el interior de los bombos o enganchados en los bastidores.

Este proceso suele ser manual en el caso de los bastidores debido a sus características; en el caso de los bombos puede realizarse de forma automática.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Contacto cutáneo u ocular
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes.

Utilización del baño

Consiste en la entrada y salida de piezas del baño y la transferencia de piezas entre baños y enjuagues.

Este proceso puede ser manual o automático, en función del tamaño y las características de las piezas a decapar.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Explosiones
- Proyecciones
- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular
- Ingestión
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes
- Caídas al mismo nivel.

Mantenimiento del baño

Para que el baño funcione de forma adecuada, es necesario que todos los parámetros de formulación estén dentro de unos intervalos. Para ello es imprescindible realizar controles periódicos de: pH, nivel de baño, ajustes de concentración, añadir aditivos, compensar pérdidas por evaporación, arrastre, etc. Normalmente se realiza una toma de muestra periódica y se analizan los componentes principales del baño; en función de los resultados se añaden o compensan los reactivos necesarios.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Proyecciones
- Reacciones intempestivas
- Sobreesfuerzos
- Fugas y derrames
- Contacto ocular.

Transferencia del baño

Consiste en el vaciado del baño por gravedad o bombeo y su disposición en otro lugar. Esta operación se realiza con el fin de limpiar depósitos, recoger piezas del fondo o para retirar el baño agotado.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Proyecciones
- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Fugas y derrames
- Contacto cutáneo / ocular.

Mantenimiento de elementos auxiliares

Estas operaciones auxiliares facilitan que todos los elementos y accesorios se encuentren en perfecto estado, con el fin de que el proceso se desarrolle de la forma más eficaz. Entre otras tareas podemos destacar: limpieza de boquillas de aspersores; limpieza de sistemas de aspersión; limpieza de tanques; revisión y/o limpieza de sistemas de extracción; revisión – limpieza – reparación de bombas; revisión – limpieza – reparación de campanas extractoras; limpieza de incrustaciones de elementos fijos y móviles: conducciones, resistencias, válvulas, etc.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Proyecciones
- Reacciones intempestivas
- Contacto cutáneo u ocular
- Inhalación de productos químicos
- Fugas y derrames.

8 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Caídas de personas al mismo nivel

Pueden tener su origen en suelos deslizantes como consecuencia del goteo de baño procedente de las piezas al salir o entrar del baño.

Para evitar caídas es necesario:

- Disponer de barras de goteo sobre los baños donde depositar los bastidores el tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos.
- En sistemas automáticos, determinar un tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos.



- Utilizar calzado impermeable con suelas de característica antideslizante. Señalar su uso obligatorio de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Emplear suelos antideslizantes o plataformas de tramos o rejilla que eviten que los trabajadores entren en contacto con superficies resbaladizas.
- Disponer de un procedimiento de limpieza periódica. Limpiar inmediatamente las fugas o derrames para evitar charcos o suelos húmedos.
- Comprobar el estado de los recipientes para controlar desperfectos.

Cortes y/o golpes con las piezas / bastidores

Los cortes se pueden producir debido a que tanto las piezas como el propio bastidor o bombo pueden tener aristas o filos que pueden herir al operario en el proceso de manipulación. Los golpes se producen cuando hay personas en la trayectoria de movimiento de los bastidores, o debido a objetos que se encuentren en el área de paso.

Para evitar o minimizar el riesgo de cortes:

- Examinar la carga antes de manipularla tratando de localizar zonas que puedan resultar peligrosas en el momento de su agarre (aristas, bordes afilados, etc.).
- Utilizar guantes de seguridad anticorte marcado “CE” al colocar las piezas en el bastidor, cestas, etc. Señalar su uso obligatorio en el puesto de trabajo y/o en el propio equipo.



Para evitar o minimizar el riesgo de golpes:

- Limitar la entrada de personal no autorizado en las proximidades del baño. Señalar.
- Para sistemas automáticos de movimiento de piezas, proteger mediante resguardos mecánicos y/o con sistemas de parada de emergencia las zonas de movimiento de bastidores.
- No sobrecargar los bastidores. Conocer la carga máxima.
- Comprobar que las piezas están correctamente dispuestas en los bombos / bastidores para evitar riesgos de colisión y caídas.
- No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo. Retirar los objetos que obstruyan estas zonas.
- Establecer procedimientos o instrucciones de orden y limpieza
- Utilización de calzado de seguridad certificado “CE”. Señalar su uso obligatorio.

Sobreesfuerzos

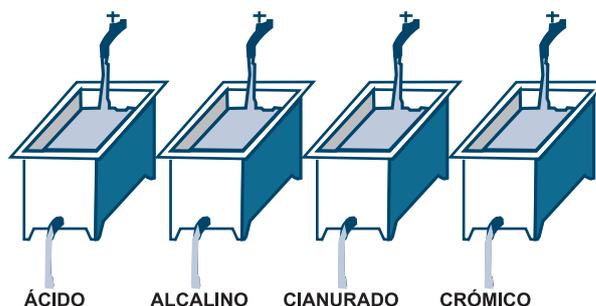
Se deben a un manejo de cargas durante la adición manual de productos en la tarea de formulación o de mantenimiento de baños. También pueden ser ocasionados durante la elevación o el transporte manual de bastidores, cestas y/o bombos. Este riesgo es especialmente importante si el proceso es manual.

- Para reducir la tensión o el sobreesfuerzo asociado al levantamiento de cargas pesadas, la estación de trabajo debería estar configurada de forma que el rango de alturas se encuentre entre la altura de las rodillas (preferiblemente de los nudillos) y la altura de los hombros del trabajador.
- Se dispondrá de ayuda auxiliar manual o automática cuando la carga a manejar (bidones sacos de reactivos) sea importante. La Guía del R.D. 487/97 sobre manejo manual de cargas elaborada por el INSHT establece el peso máximo de la carga a manipular de forma continua en 25 kg, siempre que las condiciones sean ideales (sin giros de tronco, carga próxima al cuerpo, agarre adecuado, etc.) y es recomendable no superar los 15 kg. En caso de superar este peso o en manipulaciones complicadas se debe realizar la manipulación con medios mecánicos o con la ayuda de otros trabajadores.
- En procesos manuales, para evitar la carga estática producida por la sujeción mantenida de las piezas, cestas, etc. durante el tiempo de escurrido, es recomendable disponer de una barra de goteo que soporte los bastidores o cestas.
- Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas.
- Organización del trabajo: alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes, hacer pausas, alternar posturas...
- Minimizar las posturas forzadas de muñeca durante la colocación de piezas en bastidores.
- En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a manejo de cargas o posturas forzadas, etc., se precisa una valoración específica de la carga física del puesto de trabajo.

Reacciones intempestivas

Tienen su origen en el contacto de sustancias incompatibles entre sí. Ejemplo: formación de ácido cianhídrico (HCN), o en explosiones por acumulación de hidrógeno y chispa eléctrica, cubas que contengan restos de otros productos...

- Sólo el personal autorizado y que conozca las reglas de seguridad correspondientes a la manipulación de productos químicos debe realizar las adiciones de los reactivos químicos al baño de decapado.
- Los baños deberán tener una ficha de baño, con indicaciones necesarias para su formulación, establecimiento de las condiciones de trabajo (temperatura, concentraciones, pH, etc.) y análisis, establecida por los proveedores de los productos, donde se indicarán las operaciones a efectuar y los tratamientos a realizar.
- Se deberán seguir cuidadosamente los procedimientos de formulación del baño (añadir siempre el ácido al agua, añadir el ácido en frío, no calentar hasta que se haya disuelto el ácido, etc.).
- Se deben leer y comprender las fichas de seguridad de los productos químicos antes de iniciar el proceso.
- Se deberá asegurar que las tuberías, conducciones y los equipos a emplear (bombas, etc.) están perfectamente limpios y sin restos de productos de anteriores operaciones.
- Se deben conocer las incompatibilidades entre los baños.
- Definir una secuencia lógica en el movimiento de piezas con el fin de evitar errores en la introducción de piezas en los baños.
- Mantenimiento adecuado de los bastidores para evitar acumulación de sustancias químicas en su interior.
- Emplear sistemas de extracción para evitar la acumulación de gases reactivos (hidrógeno).
- Se deberá asegurar que los productos utilizados para la limpieza son compatibles con los productos del baño.



- Los productos oxidantes (por ejemplo, ácido sulfúrico) no deben entrar en contacto con sustancias orgánicas.
- Los ácidos concentrados deben ser almacenados conjuntamente y alejados de sales cianuradas y/o básicas.
- En el caso de que el decapado formara parte de una línea general de baños, debe comprobarse que el drenaje de los baños y los desagües evitan el mezclado de efluentes incompatibles ácidos / cianurados o efluentes concentrados ácidos / alcalinos.
- Las tapas móviles en los baños pueden protegerlos de contaminaciones externas que podrían originar reacciones intempestivas.

No obstante lo anterior, se deberá tener en cuenta, en el almacenamiento de sustancias químicas, lo indicado en el Real Decreto 379/2001, Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias, en particular la MIE-APQ-6, Almacenamiento de líquidos corrosivos.

Fugas y derrames

Pueden producirse por:

- Desbordamiento de cubas en los transvases y adición de productos químicos en tareas como formulación, mantenimiento y transferencia, cuando la capacidad de la cuba es inferior al volumen de líquido que puede contener. Por ejemplo, este riesgo puede aparecer cuando la formulación se realiza en una cuba auxiliar y posteriormente se transvasa el baño formulado.



- Presencia de poros, grietas o fisuras de las cubas que contienen los baños, debido, por ejemplo, a un mantenimiento inadecuado de las mismas.
- Fugas en las uniones entre conducciones durante operaciones de transvase, favorecidas por la presión mecánica o hidráulica a la hora de realizar las descargas o trasiegos.

Algunas condiciones a tener en cuenta en relación con la instalación son:

- Las cubas y su recubrimiento interior deben tener una resistencia química y mecánica adecuadas y compatibles con los productos que van a contener (consultar ficha del baño según proveedor).
- Las cubas deberán tener rebosaderos y contenedores de seguridad para recogida de fugas y/o derrames.
- Los niveles deben estar visibles y deben existir detectores de nivel alto para cortar la entrada de agua y de reactivos, incluidas las cubas móviles para transferencias.
- Se deberán comprobar las cubas del proceso, los envases de almacenamiento de producto concentrado y las conducciones de trasiego, de forma que no tengan poros, grietas ni fisuras.

En las tareas de formulación, utilización, mantenimiento y transferencia de baños se deberán tener en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Se deberá comprobar la capacidad de la cuba y los volúmenes de baño a trasegar y piezas a introducir.
- Introducir recipientes debajo de las válvulas para recogida de posibles goteos.
- Los envases se deberán cerrar después de su utilización.
- Durante el llenado de la cuba, debe dejarse una altura libre de al menos 20 cm para evitar desbordamientos. En el caso de los bombos debe ser igual al diámetro de éstos.

- Disponer de una instrucción para la recogida de fugas y/o derrames, en que se indique los medios necesarios: equipos de protección individual a utilizar, material absorbente y material de limpieza en función del derrame, y otros medios de contención, en su caso.



Proyecciones

Pueden tener diferentes orígenes:

- Reacciones intempestivas (reacciones incompatibles o explosiones).
- Introducción brusca de piezas, útiles o aditivos en el baño.
- Caída de piezas por posicionamiento inadecuado en bastidor o bombo.
- Velocidad de transvase de líquido excesiva durante la transferencia (por ejemplo: en bombas de trasiego de productos desde grandes contenedores).

- Goteo de baño de las piezas.
- Cuando los elementos a revisar / limpiar todavía contienen restos de baño.

Para evitar reacciones intempestivas y/o explosiones:

- Asegurarse de que las válvulas están cerradas antes de encender las bombas de trasiego.
- Los tanques, válvulas y conducciones deberán estar claramente etiquetados de manera comprensible. Las etiquetas deberán indicar la naturaleza del contenido, la temperatura de trabajo, la naturaleza del peligro y su tratamiento de emergencia.
- Los bidones de reactivos (ácidos concentrados) deben tener al menos un respiradero. Si esto no es posible, el tapón se deberá abrir con cuidado para permitir a los gases comprimidos escapar de forma lenta. Una vez igualadas ambas presiones, se puede destapar sin peligro.
- Se debe introducir los reactivos y piezas con cuidado en el baño.
- Liberar la presión de los conductos al finalizar el proceso.
- Regular la velocidad de entrada y salida de piezas en el baño.
- Comprobar que las conducciones están vacías al finalizar la tarea de transferencia del baño y antes de realizar las operaciones de mantenimiento.
- Estudiar la posibilidad de emplear sistemas automáticos de adición de reactivos, evitando en lo posible el vertido libre desde recipientes.
- En las tareas de transferencia, en la medida de lo posible, evitar las tuberías flexibles para el traslado de productos / baños y dar prioridad a las instalaciones fijas para el transvase de productos.

Contacto cutáneo / ocular

Puede ser directo como consecuencia de una fuga, una proyección o una reacción intempestiva, o indirecto por contacto con ropa sucia, envases en mal estado, falta de higiene personal, etc. Los ácidos, incluso en su forma más diluida, pueden provocar daños en ojos y otras partes del cuerpo. Los ácidos pueden destruir también la ropa.

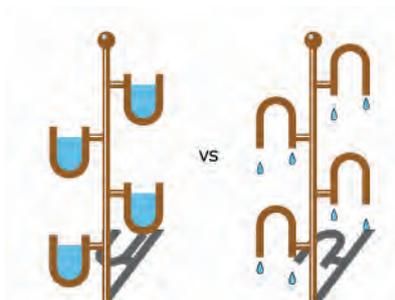
En la operación de carga y descarga de piezas, el contacto cutáneo puede tener su origen en un enjuague insuficiente de las piezas o bien en la presencia de baño en el interior de piezas de geometría complicada.

En las tareas de mantenimiento se produce cuando los elementos a revisar todavía contienen restos de baño.

Dado que el contacto con sustancias químicas puede ser derivado de reacciones intempestivas, proyecciones, fugas o derrames, las medidas descritas para evitar dichos riesgos resultan efectivas para el riesgo de contacto.

En general, se tendrán en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Disponer de las fichas de seguridad de productos utilizados para la formulación.
- Emplear equipos de protección: guantes, ropa (mandil, ropa de trabajo) y calzado adecuado.
- Sólo el personal autorizado y que conozca las reglas de seguridad correspondientes a la manipulación de productos químicos debe realizar las adiciones de los reactivos químicos al baño de decapado.
- Las piezas, una vez decapadas, deberán ser enjuagadas para eliminar todas las trazas de ácido residual.
- Se deberán respetar los tiempos de enjuague y escurrido de piezas.
- En piezas de geometría complicada se deberá asegurar que se ha vaciado completamente el líquido de su interior.
- Lavarse las manos después de realizar la tarea y siempre antes de comer, beber o fumar.
- Si se produce cualquier contacto con sustancias químicas, la zona afectada debe ser lavada



inmediatamente con agua abundante. Deben existir duchas y lavajos en las proximidades de la zona de trabajo y en los lugares propensos a proyecciones. La localización de estos equipos debe quedar claramente señalizada (R.D. 485/97 de señalización de seguridad y salud en el trabajo).

- Disponer de neutralizantes suaves en la zona de trabajo (por ejemplo, bicarbonato sódico).

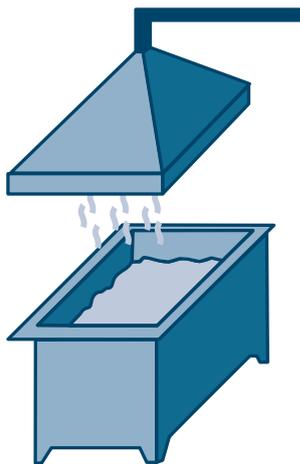
Inhalación de aerosoles

Se puede producir en la manipulación de productos concentrados fundamentalmente ácidos, o por emanaciones del propio baño: baños concentrados, baños en caliente. O bien por subproductos de reacción del baño con el metal base de las piezas (por ejemplo: hidrógeno).



Las nieblas procedentes de los sistemas por aspersión o de los gases desprendidos pueden constituir un riesgo grave para la salud. La formación de niebla aumenta con la cantidad de piezas a procesar, la temperatura, la acidez de la disolución, y la densidad de corriente en la limpieza electrolítica. Las nieblas contienen todos los ingredientes de la mezcla, por lo que es necesaria una buena ventilación.

Este riesgo también puede aparecer cuando se deben realizar reparaciones, limpieza, etc. en el interior de cubas de gran tamaño (trabajo en recintos confinados).



Algunas medidas relativas a la prevención de este riesgo por lo que respecta a la instalación consisten en:

- Aislamiento de procesos automatizados durante su funcionamiento mediante instalaciones que lo cubran (tipo capota o cubiertas).
- Aislamiento del proceso cuando no se encuentre en funcionamiento: es recomendable la existencia de tapas móviles en los baños para cerrarlos con el fin de evitar las emisiones o evaporación excesiva cuando éstos no se utilicen.
- Extracción local de gases, nieblas o vapores.
- Disponer de una buena ventilación del recinto.
- Control periódico ambiental de la concentración de contaminantes (nieblas ácidas...).
- Tomar precauciones para evitar la inhalación de ácido cianhídrico (contacto de ácidos con cianuros o baños cianurados).
- Emplear equipos de protección individual: mascarillas protectoras para vapores inorgánicos.

Para el caso concreto de trabajo en recintos confinados deben implantarse instrucciones específicas, que deberán estar reguladas por permisos especiales de trabajo. Entre otras cosas, se deberá tener en cuenta:

- La atmósfera en el interior debe ser analizada antes de entrar en un recinto confinado, especialmente si se tiene que soldar o realizar cualquier trabajo en caliente.
- El trabajador debe llevar ropa de trabajo adecuada, un respirador y un arnés de seguridad.
- Debe haber al menos una persona en el exterior del tanque para proporcionar asistencia inmediata en caso necesario.
- Las personas situadas en el exterior de la cuba deben tener a su disposición respiradores por si es necesaria su entrada a la cuba.

Se necesita, además, una formación específica de los trabajadores.

Ingestión de productos químicos

Puede ser directa, a través de una proyección o reacción intempestiva, o por ingestión del polvo o nieblas presentes en el ambiente; o indirecta por contacto con manos, ropa u objetos contaminados.

Además de las medidas preventivas expuestas para evitar reacciones intempestivas y proyecciones, se deberán adoptar las siguientes medidas:

- Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.
- No transvasar los reactivos a envases no etiquetados.
- Los trabajadores que manipulen reactivos químicos deben lavarse las manos y la cara antes de comer y al abandonar su puesto de trabajo tras finalizar su jornada laboral.
- Ningún empleado debe comer, beber o fumar en el área donde existan productos tóxicos. Se debe habilitar una zona separada para este propósito.
- Los trabajadores dedicados a esta tarea deberán llevar guantes de goma, calzado y ropa adecuada.
- Evitar malos hábitos: oler o probar cosas cuando no se conoce su composición.
- No se debe almacenar agua, comida o bebida en el almacén de productos químicos.
- Limitar el acceso al almacén a personal autorizado y conocedor de los riesgos químicos.

Explosiones

Tienen su origen en el desprendimiento de gases (hidrógeno) al reaccionar el metal base con el ácido del decapado.

Para evitar explosiones es necesario:

- Extracción local de gases para evitar que el hidrógeno se acumule en la zona de trabajo y alcance los niveles de concentración peligrosos.
- El proceso de decapado debe estar alejado de focos de calor y/o chispas, como operaciones de soldadura, etc.
- Señalizar la prohibición de generar fuentes de ignición.

ANEXO I

Clasificación de los baños de decapado químico ácido en función del metal

Metal base	(°C)	Emisiones	Reactivos empleados	Riesgo	Frases R y S
Fundición de hierro, aceros moldeados	20	Vapores ácidos Hidrógeno	Ácido clorhídrico	Corrosivo Inflamable	R 34 – 37 S 26-36/37/39-45 R12 S9-16-33
Acero con soldadura	70-80	Vapores ácidos Hidrógeno	Ácido clorhídrico	Corrosivo Inflamable	R 34 – 37 S 26-36/37/39-45 R12 S9-16-33
Acero inoxidable	20-60	Óxidos de nitrógeno y vapores ácidos	Ácidos nítrico y fluorhídrico	Comburente y corrosivo Tóxico y corrosivo	R 8 -35 S 23.2–26–36-45 R 26/27/28-35 S 7/9-26-28.1-36/37/39-45

Cobre y aleaciones de cobre	20	Despreciable	Ácido sulfúrico	Corrosivo	R 14-35-37 S 26-30-36/37/39-45
Cobre y aleaciones de cobre	20	Óxidos de nitrógeno	Ácidos nítrico y clorhídrico	Comburente y corrosivo Corrosivo	R 8 -35 S 23.2-26-36-45 R 34 – 37 S 26-36/37/39-45
Cobre y aleaciones de cobre	20	Despreciable	Ácidos sulfúrico y crómico	Corrosivo Comburente, tóxico, peligroso para el medioambiente	R 14-35-37 S 26-30-36/37/39-45 R 45-46-9-E24/25 -E26-35-42/43-E48/23-50/53-62 S 53-45-60-61
Cobre y aleaciones de cobre	20	Aerosol ácido y oxidante	Ácido sulfúrico y agua oxigenada	Corrosivo Corrosivo	R 14-35-37 S 26-30-36/37/39-45 R34 S 3-26-36/37/39-45
Cobre y aleaciones de cobre	2	Óxido de nitrógeno y aerosol ácido	Ácidos nítrico y sulfúrico	Comburente y corrosivo Corrosivo	R 8 -35 S 23.2-26-36-45 R 14-35-37 S 26-30-36/37/39-45
Aluminio	20-70	Aerosol ácido y crómico Hidrógeno	Ácidos sulfúrico y crómico	Corrosivo Comburente, tóxico, peligroso para el medio ambiente Inflamable	R 14-35-37 S 26-30-36/37/39-45 R 45-46-9-E24/25-E26-35-42/43-E48/23-50/53-62 S 53-45-60-61 R12 S9-16-33

ANEXO II

Ácido clorhídrico

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de vapores / aerosoles. Filtro E P.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: neopreno, PVC. También pueden servir: caucho, nitrilo, butilo.
Otras medidas de protección	Ropa protectora contra ácidos.
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al término del trabajo.

Ácido nítrico

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de vapores / aerosoles. Filtro E-(P2). Filtro B NOX P.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: neopreno, butilo.
Otras medidas de protección	Ropa protectora contra ácidos.
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al término del trabajo. Extracción.

Ácido fluorhídrico

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de vapores / aerosoles. Filtro B P3.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: neopreno, butilo, caucho, PVC.
Otras medidas de protección	Ropa protectora contra ácidos. Botas de goma.
Medidas de higiene particulares	No inhalar la sustancia. Evítase la generación de vapores / aerosoles. Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al término del trabajo. No comer ni beber en el lugar de trabajo bajo ninguna circunstancia. Extracción.

Ácido sulfúrico

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de vapores / aerosoles. Filtro P.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: neopreno, caucho natural. Para concentraciones menores pueden servir: nitrilo, butilo y PVC.
Otras medidas de protección	Ropa protectora contra ácidos.
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada y sumergir en agua. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al finalizar el trabajo.

Ácido crómico

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de polvo. Filtro P3.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: butilo y PVC.
Otras medidas de protección	
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada y sumergir en agua. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al finalizar el trabajo. No inhalar la sustancia. Extracción.

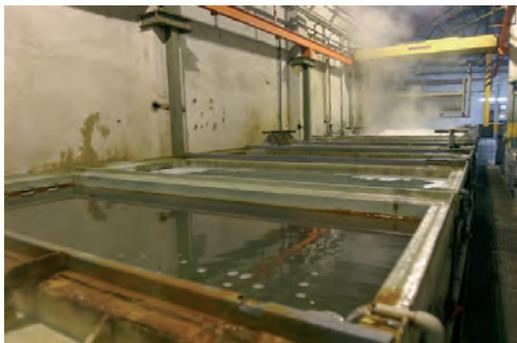
Peróxido de hidrógeno

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de vapores / aerosoles. Filtro B-P3 / Filtro NOX-P3.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: caucho, neopreno, nitrilo, butilo.
Otras medidas de protección	Ropa protectora correspondiente.
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada y sumergir en agua. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al finalizar el trabajo.

9 Bibliografía

- *Metals handbook* 9th edition. Volumen 5. *Surface cleaning, finishing and coating*. American Society for Metals. 1989
- *Metal finishing. Guidebook and directory issue*. 95. January 1995. Volume 93, number 1A
- *Ateliers de traitement de surface. Préventions des risques chimiques*. INRS 1998. Paris.
- *Tratamientos de preparación previa de superficies metálicas*. Gaspar Lloret Boscá.

DECAPADO QUÍMICO ÁCIDO



Definición

Eliminación por vía química de capas de óxido superficiales o cualquier otro compuesto químico inorgánico mediante contacto del metal en una solución química.

Los medios decapantes consisten generalmente en ácidos puros o mezclados disueltos en agua.

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)



- Ácido nítrico
- Ácido clorhídrico
- Ácido sulfúrico
- Ácido fluorhídrico
- Inhibidores

Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



- Seguir de forma rigurosa las indicaciones de las fichas de formulación y análisis de baños.
- Los baños deben ser preparados por personal especializado.
- Conectar el sistema de aspiración de vapores desprendidos por el baño.
- Comprobar que los recipientes que contengan sustancias químicas están correctamente etiquetados, en particular transvases.
- Atender a las indicaciones del etiquetado y de las fichas de seguridad.
- Los recipientes deberán conservarse cerrados.
- Revisar envases y comprobar que no tienen fugas.
- Los bidones que contengan ácidos concentrados se abrirán periódicamente para evitar cualquier presión interna de los vapores encerrados.
- Examinar la carga antes de manipularla localizando zonas de difícil agarre.
- Comprobar la fijación de las piezas en los bastidores.
- Comprobar que las válvulas están cerradas antes de realizar el proceso de trasiego.
- Comprobar la capacidad de la cuba antes de realizar los trasiegos.
- Enjuagar las piezas para eliminar trazas de ácido residual.
- Los ácidos concentrados se deberán añadir al baño siempre en frío.
- Cerrar válvulas al finalizar los procesos de transvase.
- La adición de materiales al baño será cuidadosa para evitar salpicaduras y/o proyecciones.
- Respetar los tiempos de enjuague y escurrido de piezas. Escurrir las piezas sobre los baños.
- Liberar la presión de los conductos al finalizar el proceso.
- Recoger los posibles derrames con la mayor celeridad posible.
- Utilizar las duchas de emergencia y lavajos en caso de contacto del baño o los productos concentrados con la piel.
- Lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.



- Prohibido echar agua sobre los ácidos concentrados.
- Prohibido mezclar y/o almacenar sustancias incompatibles entre sí: ácidos concentrados – bases concentradas; cianuro – ácidos, etc.
- Prohibido emplear ácidos concentrados junto con materias combustibles.
- Prohibido apilar recipientes que contengan ácidos concentrados.
- Prohibido utilizar absorbentes orgánicos, como serrín, en la recogida de derrames de ácidos concentrados.
- Evitar oler o probar sustancias de composición desconocida.
- Prohibido comer, beber o fumar junto a los baños de decapado.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- El ácido se deberá añadir al baño siempre en frío.
- No almacenar conjuntamente las sustancias incompatibles entre sí.
- Verificar el estado de los recipientes incluidas las etiquetas.

ANÁLISIS DE RIESGOS: DECAPADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Cáidas al mismo nivel	Superficies deslizantes.	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Emplear plataformas de tramos o suelos antideslizantes. - Disponer de procedimientos de limpieza periódica. - Emplear calzado antideslizante. - Determinar tiempos de escurrido de piezas. - Disponer de barras de goteo. - Recoger los derrames inmediatamente con material absorbente.
Cortes con las piezas / bastidores	Contacto con aristas o filos.	Fijación de piezas	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar guantes anticorte para colocar las piezas en el bastidor.
Golpes	<ul style="list-style-type: none"> - Choques con piezas o maquinaria en movimiento. - Presencia de objetos en zonas de paso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Fijación y extracción de piezas. - Utilización del baño. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitar la entrada de personal no autorizado en las proximidades del baño. Señalizar. - Proteger mediante resguardos mecánicos y/o con sistemas de parada de emergencia las zonas de movimiento de bastidores. - No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo. - Proporcionar calzado de seguridad certificado "CE". Señalizar su uso obligatorio.
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo manual. - Manipulación de cargas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización. - Transvase. -Carga / descarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de ayuda auxiliar manual o automática. - Configurar la estación de trabajo de forma que el rango de alturas se encuentre entre las rodillas y los hombros del trabajador en recogida y depósito de piezas. - Disponer de barras de goteo sobre los baños. - Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes. - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo para exposiciones prolongadas.
Reacciones intempestivas	<ul style="list-style-type: none"> - Mezcla o contacto de sustancias incompatibles entre sí. - Adición incorrecta de reactivos. - Etiquetado deficiente / mala identificación de baño, envases. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer en el puesto de trabajo de las fichas de formulación y análisis de baños. - En caso de que el decapado esté integrado en una línea de baños, definir la secuencia lógica de movimiento de las piezas. - Restringir las tareas de manipulación de productos químicos por personal autorizado y formado. - Etiquetar de manera comprensible tanques, válvulas, conducciones. - Separar conducciones de drenaje para evitar mezclas de efluentes incompatibles. - Comprobar que los recipientes, equipos, materiales, etc. están limpios y sin restos de anteriores operaciones. - Disponer de instrucciones de orden y limpieza. - Mantenimiento adecuado de los bastidores para evitar acumulación de sustancias químicas en su interior. - Emplear sistemas de extracción para evitar la acumulación de gases reactivos (hidrógeno). - Emplear tapas móviles en los baños para proteger los baños de contaminaciones externas.

ANÁLISIS DE RIESGOS: DECAPADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Fugas / derrames	<ul style="list-style-type: none"> - Desbordamiento de cubas en adición y trasiego de productos. - Presencia de poros, grietas o fisuras en envases, cubas y conducciones. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Las cubas tendrán resistencia química y mecánica compatible con el líquido a contener. - Las cubas deberán tener rebosaderos y cubetos de retención. - Comprobar el estado de la cuba y las conducciones para que no presenten grietas ni fisuras. - Los niveles deben estar visibles. - Introducir recipientes debajo de las válvulas para la recogida de posibles goteos. - Disponer de instrucciones específicas para la recogida de fugas y derrames. Formación.
Proyecciones	<ul style="list-style-type: none"> - Reacción intempestiva (por secuencia de mezclado incorrecta). - Goteo de baño procedente de arrastres de las piezas. - Trásiego / adición de productos. - Presencia de baño en elementos auxiliares (válvulas, bombas, etc.). - Presencia de suciedad, restos de productos en cubas. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Los bidones de reactivos (ácidos concentrados) deben tener al menos un respiradero. - Regular la velocidad de entrada y salida de piezas del baño. - Los equipos / instalaciones a emplear deben estar limpios y sin restos de operaciones anteriores. - Emplear sistemas automáticos de adición de reactivos, evitando en lo posible el vertido libre desde recipientes. - Controlar las válvulas antes de encender bombas de trasiego. - Comprobar que las conducciones están vacías al finalizar el proceso.
Contacto cutáneo / ocular	<ul style="list-style-type: none"> - Directo: fuga, proyección o reacción intempestiva. - Indirecto: ropa sucia, piezas mal enjuagadas, manos sucias, envases en mal estado, etc. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de las fichas de seguridad de productos utilizados para la formulación. - Emplear equipos de protección individual: guantes, ropa, mandiles, calzado. - La adición de reactivos debe ser realizada por personal autorizado. - Regular la entrada y salida de piezas del baño. - Deben existir fuentes lavajos y duchas de emergencia en las proximidades del proceso. - Señalizar la ubicación de lavajos y duchas emergencia. - Cambiarse de ropa al finalizar el turno. - Disponer de neutralizantes suaves en la zona de trabajo.
Inhalación de nieblas / vapores	<ul style="list-style-type: none"> - Emanaciones del baño. - Reacción de metales con el baño. - Trabajo con productos concentrados. - Ausencia de aspiración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valorar el aislamiento del proceso automatizado. - Aislamiento de los procesos cuando no estén en funcionamiento (tapas). - Disponer de sistemas de extracción local de gases, nieblas o vapores. - Disponer de buena ventilación del recinto. - Dotar equipos de protección individual: mascarillas protectoras. - Realizar control periódico de la concentración de contaminantes ambientales. - Elaborar instrucción de trabajo y dotar de medios para trabajos en espacios confinados.
Ingestión de productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Forma directa: proyecciones. - Forma indirecta: manos sucias cuando se come, bebe o fuma. 	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño. - Promover el etiquetado de los transvases. - Señalizar la prohibición de almacenar comida o bebida en la zona de trabajo con productos químicos.
Explosiones	Desprendimiento de gases (hidrógeno).	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Extracción local de gases para evitar que se acumule hidrógeno en la zona de trabajo. - El proceso de decapado debe estar alejado de focos de calor y/o chispas, como operaciones de soldadura, etc. - Señalizar la prohibición de generar fuentes de ignición.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE DECAPADO

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A  Lugares de trabajo	
1. La zona de paso está limpia y ordenada, libre de obstáculos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. Los materiales de construcción de la instalación y elementos auxiliares son resistentes al ataque de productos corrosivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. En caso de fugas y derrames se siguen las instrucciones de orden y limpieza.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. Las vías de paso están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. Se dispone de suelo antideslizante o plataformas de tramos o rejilla para minimizar el contacto con suelos resbaladizos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
6. Está controlado el riesgo de caída sobre la cuba (altura de la propia cuba, barandilla...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B  Equipos de trabajo/instalaciones	
7. Las instalaciones automáticas de alimentación y transporte de piezas disponen de dispositivos de seguridad / resguardos que impiden el acceso en la zona de movimiento de bastidores o detienen el movimiento peligroso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
8. Las instalaciones automáticas disponen de sistemas de parada de emergencia en zonas accesibles desde el puesto de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. Los sistemas automáticos / semiautomáticos disponen de manual de instrucciones de los equipos de mantenimiento (puente grúa, polipastos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. El operario conoce el funcionamiento de los equipos de mantenimiento y los utiliza correctamente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. Está señalizado el riesgo de cargas suspendidas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. La instalación está adecuada a lo dispuesto para locales con riesgo de corrosión en la Instrucción Técnica Complementaria 30 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 30).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. Se observa que los bastidores y sistemas de fijación están en correcto estado y se inspeccionan antes de su uso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
17. En procedimientos manuales se dispone de barras de goteos sobre los baños.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

18. Las cubas y su interior están diseñadas para resistir química y mecánicamente a los productos que contienen.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Las cubas disponen de rebosaderos para evitar desbordamientos dirigidos a desagües.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. La cuba del baño de decapado dispone de cubetos de retención para la recogida de fugas y/o derrames.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. La cuba del baño de decapado dispone de tapa móvil para aislar el proceso cuando no se esté utilizando.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. La cuba del baño de decapado está identificada y etiquetada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Los desagües están separados para evitar mezclas entre corrientes incompatibles (cianuros – ácidos concentrados, ácidos concentrados – bases concentradas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. La cuba del baño de decapado dispone de indicador de nivel de líquido visible.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Existen detectores de nivel (alarma o dispositivos de parada) para controlar la entrada de agua y reactivos a las cubas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
26. Se respeta la altura libre de las cubas para evitar desbordamientos (desde la superficie del líquido hasta el extremo de la cuba).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. En los sistemas de llenado / vaciado se dispone de tuberías fijas preferentemente a tuberías flexibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Las válvulas y conducciones están protegidas contra choques.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

C Sustancias químicas

31. Se dispone de las fichas de seguridad actualizadas de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. Se dispone de las fichas de baños donde se indican las operaciones a efectuar y el tratamiento a realizar (formulación, condiciones de trabajo, mantenimiento, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Se comprueba que las instalaciones están limpias antes y después del proceso con sustancias químicas (cubas, conducciones.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Se conocen las incompatibilidades químicas entre productos (ácidos concentrados - agua, ácidos concentrados - bases concentradas, cianuros -ácidos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Se ha informado a los trabajadores sobre los riesgos en la manipulación de las sustancias peligrosas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. Están suficientemente identificados y correctamente etiquetados los envases de todos los productos peligrosos incluyendo los recipientes empleados en los transvases.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Se revisan los envases de sustancias peligrosas para detectar fugas, cambios de color, porosidades, abolladuras, grietas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. Los envases se mantienen cerrados cuando no se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
39. Se libera periódicamente la presión de vapor en los envases de productos ácidos (apertura periódica).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Se dispone de sistemas de dosificación mecánica para el manejo y transvase de reactivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

41. Se cierran las bombas y sus válvulas asociadas cuando finaliza el proceso de transvase de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
42. Se dispone de sistemas de retención con capacidad suficiente para contener fugas o derrames de sustancias peligrosas (cubetos, recipientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Se dispone de instrucciones y medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas, y se aplica.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. Se dispone de disoluciones básicas débiles para neutralización de salpicaduras o proyecciones de baño ácido concentrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. Existen duchas y fuentes lavaojos próximas a los lugares donde existe el riesgo de proyección de líquidos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. Se dispone de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
47. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. El trabajador se cambia de ropa al final de la jornada y dispone de taquillas o compartimentos para tener separada la ropa de calle de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
D <input type="checkbox"/> Incendio/explosión	
49. Está prohibido fumar (señalizado) en zonas de baños de decapado químico (emisión de hidrógeno).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
50. El proceso de decapado químico está separado de cualquier fuente de ignición (chispas producidas por equipos, superficies calientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
51. Existen medios de extinción en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
52. Se dispone de medios alternativos al uso de serrín para la recogida de derrames de ácidos concentrados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
E <input type="checkbox"/> Condiciones ambientales	
53. Los procesos automáticos están encerrados para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. En los procesos semiautomáticos o manuales se tapan las cubas que no se están utilizando para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
55. Existe extracción localizada eficaz en los focos de emisión de gases, vapores o nieblas (limpio y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. Existe un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
57. Se realiza un control periódico de la concentración ambiental de contaminantes (gases, vapores, nieblas) presentes en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
58. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
59. Está señalizado y se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
60. Existen procedimientos escritos y medios técnicos para el trabajo en espacios confinados (reparación y mantenimiento de cubas de gran tamaño, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
F <input type="checkbox"/> Equipos de protección individual	
61. Se dispone de guantes impermeables y resistentes a ácidos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
62. En caso de manipulación manual de las piezas se utilizan guantes resistentes a los cortes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
63. Se dispone de gafas de seguridad o pantallas faciales en operaciones que puedan generar salpicaduras (transvases, introducción manual de bastidores...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
64. Se dispone de calzado de seguridad impermeable con características antideslizantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

65. Se dispone de ropa impermeable (mandil).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
66. En caso de formulación o transvase de reactivos concentrados, se dispone de equipos de protección respiratoria.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
67. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
68. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
69. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
70. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
71. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

72. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
73. Durante la fijación / extracción de piezas en bastidores, perchas..., el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los nudillos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
74. Durante la adición de reactivos, alimentación de piezas a granel en bombos, cestas... la altura de trabajo se encuentra a nivel de los codos del trabajador (es recomendable que se encuentre ligeramente por debajo del nivel de los codos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
75. Las cargas o materiales se recogen o depositan desde la zona de ubicación en un rango de alturas comprendidas entre la altura de las rodillas y los hombros del trabajador.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
76. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
77. Se transvasan los ácidos mediante bombas, evitando en la medida de lo posible el volcado directo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
78. En procesos manuales, se dispone de barras de goteo para facilitar el escurrido de las piezas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
79. Se ha establecido un programa de formación sobre el correcto manejo de cargas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
80. Se evitan las posturas forzadas continuadas de muñeca.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

H Almacenamiento

81. Los espacios previstos para almacenamiento de los productos químicos empleados para el decapado tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
82. Se controla que los productos químicos (especialmente ácidos concentrados) no se almacenen en zonas que puedan entrar en contacto con el agua.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
83. Los productos químicos se protegen frente a variaciones de temperatura y están alejados de fuentes de calor.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
84. Se tienen en cuenta las condiciones de almacenamiento establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria APQ 6 (Almacenamiento de líquidos corrosivos), del Reglamento de almacenamiento de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
85. Se almacenan productos químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
86. Está correctamente ventilada el área de almacenamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
87. Se limita el acceso sólo a personal autorizado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES SOBRE LAS PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO

ÍTEM	OBSERVACIONES



Desengrase acuoso alcalino

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

- 1.- Proceso de desengrase acuoso alcalino
 - 2.- Métodos de aplicación
 - 2.1.- Limpieza por inmersión
 - 2.2.- Limpieza mediante aspersión
 - 2.3.- Limpieza electrolítica
 - 3.- Mecanismos de limpieza
 - 4.- Composición de la solución limpiadora
 - 4.1.- Componente principal del baño
 - 4.2.- Aditivos
 - 4.3.- Surfactantes
 - 5.- Equipamiento
 - 5.1.- Mantenimiento del equipo
 - 5.2.- Factores de control
 - 5.3.- Control de las soluciones de limpieza
 - 6.- Tareas relacionadas con el desengrase
 - 6.1.- Formulación del baño
 - 6.2.- Utilización del baño
 - 6.3.- Transvase del baño
 - 6.4.- Fijación / descarga de piezas en bastidores
 - 6.5.- Mantenimiento del baño
 - 6.6.- Mantenimiento de elementos auxiliares
 - 7.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas
 - Caídas al mismo nivel
 - Golpes / arrastres con bastidores en movimiento
 - Sobreesfuerzos en el manejo de cargas
 - Reacciones intempestivas
 - Fugas / derrames
 - Proyecciones
 - Contacto cutáneo / ocular
 - Inhalación de aerosoles
 - Ingestión de productos químicos
- Anexo I: Clasificación de los baños de desengrase acuoso alcalino
- Anexo II
- 8.- Bibliografía

FICHA INFORMATIVA
FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1º Proceso de desengrase acuoso alcalino

El desengrase acuoso es un proceso que se emplea para eliminar suciedades de naturaleza orgánica (aceites, grasas, impregnaciones, etc.) de la superficie de los metales, dejándola limpia y preparada para posteriores tratamientos superficiales.

Los limpiadores alcalinos pueden aplicarse sobre la superficie metálica mediante distintos métodos: inmersión de las piezas en un baño, mediante aspersión o por limpieza electrolítica mediante aplicación de una corriente. Así mismo, se puede llevar a cabo la limpieza a través de distintos mecanismos dependiendo de la naturaleza de los aceites y del tamaño de las piezas.

A continuación se suele llevar a cabo un enjuague con agua.



2º Métodos de aplicación

El desengrase acuoso se puede aplicar por inmersión, mediante un sistema de aspersión o de manera electrolítica. El método seleccionado depende de la naturaleza de la suciedad, el tamaño y la forma de las piezas, así como la cantidad. Otro factor importante a tener en cuenta es el tipo de agente desengrasante utilizado.

2º1 Limpieza por inmersión

En este método de limpieza, las piezas metálicas se sumergen en un baño durante un tiempo determinado, que depende del tipo de pieza, tipo de suciedad y composición del desengrase, lo que permite que toda la superficie metálica entre en contacto con la solución alcalina. Después, la suciedad se elimina de la superficie del metal mediante corrientes de convección creadas por fuentes de calor o mediante unidades mecánicas.

Este sistema consta de una simple cuba o recipiente más o menos sofisticado, según las necesidades, en donde se introduce la solución desengrasante. Trabajan a temperaturas altas, superiores a 60° C, con motivo de activar más su acción como detergente, con tiempos de exposición comprendidos, por regla general, entre 3 y 30 minutos.

El rendimiento de la acción desengrasante puede ser mejorado con diferentes tipos de agitación:

- Mecánica
- Recirculación
- Ultrasonidos.

2º2 Limpieza mediante aspersión

Este método de aplicación está adaptado a grandes piezas de formas más o menos simples y a sistemas en continuo.

La solución desengrasante es pulverizada bajo presión hacia la superficie de las piezas, las cuales, generalmente, están en continuo movimiento a una velocidad definida en función de la pieza, tipo de suciedad y desengrase. La solución de desengrase permanece en un depósito a partir del cual es aspirada y pulverizada sobre la superficie del metal a presiones comprendidas entre 1,5 – 3 bares, dentro de unos

túneles adaptados y mediante unas boquillas reguladoras. El líquido sobrante escurre de las piezas y cae sobre unas rampas o dispositivos que lo encauzan hacia el depósito original.

Se aplica a temperaturas altas (superiores a 40° C) con tiempos menores a los utilizados en métodos por inmersión (15 segundos – 5 minutos). Para procesos más específicos, como la limpieza de grandes superficies conformadas o procesos de tratamiento en continuo, se pueden emplear sistemas de aspersión de altas presiones (15 – 40 bares), y a temperaturas de utilización más altas (desde 80° C a temperaturas de vapor). A mayor temperatura se utilizará menor presión de aplicación.

2.3 Limpieza electrolítica

La limpieza alcalina se puede realizar también de manera electrolítica. En este caso se disponen unos electrodos en el interior del baño, de manera que las piezas metálicas a desengrasar actúen como ánodos o cátodos (según convenga). El desprendimiento gaseoso (oxígeno o hidrógeno) presenta un marcado efecto mecánico hacia el desprendimiento de la suciedad.

Los electrodos suelen ser de acero inoxidable. El contacto con el baño se realiza a través de unas barras conductoras construidas en cobre debido a su alta conductividad eléctrica.

Este desengrase puede considerarse como el más eficaz para obtener una superficie activada, asegurando con ello una buena adherencia de cara a posteriores procesos vía electrolítica. Sin embargo, existen inconvenientes que deben ser tomados en cuenta, tales como:

- La fragilización de aceros por hidrogenación en fase catódica
- La sensibilidad de las aleaciones de cobre o cinc en fase anódica
- La incompatibilidad del desengrase electrolítico con las aleaciones de aluminio.

3 Mecanismos de limpieza

La limpieza de una superficie metálica se puede llevar a cabo a través de varios mecanismos. Entre todos ellos se puede destacar: la saponificación, la formación de emulsiones y la dispersión. Estos tres mecanismos pueden operar independientemente, o combinados, ya que, clásicamente, las características que debía reunir un baño de desengrase eran las siguientes:

- Saponificación, es decir, descomponer las grasas solubilizándolas en una disolución acuosa.
- Emulsificación o dispersión uniforme de la grasa y aceites no saponificables (aceites minerales) en el seno del desengrase.
- Peptización o capacidad de mojado para separarse de la superficie limpiada, por enjuague.

El concepto de detergencia incluye todas las características descritas, pudiendo incluir además otras como:

- Secuestración o capacidad de acomplejar (o quelar) cationes metálicos y, principalmente Ca^{2+} y Mg^{2+} a fin de evitar incrustaciones.
- Inhibición de corrosión, especialmente en metales blandos como zinc, aluminio o latón.
- Desoxidación o capacidad de disolver y dispersar capas de óxidos metálicos.

El mecanismo de saponificación está limitado a aceites que contengan grasas u otros compuestos que pueden reaccionar químicamente con sales alcalinas. La formación de emulsiones y la dispersión, en cambio, son métodos efectivos en la limpieza de una gran mayoría de aceites que son insolubles en agua.

4 Composición de la solución limpiadora

Un baño alcalino es eficaz cuando está compuesto de:

- Un esqueleto mineral que constituye el principal componente del baño. Normalmente contiene sosa o potasa para el proceso de saponificación, y sales apropiadas para mantener la alcalinidad del medio y

favorecer propiedades específicas tales como la complejación, la formación de emulsiones, etc.

- La adición de aditivos, agentes tensioactivos o surfactantes, que disminuyen la tensión superficial e inducen el efecto micelar.

A grandes rasgos, los limpiadores alcalinos están constituidos, básicamente, por tres tipos de componentes: el limpiador propiamente dicho, aditivos orgánicos o inorgánicos que intervienen en la limpieza o afectan a la superficie metálica de algún modo y los agentes tensoactivos.

4.1 Componente principal del baño

La parte esencial en un baño de desengrase alcalino son las sales alcalinas. Normalmente son una mezcla de los siguientes grupos: ortofosfatos metálicos alcalinos, fosfatos metálicos condensados alcalinos, hidróxidos metálicos alcalinos, carbonatos y bicarbonatos metálicos alcalinos y boratos metálicos alcalinos. La mezcla de dos o más de estos compuestos compone la mayor parte de la solución limpiadora. Estos compuestos se presentan, generalmente, en forma de sales sódicas.

4.2 Aditivos

Entendemos como aditivos todos aquellos compuestos orgánicos o inorgánicos que pueden actuar en el baño limpiando las piezas metálicas, o modificando la superficie de las mismas. Los más comunes son: glicoles, éteres glicólicos, agentes quelantes y sales de metales polivalentes.

4.3 Surfactantes

Los compuestos orgánicos que actúan como detergentes, formadores de emulsiones y proveedores de alcalinidad al medio son conocidos como agentes surfactantes. Existen cuatro grandes grupos de surfactantes: aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfóteros.

Como ejemplo de surfactantes podemos destacar los siguientes:

- Aniónicos: sales alcalinas de ácidos carboxílicos, sales alcalinas de ácidos sulfónicos, sales de ésteres fosfatos y sales alcalinas de ésteres sulfatos.
- No iónicos: éteres, alcoholes, ésteres y amidas.
- Catiónicos: sales de amonio cuaternario, sales de piridina y sales de fosfonio.
- Anfóteros: betaínas, sulfobetainas, etc.

En la siguiente tabla se muestra una relación de posibles componentes de un baño de desengrase alcalino donde se puede ver la función principal de cada uno de ellos.

ACCIÓN	ESPECIE	CONTENIDO
Saponificante	Hidróxido de sodio Carbonato de sodio	Variable
Tamponante	Carbonato de sodio	Variable
Detergente	Tensoactivos aniónicos Tensoactivos no iónicos	Variable
Dispersante	Tensoactivos aniónicos Tensoactivos no iónicos	Variable

ACCIÓN	ESPECIE	CONTENIDO
Peptizante	Ortosilicato de sodio	Variable
Ablandadora	Zeolitas	Variable
Complejante	Gluconato de sodio Glucoheptonato de sodio Sorbitol Glucolactona	Variable
Antiincrustante (complejante de efecto umbral)	Fosfonatos Aninofosfonatos Poliol-ésteres	mg/L
Modificación cristalina	Poliacrilatos Polimetacrilatos Polimaleatos Poliaminas grasas	mg/L
Inhibición de la corrosión	Ácido silícico (anódico) Polifosfonatos (catódicos)	Variable
Anticorrosiva	Aminas alifáticas Ácido tánico Tiourea	mg/L
Humectante	Tensoactivos aniónicos Tensoactivos no iónicos	Variable
Bactericida	Aldehídos (glutaraldehído) Aminas Organoderivados de cinc	mg/L
Solvente	Alcoholes Glicol-éteres	Variable
Antiespumante	Metasilicato de sodio Tensoactivos no iónicos Plurónicos (Copolímeros aleatorios de oxietileno y oxipropileno)	Variable

5.1 Equipamiento

El montaje más sencillo es el empleado en la limpieza por inmersión, que consta de un tanque, una fuente de calor y un sistema extractor para eliminar el vapor producido en la limpieza en caliente.

Para una limpieza por aspersión se debería añadir una bomba, un sistema de tuberías y válvulas y un sistema de recogida de disolución.

Por otra parte, si queremos trabajar mediante un sistema electrolítico, el montaje debe incluir un rectificador que suministre corriente eléctrica continua y un sistema de electrodos.

5.2 Mantenimiento del equipo

De manera periódica el tanque de limpieza y los equipos de aspersión deben ser drenados y limpiados con una solución ácida para desprender las sales depositadas en los serpentines de calefacción, las paredes del baño y el interior de las pistolas de aspersión. Esta operación es importante para el buen funcionamiento del equipo, ya que estas sales pueden reducir la presión y producir un calentamiento ineficaz. Además, la presencia de este tipo de sales puede dañar permanentemente el equipo y dejarlo inservible para posteriores limpiezas.

5.3 Factores de control

Para el correcto funcionamiento del sistema de desengrase, se deben controlar de forma periódica los siguientes parámetros:

- Factores básicos como la temperatura, la concentración y el tiempo deben ser cuidadosamente controlados durante todo el proceso de limpieza, evitando en todo momento la formación de gradientes dentro del baño.
- La naturaleza de los aceites a eliminar mediante los oportunos ensayos. Un cambio en la naturaleza del aceite, o un cambio de aceite, necesitará una modificación del medio del baño de limpieza, así como de los ciclos del proceso.
- Duración del proceso de limpieza para evitar que un uso prolongado del mismo deteriore la solución alcalina.
- La calidad del baño es importante para obtener un resultado final adecuado de las piezas. Para ello sería apropiado realizar controles de la dureza del agua.

5.4 Control de las soluciones de limpieza

Con el fin de obtener el máximo rendimiento, es necesario llevar un control del baño alcalino. Los principales puntos de control de la solución limpiadora se pueden intentar reducir a los siguientes:

- a) Factores químicos:
 - Concentración
 - Alcalinidad libre
 - Alcalinidad total
 - pH
 - Tensión superficial.
- b) Temperatura.
- c) Voltaje.
- d) Densidad de corriente.
- e) Tiempo.

Todos estos puntos de control son sencillos de determinar y mantener. Muchas veces se puede llevar a cabo un control químico mediante pequeños kits que pueden ser empleados por los mismos trabajadores. El resto de variables necesitarán controles más exhaustivos y desarrollados que se realizarán en una empresa externa especializada.

Los controles periódicos son necesarios para asegurar que el sistema está trabajando en las mejores condiciones.

En los limpiadores alcalinos se suele llevar a cabo un control de la alcalinidad total. Sin embargo, en el plan de trabajo se pueden incluir ensayos más estrictos para controlar la tensión superficial, el pH, y la alcalinidad libre.

Los limpiadores que actúan formando una emulsión con el baño se controlan mediante la medida del pH y de concentración. Además, pueden hacerse tests de la carga de aceites y de la eficacia de la limpieza a través de tablas estándar.

Una cuestión de gran importancia y complejidad es determinar cuándo se agota un baño de desengrase. La retirada del baño debe producirse cuando la formación de residuos impide la limpieza eficaz de las piezas. Actualmente no se ha podido establecer un ensayo general, por lo que es la experiencia la que determina la vida de un baño.

6 Tareas relacionadas con el desengrase

6 1 Formulación del baño

Consiste en la preparación de las disoluciones de los productos químicos que formarán parte del baño. Los productos sólidos se pesan en balanzas y los líquidos se miden por volumen. Posteriormente, se disuelven en un volumen adecuado de agua. Para facilitar su disolución puede aplicarse agitación, calor o ambos procedimientos.

El proceso de adición de reactivos puede ser manual o automático a través de bombas y conducciones.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Sobreesfuerzo
- Reacciones intempestivas
- Fugas o derrames asociados
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular
- Inhalación de aerosoles
- Ingestión de productos químicos.

6 2 Utilización del baño

Consiste en la entrada y salida de piezas del baño y la transferencia de piezas entre baños y enjuagues. Este proceso puede ser manual o automático, en función del tamaño y las características de las piezas a desengrasar.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Caídas al mismo nivel
- Golpes o cortes
- Sobreesfuerzo
- Reacciones intempestivas
- Fugas o derrames
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular
- Inhalación de aerosoles
- Ingestión de productos químicos.

6.3 Transvase del baño

Consiste en el vaciado del baño por gravedad o bombeo y su disposición en otro lugar. Esta operación se realiza con el fin de limpiar los depósitos, recoger piezas del fondo o para retirar el baño agotado.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Fugas o derrames
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular.

6.4 Fijación / descarga de piezas en bastidores

Consiste en la disposición de las piezas a desengrasar en los bastidores. Este proceso suele ser manual por las características de los mismos.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Golpes o cortes
- Sobreesfuerzo
- Contacto cutáneo u ocular.

6.5 Mantenimiento del baño

Para que el baño de desengrase funcione de forma adecuada, es necesario que todos los parámetros de formulación estén dentro de unos intervalos. Ello requiere controles periódicos de: pH, nivel de baño, ajustes de concentración, añadir aditivos, compensar pérdidas por evaporación, arrastre, etc. Normalmente se realizan tomas de muestras periódicas y se analizan los componentes principales del baño; en función de los resultados se añaden o compensan los reactivos necesarios.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Fugas o derrames
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular.

6.6 Mantenimiento de elementos auxiliares

Estas operaciones auxiliares facilitan que todos los elementos y accesorios se encuentren en perfecto estado, con el fin de que el proceso se desarrolle de la forma más eficaz. Entre otras tareas podemos destacar: limpieza de boquillas de aspersores; limpieza de sistemas de aspersión; limpieza de tanques; revisión y/o limpieza de sistemas de extracción; revisión – limpieza – reparación de bombas; revisión – limpieza – reparación de campanas extractoras; limpieza de incrustaciones de elementos fijos y móviles: conducciones, resistencias, válvulas, etc.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular
- Inhalación de aerosoles.

7 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Caídas al mismo nivel

Tienen su origen en los suelos deslizantes (suelos mojados o con charcos), debidos a arrastres de baño, goteos, fugas, transvases de líquidos, etc.

Para evitar caídas:

- El suelo debe ser antideslizante en las proximidades de los baños. Puede emplearse plataformas de tramos o rejilla que estarán libres de grietas, orificios, tornillos que sobresalgan, tableros sueltos, etc.
- El trabajador debe emplear calzado antideslizante. Señalizar su uso obligatorio de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disponer de barras de goteo sobre los baños donde depositar los bastidores el tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos.
- En sistemas automáticos, determinar un tiempo de escurrido suficiente encima de los baños para eliminar arrastres y goteos.
- Disponer de un procedimiento de limpieza periódica. Cualquier derrame debe ser limpiado lo más rápidamente posible.



Golpes / cortes con bastidores en movimiento

Pueden aparecer golpes en instalaciones automáticas o semiautomáticas por el acceso de personas a la trayectoria de movimiento de los bastidores. Pueden originarse cortes con aristas o filos que pueden herir al operario durante el proceso de manipulación.

En relación con el riesgo de cortes, podemos destacar las medidas siguientes:

- Examinar la carga antes de manipularla tratando de localizar zonas que puedan resultar peligrosas en el momento de su agarre (aristas, bordes afilados, etc.).
- Utilizar guantes de seguridad anticorte marcado “CE” al colocar las piezas en el bastidor, cestas, etc.

En lo referente al riesgo de golpes, podemos destacar las medidas siguientes:

- Limitar la entrada de personal no autorizado en la zona de movimiento de los bastidores. Señalizar la prohibición de paso.
- Protección mediante resguardos mecánicos de las zonas de paso que discurren bajo cargas suspendidas o próximas a elementos en movimiento.
- Emplear sistemas de parada de emergencia (cables, pulsador tipo seta) para detener el bastidor/cadena.
- Señalizar las zonas donde existan cargas suspendidas.
- Utilización de calzado de seguridad certificado “CE”. Señalización del uso obligatorio.
- Comprobar el adecuado funcionamiento y empleo de los sistemas de fijación de piezas.
- No apilar ni almacenar materiales en proximidades de la cuba.

Sobreesfuerzos en el manejo de cargas

Esta operación es especialmente importante si la adición de productos se realiza de forma manual (productos sólidos en sacos, productos líquidos en bidones).

También está presente durante la carga y descarga manual de piezas, en la entrada y salida de bastidores del baño de desengrase alcalino.

- Para la recogida de cargas o materiales desde su punto de almacenamiento o ubicación en las proximidades del puesto, y para reducir el esfuerzo asociado al levantamiento de cargas pesadas, es recomendable que la disposición de la carga a manipular se encuentre en un rango de alturas

comprendido entre la altura de las rodillas (preferiblemente de los nudillos) y la altura de los hombros del trabajador. Esto implicaría disponer de plataformas de apoyo para palets, cajas o cargas, evitando dejarlos a nivel de suelo.

- En procesos manuales, para evitar la carga estática producida por la sujeción mantenida de las piezas, cestas, etc. durante el tiempo de escurrido, es recomendable disponer de una barra de goteos que soporte los bastidores o cestas.
- La introducción de las cajas, cestas, bastidores, etc. en las cubas debe realizarse lo más cerca del borde de las mismas, para evitar manipulaciones alejadas del cuerpo. La distancia recomendable no debe superar los 25 cm. Nunca se debería superar los 60 cm.
- Se dispondrá de ayuda auxiliar manual o automática cuando la carga a manejar (envases de materias primas, cestas, bombos o bastidores) sea pesada. La guía del R.D. 487/97 sobre manejo manual de cargas elaborada por el INSHT establece el peso máximo de la carga a manipular de forma continua en 25 kg, siempre que las condiciones sean ideales (sin giros de tronco, carga próxima al cuerpo, agarre adecuado, etc.); es recomendable no superar los 15 kg. En caso de cargas pesadas o que impliquen manipulaciones complicadas (bastidores largos o voluminosos) o frecuencias elevadas, se recomienda el empleo de medios mecánicos (polipastos o puentes grúa) o la ayuda de otros trabajadores.
- Se emplearán envases seguros y ergonómicamente concebidos (facilidad de agarre).
- Organización del trabajo: alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes, por ejemplo, alternar posturas de pie y sentado durante la colocación de piezas en bastidores.
- Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas.
- En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a manejo de cargas o posturas forzadas etc., se precisa una valoración específica de la carga física del puesto de trabajo.

Reacciones intempestivas

Pueden tener diferentes orígenes relacionados con el contacto de sustancias incompatibles entre sí:

- Debido a una secuencia inadecuada de adición de reactivos en la formulación o mantenimiento del baño.
- Debido a que las cubas, conducciones, etc. contengan restos de otros productos.
- Reactivos alcalinos en contacto con metales como el aluminio, zinc o magnesio.
- Generación de calor por contacto de productos alcalinos sólidos o concentrados con agua.

Las reacciones intempestivas, a su vez, pueden originar proyecciones, elevación de la temperatura de productos y/o objetos.

En general deben observarse las medidas siguientes:



- Se deben leer y comprender las fichas de seguridad de los productos químicos antes de iniciar el proceso.
- Sólo el personal autorizado y que conozca las reglas de seguridad correspondientes a la manipulación de productos químicos debe realizar las adiciones de estos reactivos al baño de desengrase.
- Asegurar que las tuberías, conducciones y equipos a emplear (bombas, etc.) están perfectamente limpios y sin restos de productos de anteriores operaciones.
- Comprobar que las conducciones están vacías antes de realizar las operaciones de mantenimiento.
- Seguir cuidadosamente los procedimientos de formulación del baño y el orden de adición de los reactivos.
- En caso de que el desengrase esté integrado en una línea de baños se deberá definir una secuencia lógica en el movimiento de las piezas con el fin de evitar errores en la introducción de piezas en los baños.
- Cualquier derrame debe ser limpiado lo más rápidamente posible para impedir que reaccione con otros reactivos con los que pueda entrar en contacto.
- Trabajar a temperaturas intermedias para evitar reacciones intempestivas.
- Mantenimiento adecuado de los bastidores para evitar acumulación de sustancias químicas en su interior.
- Conocer las incompatibilidades entre productos. En particular se deberá asegurar que los productos utilizados para la limpieza son compatibles con los productos del baño.

- Debe comprobarse que el drenaje de los baños y los desagües evitan el mezclado de efluentes incompatibles (concentrados ácidos o alcalinos).
- Los tanques, válvulas y conducciones deberán estar claramente etiquetados de manera comprensible. Las etiquetas deberán indicar la naturaleza del contenido, la temperatura de trabajo, la naturaleza del peligro y su tratamiento de emergencia.
- Las tapas móviles en los baños pueden protegerlos de contaminaciones externas que podrían originar reacciones intempestivas.

Un caso particular de reacciones intempestivas es la “generación de calor por contacto con agua”: puede producirse por no seguir un procedimiento adecuado en la manipulación de los reactivos sólidos y/o concentrados, y llevar a cabo reacciones fuertemente exotérmicas sin la debida precaución. Entre las medidas a tener en cuenta destacan:

- Añadir las sales alcalinas sólidas poco a poco sobre el agua.
- Realizar las adiciones sobre soluciones frías.
- Controlar la temperatura del baño cuando se estén realizando adiciones de reactivos.
- Sólo el personal autorizado y que conozca las reglas de seguridad correspondientes a la manipulación de productos químicos debe realizar las adiciones de estos reactivos al baño de desengrase.

Fugas / derrames

Pueden producirse por:

- Desbordamiento de cubas durante la adición o trasiego de productos o piezas cuando la capacidad de la cuba es inferior al líquido que se pretende introducir. Este riesgo puede aparecer cuando la formulación se realiza en una cuba auxiliar y posteriormente se transvasa a la cuba destino.
- Cubas o envases de productos en mal estado.
- Cuando el volumen de carga de las piezas a tratar es superior al preceptivo.
- Goteo de líquido procedente de piezas cuando éstas salen del baño.
- Manipulación incorrecta de envases por desequilibrios, rotura del soporte, etc.

Algunas condiciones a tener en cuenta en relación con la instalación son:



- Las cubas y su recubrimiento interior deben tener una resistencia química y mecánica adecuadas y compatibles con los productos que van a contener (consultar ficha del baño según proveedor).
- Se deberá comprobar periódicamente el estado de las cubas de baños de desengrase, tanques de almacenamiento de reactivos, conducciones, rechazando aquellas que presenten poros, grietas y/o fisuras.
- Las cubas deberán tener rebosaderos para evitar el desbordamiento. Los rebosaderos deben estar dirigidos a desagües.
- Los niveles deben estar visibles y deben existir detectores de nivel alto para cortar la entrada de agua y de reactivos, incluidas las cubas móviles para transferencias.
- Todas las cubas deben disponer de cubetas de retención para la recogida de fugas y derrames.

Durante la adición, transvase o trasiego de productos se deberá tener en cuenta:

- Se deberá comprobar la capacidad de la cuba y los volúmenes del baño a transvasar o cantidad de producto sólido o líquido a añadir.
- Se deberá verificar que el volumen de carga es adecuado.

Para evitar la presencia de sustancias líquidas en el suelo:

- Deben escurrirse las piezas sobre el baño, utilizando en su caso las barras de goteo.





- Deben introducirse recipientes debajo de las válvulas para recogida de posibles goteos.
- Cualquier fuga o derrame debe ser recogido inmediatamente mediante material absorbente, palas y guardado en contenedores adecuados según indique la correspondiente instrucción de recogida de fugas y derrames.

Además, respecto al uso de productos químicos y manipulación de envases:

- Los envases se deberán cerrar después de su utilización.
- Formar a los trabajadores en la manipulación segura de productos químicos.

En caso de fugas o derrames importantes de productos, se utilizarán los equipos de protección personal adecuados a la sustancia.

Proyecciones

Pueden responder a diferentes causas, entre las que destacan:

- Trasiego de productos, bien durante la adición manual o en bombas de trasiego.
- Introducción o extracción manual brusca de piezas en el baño. Caída de piezas.
- Reacciones intempestivas: secuencia de mezclado de reactivos incorrecta.

Para evitar proyecciones:

- Seguir cuidadosamente los procedimientos de formulación del baño.
- En caso de que el desengrase esté integrado en una línea de baños se deberá definir una secuencia lógica en el movimiento de las piezas con el fin de evitar errores en la introducción de piezas en los baños.
- Las adiciones de los reactivos se deberán realizar lentamente y con cuidado para evitar proyecciones.
- Minimizar el riesgo de caída accidental de piezas de bastidores comprobando de manera periódica los sistemas de sujeción correcta de las mismas.
- Conocer las incompatibilidades entre productos. Evitar reacciones intempestivas y/o explosiones.
- Comprobar que las instalaciones y equipos a emplear (conducciones, cubas, etc.) están limpios.
- Asegurarse de que las válvulas están cerradas antes de conectar bombas de trasiego.
- Las etapas de escurrido deben estar optimizadas (por ejemplo, introduciendo barras de goteo) para evitar la contaminación entre baños y reducir los arrastres.
- Regular la velocidad de entrada y salida de piezas en el baño.
- Estudiar la posibilidad de emplear sistemas automáticos de adición de reactivos, evitando en lo posible el vertido libre desde recipientes.
- Evitar las tuberías flexibles para el traslado de productos / baños dando prioridad a las instalaciones fijas para el transvase de productos.

Contacto cutáneo / ocular

Puede ser directo como consecuencia de una fuga, una proyección o una reacción intempestiva; o indirecto a través de contacto con ropa sucia, envases en mal estado, etc.

Asimismo, durante la operación de carga y descarga de piezas, el contacto cutáneo puede tener su origen en un enjuague insuficiente de las piezas o bien en la presencia de baño en el interior de piezas de geometría complicada.

Dado que el contacto con sustancias químicas puede ser derivado de reacciones intempestivas, proyecciones, fugas o derrames, las medidas descritas para evitar dichos riesgos resultan efectivas para el riesgo de contacto. No obstante, dado que no es posible asegurar que no haya contacto, debe recurrirse a las siguientes medidas:

- Las piezas, una vez desengrasadas, deberán ser enjuagadas para eliminar todas las trazas de baño residual, especialmente las de geometría complicada.

- Utilizar equipos de protección individual: guantes, mandiles, gafas de seguridad, botas. Los equipos de protección individual deben ser seleccionados de forma adecuada, para que se adapten a la persona. Los trabajadores deben ser entrenados para su correcto uso y mantenimiento. El equipo debe ser comprobado y mantenido periódicamente para asegurar la protección del trabajador.
- Para procesos en vía húmeda, los equipos de protección personal deben consistir en:
 - Mandil impermeable
 - Botas
 - Gafas de seguridad
 - Guantes hasta medio brazo.
- Todos los equipos de protección personal deberán ser resistentes al ataque químico.
- Cada trabajador debe cambiarse la ropa al empezar y finalizar su turno. La ropa de calle y la de trabajo deben guardarse separadas, de forma que no puedan contaminarse por contacto. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo (R.D. 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo).
- Mantener unas normas de higiene adecuada; en concreto, lavarse las manos y la cara al finalizar la jornada y siempre antes de comer, beber o fumar.
- Si se produce cualquier contacto con sustancias químicas, la zona afectada debe ser lavada inmediatamente con agua abundante. Deben existir duchas y lavaojos en las proximidades de la zona de trabajo y en los lugares propensos a proyecciones. La localización de estos equipos debe quedar claramente señalizada (R.D. 485/97 de señalización de seguridad y salud en el trabajo).
- Se deberá disponer de soluciones ligeramente ácidas para neutralización en caso de proyecciones.

Inhalación de aerosoles

Se puede producir principalmente en la manipulación de productos concentrados, por emanaciones del propio baño: baños concentrados, baños en caliente reparaciones, limpieza, etc., caso de acceso al interior de cubas de gran tamaño.

Las nieblas procedentes de los sistemas por aspersión o de los vapores desprendidos de los baños en caliente pueden constituir un riesgo grave para la salud. La formación de niebla aumenta con la cantidad de piezas a procesar, la temperatura, y la densidad de corriente en los procesos de desengrase electrolíticos. Las nieblas contienen todos los ingredientes de la mezcla, por lo que es necesaria una buena ventilación.

Algunas medidas relativas a la prevención de este riesgo por lo que respecta a la instalación consisten en:



- Aislamiento de procesos automatizados durante su funcionamiento mediante instalaciones que lo cubran (tipo capota o cubiertas), confinando las sustancias emitidas por los baños durante el proceso y conduciéndolas al exterior después de haber pasado por los filtros correspondientes.
- Aislamiento del proceso cuando no se encuentre en funcionamiento: es recomendable la existencia de tapas móviles en los baños para cerrarlos con el fin de evitar las emisiones o evaporación excesiva, cuando éstos no se utilicen.
- Disponer de una buena ventilación del recinto.
- Los baños de tratamiento deben disponer de sistemas de extracción localizada. El diseño de los sistemas de extracción y aspiración debe estar integrado en la concepción de la cuba. La mayoría de las nieblas o vapores desprendidos en el baño son de naturaleza corrosiva, por lo que los sistemas de extracción deben estar contruidos en materiales resistentes a la corrosión.

- Los mantenimientos, reparaciones e instalaciones (por ejemplo: filtros sucios, bajo caudal...) se deben realizar a través de personal cualificado, y deben incluir informes de defectos.
- Uso de equipos de protección respiratoria. La necesidad de uso vendrá determinada principalmente por el tiempo de exposición y concentración presente en el ambiente. Hay tareas en que el tiempo de exposición puede ser reducido pero la concentración elevada como, por ejemplo, tareas de formulación, utilización del baño en caliente.
- Las protecciones respiratorias deben ser adecuadas para evitar tanto la inhalación de partículas (por ejemplo, por la adición de reactivos en estado sólido) como la inhalación de nieblas y vapores inorgánicos (vapores corrosivos, etc.).
- Los lugares en los que el uso de este equipo de protección se considere obligatorio deberán señalizarse de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Con independencia de las medidas descritas, debe realizarse un control periódico de concentración de contaminantes presentes en la atmósfera de trabajo, valorando la exposición al riesgo a través de mediciones de condiciones ambientales.

En el caso de trabajos en interior de las cubas, como tareas de reparación o mantenimiento, deben implantarse instrucciones específicas en espacios confinados que deberán estar reguladas por permisos especiales de trabajo. En estas instrucciones deberán contemplarse medios como:

- Detectores de concentración de gases dentro del espacio confinado (por ejemplo, detector de triple gas).
- Equipos de protección de respiración autónoma.
- La presencia de otros trabajadores en la zona. Dispositivos de rescate.

Es necesaria, además una formación específica de los trabajadores.

Ingestión de productos químicos

Se produce de forma directa como resultado de proyecciones o de forma indirecta a través de las manos sucias cuando se come, bebe o fuma.

En relación con la ingestión de productos químicos es necesario:

- Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.
- Debe estar terminantemente prohibido fumar, comer o beber en las zonas de baños.
- Los operarios deben seguir unas normas de higiene básicas antes de comer, beber o fumar y siempre que finalice su turno (lavarse las manos, retirar ropa contaminada, etc.).
- Retirar la ropa de trabajo al finalizar el turno.
- Evitar malos hábitos: oler o probar cosas cuando no se conoce su composición.
- No se debe almacenar agua, comida o bebida en el almacén de productos químicos.
- No transvasar los reactivos a envases no etiquetados.

ANEXO I

Clasificación de los baños de desengrase acuoso alcalino

Metal base	(°C)	Emisiones	Reactivos empleados	Riesgo	Frases R y S
Hierro, cobre	40-80	Aerosoles alcalinos	Sosa Compuestos alcalinos	Corrosivo	R: 35 S: (1/2)-26-37/39-45
Aluminio y mezclas, zinc y mezclas	40-80	Aerosoles alcalinos	Sosa Compuestos alcalinos	Corrosivo	R: 35 S: (1/2)-26-37/39-45
Hierro, cobre y mezclas	20	Aerosoles alcalinos cianurados	Sosa Compuestos alcalinos Cianuros	Corrosivo Muy tóxico y peligroso para el medioambiente	R: 35 S: (1/2)-26-37/39-45 R: 26/27/28-32-50/53 S: 7-28-29-45-60-61
Zinc, aluminio y mezclas	20	Aerosoles alcalinos cianurados	Sosa Cianuros	Corrosivo Muy tóxico y peligroso para el medioambiente	R: 35 S: (1/2)-26-37/39-45 R: 26/27/28-32-50/53 S: 7-28-29-45-60-61
Hierro, cobre, aluminio y zamak	20 -70	Aerosoles alcalinos no cianurados	Sosa Compuestos alcalinos	Corrosivo	R: 35 S: (1/2)-26-37/39-45

ANEXO II

Hidróxido sódico

Protección respiratoria	Usar protección respiratoria de cara completa si se espera polvo excesivo, o se exceden los límites de exposición establecidos. Filtro P.
Protección de los ojos	Usar gafas de seguridad y careta protectoras contra productos químicos. No usar lentes de contacto aun con gafas de seguridad.
Protección de las manos	Guantes recomendados: caucho, neopreno. También pueden servir: PVC, nitrilo, butilo.
Otras medidas de protección	Proporcionar ventilación adecuada para cumplir con los límites de exposición establecidos. Contar con ventilación local cuando se trabaje con una solución o se presente polvo excesivo. Usar botas impermeables de caucho o de vinilo, pantalones, chaquetas o delantal, mangas largas y otra ropa protectora apropiada para condiciones de uso para prevenir el contacto con la piel.
Medidas de higiene particulares	Usar ropa protectora resistente a sustancias químicas en lugares polvorientos. Una estación de lavaojos y una ducha de seguridad deben estar cercanas y listas para su uso. Aplicar prácticas de higiene idóneas cuando se maneje este producto, incluyendo el cambiarse la ropa de trabajo al finalizar la jornada. No comer, beber, o fumar en áreas donde se maneje este material.

Sales cianuradas

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de polvo. Filtro B-(P3).
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: caucho, nitrilo.
Otras medidas de protección	
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al término del trabajo. No comer ni beber en el lugar de trabajo bajo ninguna circunstancia. Trabajar bajo vitrina extractora. No inhalar la sustancia.

8 Bibliografía

- Donald P. Murphy. *Metals Handbook* 9th edition Volumen 5 *Alcaline Cleaning y Electrolytic cleaning*. Pág 22-25 y 30-31.
- *Metal finishing. Guidebook and directory issue*. 92nd edition pag 116-121 y 95th edition pag 116 -125.
- <http://www.mtas.es/insht/index.htm>
- Martine Wery. *Techniques de l'Ingénieur, traité Matériaux métalliques*. "Traitements des Metaux MD2".
- Gaspar Lloret Boscá. *Tratamientos de preparación previa de superficies metálicas*. Ed. Reproval.
- Gaspar Lloret Boscá. Proyecto ENVIREDOX. *Desarrollo técnico y metodológico de una BAT. Aplicación a la compatibilización del tratamiento de residuos industriales especiales con la depuración de residuos urbanos*. Informe técnico. 2004.

DESENGRASE ACUOSO ALCALINO



Definición

Tiene como objeto eliminar por vía química los aceites, fluidos y grasas de las piezas metálicas. El desengrase puede realizarse por inmersión, aspersion, ultrasonidos o de forma electrolítica.

Los desengrases acuosos están compuestos principalmente por sustancias y sales básicas, tensoactivos y agua.

La sustancia básica más empleada es el hidróxido sódico, mientras que las sales más empleadas son los silicatos, los fosfatos, carbonatos, boratos, etc.

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)



- Hidróxido sódico
- Sales básicas (silicatos, fosfatos, carbonatos, boratos, etc.)
- Tensoactivos
- Agua

Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



- Seguir de forma rigurosa las indicaciones de las fichas de baño (formulación, análisis, mantenimiento).
- Los baños deben ser preparados por personal especializado.
- Conectar sistemas de captación de aire y controlar su buen funcionamiento.
- Atender a las indicaciones del etiquetado y de las fichas de seguridad.
- Comprobar el correcto etiquetado de recipientes de sustancias químicas, incluidos transvases.
- Los recipientes deben conservarse cerrados cuando no se estén utilizando.
- Revisar envases y comprobar que no tienen fugas.
- Examinar la carga antes de manipularla localizando zonas de difícil agarre.
- Comprobar la fijación de las piezas en los bastidores.
- Comprobar que las válvulas están cerradas antes de realizar los procesos de trasiego.
- Verificar que los equipos a emplear (conducciones, cubas, etc.) están perfectamente limpios.
- Comprobar la capacidad de la cuba antes de realizar los trasiegos.
- Adicionar de forma lenta y controlada las sales alcalinas reactivos en el baño.
- Cerrar válvulas al terminar los procesos de trasvase. Revisar estanqueidad.
- La adición de piezas o bastidores al baño será cuidadosa evitando salpicaduras y proyecciones.
- Respetar los tiempos de enjuague y escurrido de piezas. Escurrir las piezas sobre los baños
- Verificar enjuagues correctos para eliminar trazas residuales de baño.
- Recoger los posibles derrames con la mayor celeridad posible.
- Utilizar las duchas de emergencia y lavajos en caso de contacto del baño o los productos concentrados con la piel.
- Lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.

OBLIGACIONES



PROHIBICIONES

- Prohibido echar agua sobre el hidróxido sódico sólido.
- Prohibido utilizar agua en los derrames de producto sólido.
- Prohibido almacenar comida o bebida en la proximidad de los puestos de trabajo.
- Prohibido comer, beber o fumar junto a los baños de desengrase.
- Evitar oler o probar sustancias de composición desconocida.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- Hidróxido sódico: almacenar alejado de ácidos, agua, materiales reactivos (cinc, aluminio, estaño, plomo) y materiales combustibles.
- Mantener en lugar seco y cerrado.

ANÁLISIS DE RIESGOS: DESENGRASE ALCALINO ACUOSO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caídas al mismo nivel	Suelos deslizantes debidos a fugas y/o derrames o falta de limpieza.	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar suelo antideslizante en las inmediaciones del baño (plataformas de tramos o rejilla). - Disponer de barras de goteo sobre los baños. - Emplear calzado antideslizante. - Disponer de procedimientos de limpieza periódica. - Recoger los derrames inmediatamente con material absorbente.
Cortes con las piezas / bastidores	Contacto con aristas o filos.	Fijación de piezas.	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar guantes anticorte para colocar las piezas en el bastidor.
Golpes / arrastres	Bastidores en movimiento en zonas de paso.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización. - Carga – descarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección mediante resguardos mecánicos de las zonas de paso bajo las cargas suspendidas. - Emplear sistemas de parada de emergencia. - Limitar la entrada de personal no autorizado. - Señalizar el riesgo de cargas suspendidas. - Proporcionar calzado de seguridad.
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo manual. - Manipulación de cargas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización. - Transvase. - Carga – descarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de ayuda auxiliar manual o automática. - Configurar la estación de trabajo de forma que el rango de alturas se encuentre entre las rodillas y los hombros del trabajador en recogida y depósito de piezas. - Disponer de barras de goteo sobre los baños. - Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes. - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo para exposiciones prolongadas.
Reacciones intempestivas	<ul style="list-style-type: none"> - Mezcla o contacto de sustancias incompatibles entre sí. - Adición incorrecta de reactivos. - Etiquetado deficiente / mala identificación de baño, envases. 	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer en el puesto de trabajo de las fichas de formulación y análisis de baños. - En caso de que el fosfatado esté integrado en una línea de baños, definir secuencia lógica de movimiento de las piezas. - Restringir las tareas de manipulación de productos químicos por personal autorizado. - Formación. - Etiquetar de manera comprensible tanques, válvulas, conducciones. - Separar las conducciones de drenaje para evitar mezclas de efluentes incompatibles. - Comprobar que los recipientes, equipos, materiales, etc. están limpios y sin restos de anteriores operaciones. - Evitar altas temperaturas y calentamientos excesivos de soluciones. - Disponer de instrucciones de orden y limpieza.

ANÁLISIS DE RIESGOS: DESENGRASE ACUOSO ALCALINO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Fugas / derrames	<ul style="list-style-type: none"> - Adición o trasiego de productos. - Sobrepasar la capacidad de la cuba. - Instalación en mal estado. - Manipulación incorrecta de envases 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización. - Transvase. - Carga-descarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las cubas y túneles tendrán resistencia química y mecánica compatible con el líquido a contener. - Las cubas deberán tener rebosaderos y cubetos de retención. - Comprobar el estado de las cubas / túneles y las conducciones para que no presenten grietas ni fisuras. - Los niveles deben estar visibles. - Introducir recipientes debajo de las válvulas para recogida de posibles goteos. - Disponer de instrucciones específicas para la recogida de fugas y derrames. Formación.
Proyecciones	<ul style="list-style-type: none"> - Reacción intempestiva. - En bombas de trasiego desde grandes contenedores, por causa de fugas, válvulas abiertas, etc. - Como resultado de una reacción incompatible. - Por salpicaduras al añadir productos. - Al revisar o limpiar elementos que todavía contienen restos de baño. 	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de ficha de baño (formulación, análisis, mantenimiento). - Definir una secuencia lógica de movimiento de piezas. - Informar sobre incompatibilidades productos. - Establecer un tiempo de escurrido de las piezas suficiente para eliminar arrastres y goteos. - Regular la velocidad de entrada y salida de piezas en el baño.
Contacto cutáneo / ocular	<ul style="list-style-type: none"> - Directo: fuga, proyección o reacción intempestiva. - Indirecto: ropa sucia, piezas mal enjuagadas, manos sucias, envases en mal estado, etc. 	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Emplear equipos de protección: guantes, mandil, ropa y calzado adecuado. - Señalización del uso obligatorio de equipos de protección individual. - Deben existir fuentes lavajos y duchas de emergencia en las proximidades del proceso. - Señalizar la ubicación de lavajos y duchas de emergencia. - Disponer de soluciones ligeramente ácidas (vinagre) para neutralización en caso de proyecciones alcalinas o bicarbonato para las ácidas.
Inhalación de nieblas / vapores	<ul style="list-style-type: none"> - En la manipulación de productos concentrados. - Por emanaciones del propio baño. - Trabajo en espacios confinados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valorar el aislamiento del proceso automatizado. - Aislamiento de los procesos cuando no estén en funcionamiento (tapas). - Disponer sistemas de extracción local de gases, nieblas o vapores. - Disponer de buena ventilación del recinto. - Dotar de equipos de protección individual: mascarillas protectoras. - Realizar un control periódico de la concentración de contaminantes ambientales. - Elaborar una instrucción de trabajo y dotar de medios para trabajos en espacios confinados.
Ingestión de productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Forma directa: proyecciones. - Forma indirecta: manos sucias cuando se come, bebe o fuma. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño. - Disponer de neutralizantes de los productos que se emplean en la empresa. - Promover el etiquetado de los transvases. - Señalizar la prohibición de almacenar comida o bebida en la zona de trabajo con productos químicos.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE DESENGRASE ACUOSO ALCALINO

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A Lugares de trabajo	
1. La zona de paso está limpia y ordenada, libre de obstáculos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. Los materiales de construcción de la instalación y elementos auxiliares son resistentes al ataque de productos corrosivos y se encuentran en buen estado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. En caso de fugas y derrames se siguen las instrucciones de orden y limpieza.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. Se dispone de suelo antideslizante, o plataformas de tramos o rejilla para minimizar el contacto con suelos resbaladizos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. Está controlado el riesgo de caída sobre la cuba (altura de la propia cuba, barandilla...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B Equipos de trabajo/instalaciones	
6. Las instalaciones automáticas de alimentación y transporte de piezas disponen de dispositivos de seguridad / resguardos que impiden el acceso en la zona de movimiento de bastidores o detienen el movimiento peligroso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. Las instalaciones automáticas disponen de sistemas de parada de emergencia en zonas accesibles desde el puesto de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
8. Los sistemas automáticos / semiautomáticos disponen de manual de instrucciones de los equipos de mantenimiento (puente grúa, polipastos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. El operario conoce el funcionamiento de los equipos de mantenimiento y los utiliza correctamente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. Está señalizado el riesgo de cargas suspendidas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. La instalación está adecuada a lo dispuesto para locales con riesgo de corrosión en la Instrucción Técnica Complementaria 30 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 30).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. Se observa que los bastidores y sistemas de fijación están en correcto estado y se inspeccionan antes de su uso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. En procedimientos manuales se dispone de barras de goteos sobre la cuba.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
17. Las cubas y su interior están diseñados para resistir química y mecánicamente a los productos que contienen.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

18. Las cubas disponen de rebosaderos para evitar desbordamientos dirigidos a desagües.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Las cubas de baños disponen de cubetos de retención para la recogida de fugas y/o derrames.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. Las cubas de baños disponen de tapas móviles para aislar el proceso cuando no se esté utilizando.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. Las cubas de baños están identificadas y etiquetadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. Los desagües están separados para evitar mezclas entre corrientes incompatibles (cianuros – ácidos concentrados, ácidos concentrados – bases concentradas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Los desagües permiten una rápida evacuación de las fugas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Las cubas de baños y enjuagues (incluidas las de transferencia) disponen de indicadores de nivel de líquido visibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Existen detectores de nivel (alarma o dispositivos de parada) para controlar la entrada de agua y reactivos a las cubas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
26. Se respeta la altura libre de las cubas para evitar desbordamientos (desde la superficie del líquido hasta el extremo de la cuba).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. En los sistemas de llenado / vaciado se dispone de tuberías fijas preferentemente a tuberías flexibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

C Sustancias químicas

30. Se dispone de las fichas de seguridad actualizadas de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
31. Se dispone de las fichas de baño de desengrase donde se indican las operaciones a efectuar y el tratamiento a realizar (formulación, condiciones de trabajo, mantenimiento, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. Se comprueba que las instalaciones están limpias antes y después del proceso con sustancias químicas (cubas, conducciones...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Se conocen las incompatibilidades químicas entre productos (sales alcalinas sódicas – agua, piezas Al/Zn/Mg – bases concentradas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Están suficientemente identificados y correctamente etiquetados los envases de todos los productos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Se ha informado a los trabajadores sobre los riesgos en la manipulación de las sustancias peligrosas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. Se revisan los envases de sustancias peligrosas para detectar fugas, cambios de color, porosidades, abolladuras, grietas...	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Los envases se mantienen cerrados cuando no se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. Se dispone de sistemas de dosificación mecánica para el manejo y transvase de reactivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
39. Se cierran las bombas y sus válvulas asociadas cuando finaliza el proceso de transvase de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Se dispone de sistemas de retención con capacidad suficiente para contener fugas o derrames de sustancias peligrosas (cubetos, recipientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
41. Se dispone de instrucciones y medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas, y se aplica.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

42. Se dispone de disoluciones ácidas débiles para la neutralización de salpicaduras o proyecciones de baño básico concentrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Existen duchas y fuentes lavaojos próximas a los lugares donde existe el riesgo de proyección de líquidos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. Se dispone de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. El trabajador se cambia de ropa al final de la jornada y dispone de taquillas o compartimentos para tener separada la ropa de calle de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
D <input type="checkbox"/> Incendio/explosión	
47. Existen medios de extinción (extintores, BIE) en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida, en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. Existen detectores de nivel bajo que detengan los calentadores en caso de descenso de nivel de baño.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
49. Se evita el almacenamiento de álcalis fuertes junto a disolventes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
E <input type="checkbox"/> Condiciones ambientales	
50. Los procesos automáticos están encerrados para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
51. En los procesos semiautomáticos o manuales se tapan las cubas que no se están utilizando para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
52. Existe extracción localizada eficaz en los focos de emisión de gases, vapores o nieblas (limpio y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
53. Existe un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. Se controlan periódicamente las condiciones ambientales (gases, vapores, nieblas alcalinas) presentes en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
55. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. Se evita el almacenamiento de álcalis fuertes junto a disolventes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
57. Existen procedimientos escritos y medios técnicos para el trabajo en espacios confinados (reparación y mantenimiento de cubas de gran tamaño, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
F <input type="checkbox"/> Equipos de protección individual	
58. Se utilizan guantes impermeables y resistentes a soluciones alcalinas (corrosivas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
59. Durante la manipulación manual de las piezas se utilizan guantes resistentes a los cortes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
60. Se dispone de gafas de seguridad o pantallas faciales en operaciones que puedan generar salpicaduras (transvases, introducción manual de bastidores...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
61. Se dispone de calzado de seguridad impermeable con características antideslizantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
62. Se utiliza ropa impermeable (mandil).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
63. Durante la formulación o transvase de reactivos puros o concentrados, se dispone de equipos de protección respiratoria (vapores inorgánicos y/o partículas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
64. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

65. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
66. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
67. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
68. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

69. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
70. Durante la fijación / extracción de piezas en bastidores, perchas..., el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los nudillos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
71. Durante la adición de reactivos, alimentación de piezas a granel en bombos, cestas... la altura de trabajo se encuentra a nivel de los codos del trabajador (es recomendable que se encuentre ligeramente por debajo del nivel de los codos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
72. No se cargan ni descargan manualmente bastidores / bombos alejados del borde de la cuba (rango recomendado hasta 25 cm, no superar los 60 cm).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
73. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
74. Las cargas o materiales se recogen o depositan desde la zona de ubicación en un rango de alturas comprendidas entre la altura de las rodillas y los hombros del trabajador.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
75. Se transvasan los reactivos concentrados mediante bombas, evitando en la medida de lo posible el volcado directo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
76. En procesos manuales se dispone de barras de goteos para facilitar el escurrido de las piezas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
77. Se ha establecido un programa de formación sobre el correcto manejo de cargas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
78. En las manipulaciones se evitan las posturas forzadas continuadas de muñeca.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

H Almacenamiento

79. Los espacios previstos para almacenamiento de los productos químicos empleados para el desengrase tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
80. Se controla que las sales alcalinas no se almacenen en zonas que puedan entrar en contacto con el agua.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
81. Las sales alcalinas se protegen frente a variaciones de temperatura y frente a la humedad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
82. Se tienen en cuenta las condiciones de almacenamiento establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria APQ 6 (Almacenamiento de líquidos corrosivos), del Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
83. Se almacenan productos químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
84. Está correctamente ventilada el área de almacenamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
85. Se limita la altura de apilamiento de los contenedores de las piezas para asegurar la estabilidad del conjunto.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>



Desengrase al disolvente

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

1.- Proceso de desengrase al disolvente

2.- Limpieza en frío

- 2.1.- Empleo
- 2.2.- Disolventes empleados
- 2.3.- Control de variables
- 2.4.- Aplicaciones

3.- Limpieza en fase vapor

- 3.1.- Importancia de la zona de condensación
- 3.2.- Desengrase en máquinas cerradas o estancas
- 3.3.- Disolventes
- 3.4.- Conservación del disolvente

4.- Tareas relacionadas con el desengrase al disolvente

- 4.1.- Utilización del baño
- 4.2.- Mantenimiento del baño y las instalaciones

5.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

- Golpes / cortes
- Sobreesfuerzos
- Reacciones intempestivas
- Fugas, derrames
- Inhalación de gases y/o vapores
- Incendio

6.- Bibliografía

Anexo I: Clasificación de los disolventes en función de su riesgo y medidas más comunes.

FICHA INFORMATIVA
FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de desengrase al disolvente

El desengrase al disolvente (o más correctamente al solvente) es un proceso de preparación superficial especialmente adecuado para la eliminación de sustancias orgánicas como grasas, aceites o ceras de la superficie metálica. Los compuestos orgánicos son solubles en el disolvente y de esta forma se eliminan de las piezas.

El desengrase al disolvente prepara las piezas para operaciones tales como montaje, pintura, mecanizado o embalaje.



En algunos casos, el desengrase al disolvente también puede ser empleado como hidrofugante para la eliminación de agua de piezas recubiertas, un procedimiento común en la industria de la joyería, herraje y otros objetos decorativos. Para ello se utilizan mezclas azeótropas de agua / disolvente que contienen humectantes específicos para evitar las manchas calcáreas.

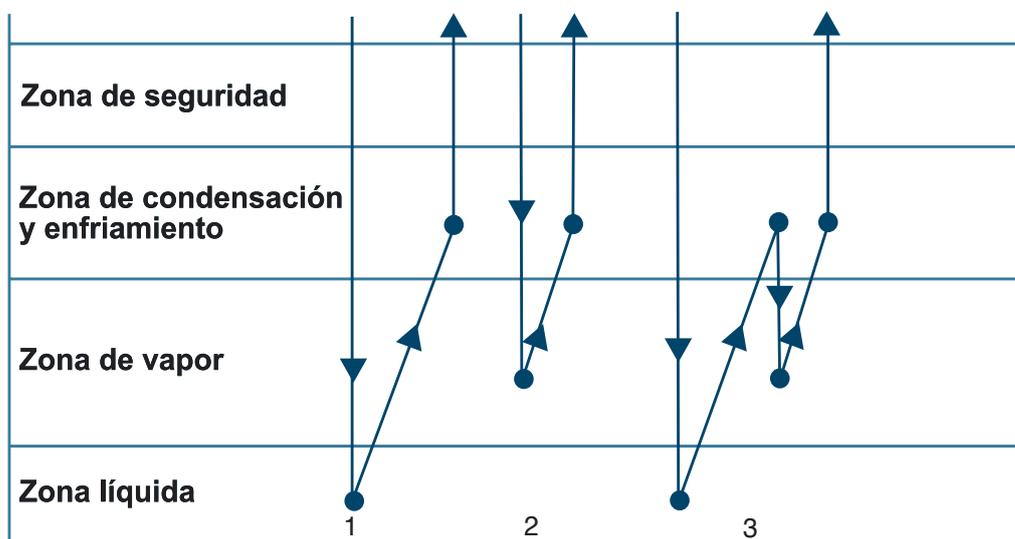
Los procesos más empleados en el desengrase al disolvente son:

- Limpieza en frío
- Limpieza en fase vapor.

El desengrase al disolvente puede realizarse a temperatura ambiente o empleando técnicas de desengrase al vapor. La primera técnica se denomina desengrase en frío y se suele realizar por inmersión de la pieza en el disolvente. La segunda técnica se conoce con el nombre de desengrase al vapor. Es mucho más efectiva que la anterior ya que mientras la pieza no alcance la temperatura del disolvente, éste condensará y se renovará de forma continua sobre su superficie.

El secado se realiza por evaporación del disolvente y normalmente se produce cuando las piezas se extraen del baño, aunque se puede favorecer por calor, soplado de aire o un medio absorbente.

A continuación se muestra en forma de esquema las técnicas de desengrase por disolvente:



I. Inmersión	2. Fase vapor	3. Mixta
Figura 1. Técnicas de desengrase por solventes		

2 Limpieza en frío

2.1 Empleo

Consiste en la eliminación de suciedad de las piezas por medio de inmersión en el disolvente. La limpieza tiene lugar a temperatura ambiente o ligeramente superior. El proceso puede incorporar agitación para facilitar la limpieza.

Los ultrasonidos se emplean a veces para desprender y eliminar suciedad como pastas de pulir de áreas poco accesibles. La presencia de ultrasonidos reduce el tiempo requerido para la limpieza de piezas complejas.

Las piezas demasiado grandes para sumergirse en el baño son tratadas por aspersión o mediante trapos impregnados en disolvente.

Se emplea como método de limpieza previo o se reserva para aplicaciones especiales:

- Prelimpieza de piezas que van a ser desengrasadas por otro método.
- Limpieza manual de piezas excesivamente grandes para máquinas de inmersión o aspersión.
- Limpieza de piezas sensibles al calor, al agua o a ciertos reactivos.
- Eliminación de materiales orgánicos como marcas de rotulador o flux de soldadura.
- Limpieza de piezas de precisión en una sucesión de pasos en los cuales la pieza se limpia primero en un disolvente no polar y después en una solución acuosa (polar) para eliminar contaminantes orgánicos.
- Limpieza de piezas eléctricas o electrónicas en las cuales la presencia de sales inorgánicas podría causar caídas de corriente.

En general, se emplea la limpieza en frío cuando el volumen de piezas a limpiar no justifica una inversión en un equipo de desengrase al vapor.

2.2 Disolventes empleados

Se emplean fundamentalmente derivados alifáticos del petróleo, hidrocarburos clorados, fluorocarbonos, hidrocarburos cromados, alcoholes y otros disolventes comúnmente usados en la limpieza en frío.

También se emplean alcoholes minerales por su bajo coste y sus puntos de destello relativamente altos.

En algunas aplicaciones se pueden usar mezclas de alcoholes e hidrocarburos clorados para reducir el riesgo de incendio por elevación de los puntos de destello (temperatura de autoignición).

Las acetonas y otros disolventes con bajo punto de destello sólo se emplean para propósitos especiales, como, por ejemplo, el desengrase de instrumentos de precisión.

2.3 Control de variables

La selección del disolvente más apropiado, la temperatura de operación, el empleo de agitación y la naturaleza del principal componente a eliminar son las principales variables que afectan al proceso.

Al aumentar la temperatura aumenta la eficacia del disolvente. Sin embargo, también aumenta el riesgo de incendio. Por esta razón los disolventes nunca deben ser calentados por encima de su punto de destello (temperatura de autoignición).

La agitación permite la disolución de la suciedad; una acción mecánica como un ligero cepillado también es muy efectiva y mejora el proceso de limpieza.

Posteriormente debe realizarse un proceso de secado para eliminar los restos de disolvente por medio de corriente de aire, centrifugación o por contacto con materiales absorbentes. En cualquier caso los

vapores de disolvente deben ser extraídos con el fin de evitar incendios, explosiones o exposiciones al trabajador.

Con el tiempo se va acumulando la suciedad en los disolventes y disminuye su acción limpiadora, lo que determina la frecuencia de sustitución del disolvente.

Los disolventes pueden ser reciclados en el propio sistema mediante un proceso de destilación, o ser retirados como residuos.

En el sistema de desengrase al disolvente en frío, se emplean cubos, tanques y aspersores.

Los cubos son los contenedores más simples y se utilizan para el desengrase manual mediante trapos impregnados en disolvente.

Los tanques de inmersión pueden tener varios tamaños y diseños en función de la naturaleza del trabajo. Estos sistemas pueden funcionar a temperatura ambiente o en caliente. Algunos están diseñados para permitir una apertura y cierre rápidos mediante pedales, con el fin de reducir la evaporación y los riesgos de incendio.

El desengrase por aspersión se realiza con el empleo de pistolas similares a las empleadas en el pintado “air-less”.

En los sistemas abiertos deben existir campanas de extracción para eliminar vapores tóxicos y/o inflamables.

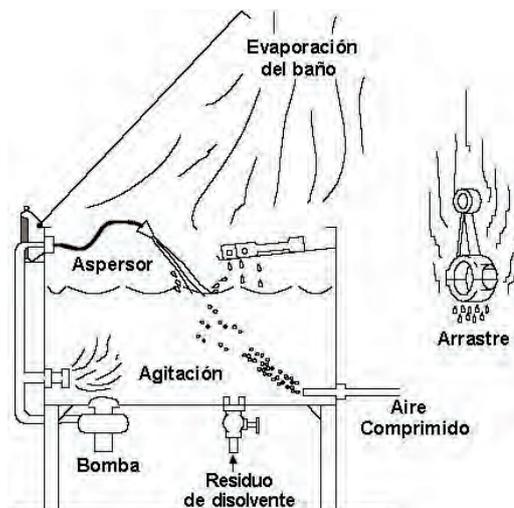


Figura 2. Desengrase en frío (fuente: Clearinghouse for inventories & emissions factors).

2.4 Aplicaciones

El desengrase en frío se emplea fundamentalmente para:

- Predesengrase de piezas que van a ser desengrasadas con otro método
- Limpieza manual de piezas de gran tamaño
- Limpieza de materiales sensibles al calor, al agua o a ciertos reactivos químicos.

Todos los materiales metálicos pueden ser desengrasados con disolventes, siempre que no estén contaminados con ácidos o álcalis.

Los ciclos de limpieza deben ser ajustados para minimizar los tiempos de inmersión.

El desengrase al disolvente no es un medio efectivo para eliminar: sales metálicas y óxidos, arena, soldaduras, depósitos carbonosos y flux de soldadura.

El método se emplea para la limpieza esporádica de pequeñas cantidades de piezas y lotes poco uniformes.

A excepción de la limpieza por aspersión, este método no se suele emplear como método de limpieza final. En algunas ocasiones 2 ó 3 baños consecutivos proporcionan unos resultados más uniformes.

3 Limpieza en fase vapor

El desengrase en fase vapor es un término genérico que se aplica a un proceso de limpieza que emplea vapores calientes de un disolvente clorado o fluorado para eliminar suciedad de piezas, principalmente aceites, grasas y ceras.

Una unidad de desengrase al vapor consta de un tanque con una zona de calentamiento de disolvente en la parte inferior y otra de enfriamiento en la zona superior.

El calor suministrado debe ser suficiente para generar vapor de disolvente. Como el vapor de disolvente es más pesado que el aire lo desplaza de la cuba, llenando todo el tanque hasta la zona de enfriamiento. El vapor caliente se condensa cuando alcanza la zona de enfriamiento, manteniendo un nivel de vapor fijo y creando un balance térmico.

La diferencia de temperatura entre la pieza y el vapor de disolvente produce su condensación sobre la pieza y la disolución de la suciedad.

La suciedad eliminada de la pieza cae al baño donde se encuentra el disolvente líquido. Esta suciedad tiene una temperatura de ebullición mayor que el disolvente, lo que produce que sólo se formen vapores puros de disolvente.

La limpieza al vapor es un proceso mejor que la limpieza en frío, debido a que las piezas se lavan siempre con disolvente puro.

Cuantas más piezas se procesen más sucio estará el disolvente, por lo que se debe realizar una limpieza regular del depósito con el fin de mantener la calidad del disolvente y evitar depósitos de grasa en el fondo del tanque y en los serpentines refrigerantes. Estos depósitos dificultan la transferencia de calor y la limpieza del tanque.

En el desengrase al vapor las piezas se calientan por condensación de los vapores del disolvente y se secan instantáneamente cuando son extraídas de la zona de vapor.

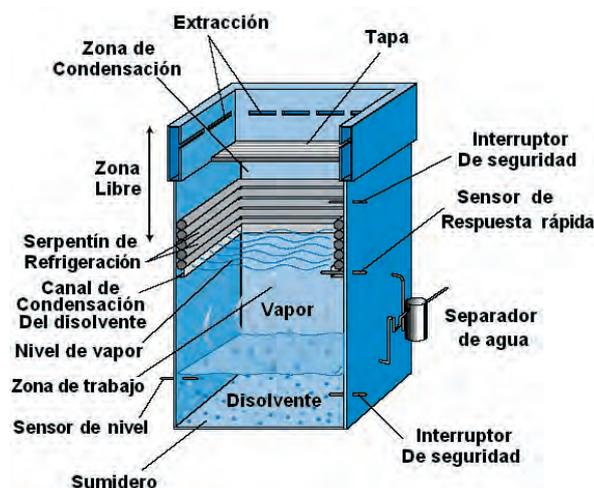


Figura 3. Tanque de desengrase convencional (fuente: Vapour degreasing GGI5 guide. Environmental technology best practice programme).

Como complemento a la limpieza al vapor, algunas unidades de desengrase están equipadas con instalaciones para sumergir las piezas en disolvente caliente o en ebullición y con aspersión de disolvente limpio sobre las piezas. La eficacia del ciclo de limpieza de la fase líquida puede ser aumentada por aplicación de ultrasonidos.

3.1 Importancia de la zona de condensación

La zona de condensación se define como la relación entre la altura de la zona situada sobre el nivel de líquido (h_1) y la anchura (l) de la sección abierta de la cuba. En el desengrase en fase vapor es la relación entre la interfase estable aire / vapor y dicha anchura.

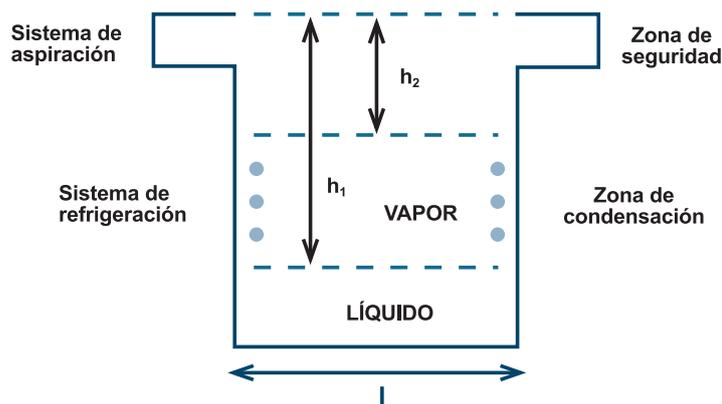


Figura 4. Zona de condensación

Las emisiones se reducen sensiblemente aumentando la distancia entre el nivel del líquido y el borde superior de la cuba de modo que:

- Valor mínimo de la relación $h_1/l = 0,75$ (desengrase en frío).
- Para valores de h_2/l de 0,5 a 0,75 se reducen las pérdidas al exterior de disolvente entre un 25 y un 55% (desengrase en fase vapor).
- Para valores h_2/l de 0,75 a 1,0 se reducen las pérdidas al exterior de disolvente entre un 45 y un 75% (desengrase en fase vapor).

3.2 Desengrase en máquinas cerradas o estancas

Las máquinas tradicionales no permiten otras acciones mecánicas supletorias que la agitación por ultrasonidos. Las máquinas modernas, en cambio, son estancas y mejoran enormemente el rendimiento del desengrase por acción de chorros a alta presión.

El consumo medio de disolvente en estos equipos es inferior a 50 g/h para producciones de 10 a 12 cestas/h en continuo. Ello se consigue por la acción conjunta de un destilador atmosférico y un concentrador al vacío, dando como resultado lodos prácticamente exentos de disolvente. Al final del ciclo de desengrase, un secado al vacío elimina las últimas trazas de disolvente atrapándolas a través de un colector de condensados.

3.3 Disolventes

Sólo los disolventes halogenados se emplean en el desengrase al vapor y todos poseen en común algunas de las siguientes características:

- Alta capacidad disolvente de aceite, grasa y otros contaminantes.
- Bajo calor de vaporización y bajo calor específico para maximizar la cantidad de disolvente que condensa sobre las piezas metálicas y para minimizar la cantidad de calor requerido.

- Punto de ebullición suficientemente alto como para que el vapor se condense sobre la pieza y asegurar un enjuague final en vapor limpio.
- Punto de ebullición suficientemente bajo como para permitir que el disolvente sea separado fácilmente del aceite, grasa u otros contaminantes por simple destilación.
- Alta densidad de vapor en comparación con el aire y baja velocidad de difusión en el aire, lo que minimiza las pérdidas de disolvente a la atmósfera.
- Estabilidad química en el proceso.
- No producen corrosividad del metal de las piezas ni de los tanques.
- No son inflamables ni explosivos.

Los disolventes más empleados y que cumplen estos requisitos son:

- Tricloroetileno
- Percloroetileno
- Fluorocarbono 113.

3.4 Conservación del disolvente

El mantenimiento de un volumen adecuado de disolvente en un tanque de desengrase es importante en la eficacia del desengrase. La pérdida de disolvente puede ser minimizada siguiendo estas precauciones:

- El desengrasante no debe estar localizado en un área con corrientes procedentes de puertas, ventanas o ventiladores.
- Los arrastres deben ser minimizados con un escurrido adecuado. Para ello se deben diseñar bastidores o cestas adecuados.
- Si las piezas están en el interior de un bombo, éste debe girar en el área de vapor antes de ser extraídas aquellas del desengrase.
- La aspersión debe ser minimizada y realizada por debajo del nivel de vapor.
- La pieza debe permanecer en vapor hasta que cese la condensación.
- Las piezas no deben ser metidas y extraídas del baño a gran velocidad (las velocidades deben ser inferiores a 3,4 m/min).
- El desengrase debe ser cubierto cuando no se utilice.
- Las bombas, conducciones y válvulas deben ser revisadas periódicamente para evitar derrames y/o fugas de disolvente.
- Se debe evitar la introducción de humedad en el desengrase. Las piezas mojadas y que proceden de procesos previos no deben ser desengrasadas hasta que no estén perfectamente secas.
- Los materiales porosos o absorbentes no deben ser desengrasados en este tipo de baños.
- Los disolventes deben estar estabilizados o sobreestabilizados mediante aditivos apropiados, y en el caso de los halogenados contener aceptores ácidos para eliminar cualquier traza de ácido clorhídrico procedente de su descomposición.

4. Tareas

Se distinguen las siguientes operaciones básicas en el proceso de desengrase:

- Utilización del baño
- Mantenimiento del baño y las instalaciones.

4.1 Utilización del baño

Consiste en la introducción de piezas en el desengrase al disolvente, con el fin de proceder al proceso de limpieza. El proceso puede ser manual o automático, en función del tamaño y las características tanto de las piezas como de la propia instalación de desengrase.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Golpes o cortes
- Sobreesfuerzos
- Reacciones intempestivas

- Fugas y derrames
- Contacto cutáneo u ocular
- Inhalación de gases y/o vapores
- Ingestión de productos químicos
- Incendio

4.2 Mantenimiento del baño y las instalaciones

Los desengrases deben ser convenientemente mantenidos para asegurar una eficacia continua y una operación segura. Independientemente del disolvente utilizado, es fundamental, tanto para el proceso como para la seguridad de los trabajadores, que el disolvente de desengrase y sus instalaciones se mantengan en perfecto estado.

Entre otras tareas, el mantenimiento puede consistir en: retirada de los lodos del fondo del tanque, limpieza del tanque, revisión / limpieza / reparación de elementos como válvulas, sistemas de refrigeración, etc.

Los riesgos asociados a esta fase son:

- Sobreesfuerzos
- Contacto cutáneo u ocular
- Inhalación de gases y/o vapores
- Ingestión de productos químicos
- Incendios.

5 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Golpes / cortes

Durante el proceso de manipulación el operario puede producirse cortes con aristas o filos. El origen de los golpes suele estar en la caída de objetos, o golpes con objetos que se encuentren en el área de paso.

En relación con el riesgo de cortes, podemos destacar las medidas siguientes:

- Examinar la carga antes de manipularla tratando de localizar zonas que puedan resultar peligrosas en el momento de su agarre (aristas, bordes afilados, etc.).
- Utilizar guantes de seguridad anticorte marcado “CE” al colocar las piezas en el bastidor, cestas, etc. Señalización del uso obligatorio.

En lo referente al riesgo de golpes, podemos destacar las medidas siguientes:

- Comprobar el adecuado funcionamiento y empleo de los sistemas de fijación de piezas.
- No sobrecargar los bastidores.
- Comprobar que las piezas están correctamente dispuestas en los bombos / bastidores para evitar riesgos de colisión y caídas.
- No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo. Retirar los objetos que obstruyan estas zonas. Orden y limpieza.
- Utilización de calzado de seguridad certificado “CE”. Señalización del uso obligatorio.

Sobreesfuerzos

Pueden originarse en el manejo de cargas durante la adición manual de productos en la tarea de formulación o de mantenimiento de baños. También pueden ser ocasionados durante la elevación o el transporte manual de bastidores, cestas y/o bombos. Este riesgo es especialmente importante si el proceso es manual.

- Para reducir la tensión o el sobreesfuerzo asociado al levantamiento de cargas pesadas, la estación de trabajo debería estar configurada de forma que el rango de alturas se encuentre entre la altura de las rodillas (preferiblemente de los nudillos) y la altura de los hombros del trabajador.
- Se dispondrá de ayuda auxiliar manual o automática cuando la carga a manejar (bidones, sacos de

reactivos) sea importante. La Guía del R.D. 487/97 sobre manejo manual de cargas elaborada por el INSHT establece el peso máximo de la carga a manipular de forma continua en 25 kg, siempre que las condiciones sean ideales (sin giros de tronco, carga próxima al cuerpo, agarre adecuado, etc.) y recomienda no superar los 15 kg. En caso de superar este peso o en manipulaciones complicadas se debe realizar la manipulación con medios mecánicos o con la ayuda de otros trabajadores.

- En procesos manuales, para evitar la carga estática producida por la sujeción mantenida de las piezas, cestas, etc. durante el tiempo de escurrido, es recomendable disponer de una barra de goteos que soporte los bastidores o cestas.
- La introducción de las cajas, cestas, bastidores, etc. en las cubas debe realizarse lo más cerca posible del borde de las mismas, para evitar manipulaciones alejadas del cuerpo. La distancia recomendable no debe superar los 25 cm. Nunca se debería superar los 60 cm.
- Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas.
- Organización del trabajo: alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes, hacer pausas, alternar posturas...
- Minimizar las posturas forzadas de muñeca durante la colocación de piezas en bastidores.
- En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a manejo de cargas o posturas forzadas, etc., se precisa una valoración específica de la carga física del puesto de trabajo.

Reacciones intempestivas

La posible descomposición de disolventes halogenados puede generar ácidos que, a su vez, pueden reaccionar de forma intempestiva en caso de contacto con sustancias incompatibles como los álcalis cáusticos.

- Los álcalis cáusticos (sosa, potasa, etc.) no deben ser almacenados junto a los disolventes, ya que pueden producir una mezcla explosiva en caso de descomposición.
- Almacenar los disolventes alejados de metales reactivos y oxidantes fuertes.
- Los disolventes deberán estar alejados de fuentes de ignición.
- No se deberán almacenar juntos distintos tipos de disolvente.

Fugas, derrames

Pueden proceder de juntas de conducciones, piezas de bombas o tapas, o por deterioro de conducciones. También pueden producirse por golpes o tropiezos con recipientes abiertos.

- Comprobar los tanques de almacenamiento de disolvente y las conducciones de trasiego, de forma que no tengan poros ni grietas. Disponer de plan de mantenimiento de la instalación.
- Los envases se deberán cerrar después de su utilización.
- Introducir recipientes debajo de las válvulas para la recogida de posibles fugas o derrames.
- Transvasar el disolvente mediante bombas, evitando el volcado directo de contenedores o bidones.
- Disponer de una instrucción para la recogida de fugas y/o derrames, en la que se indique los medios necesarios: equipos de protección individual a utilizar, material absorbente y material de limpieza en función del derrame, y otros medios de contención, en su caso. Los materiales absorbentes deben ser retirados a espacios abiertos en contenedores adecuados, para mantener bajo el nivel de concentración ambiental de disolventes.

Contacto cutáneo / ocular

Puede ser directo, como consecuencia de una fuga o una proyección, principalmente durante el trasiego de disolvente; o indirecto, a través de contacto con ropa sucia o manchada, etc.

Los trabajadores deben ser advertidos del peligro de la exposición prolongada de la piel a los disolventes. Los disolventes pueden disolver las grasas de la piel, provocando su agrietado e incluso dermatitis.

Para la prevención del contacto cutáneo / ocular:

- Llevar guantes de protección fabricados en material resistente a los disolventes, reemplazarlos periódicamente y siempre que se produzca algún deterioro.
- Llevar gafas de seguridad contra salpicaduras.
- Señalizar el uso obligatorio de los equipos de protección individual de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Mantener unas normas de higiene adecuada; en concreto, lavarse las manos y la cara al finalizar la jornada y siempre antes de comer, beber o fumar.
- Cada trabajador debe cambiarse la ropa al empezar y finalizar su turno. La ropa de calle y de trabajo debe guardarse separada, de forma que no puedan contaminarse por contacto.
- Se desaconseja llevar lentes de contacto.
- Disponer de un depósito de jabón o solución jabonosa para su utilización en caso de que se produzca un contacto accidental.
- Disponer de un lugar próximo donde poder lavarse las manos o la cara y en caso de que sea necesario duchas y lavaojos de emergencia.

Inhalación de gases y/o vapores

La exposición excesiva a vapores de disolvente, junto con el riesgo de incendio, son los mayores peligros relativos al empleo de disolventes en las operaciones de desengrase. Los disolventes tienen una toxicidad variable; en atmósferas muy concentradas, presentan un poder narcótico elevado y pueden ser letales a altas concentraciones.

La intoxicación se puede producir por inhalación de las emanaciones del propio baño, debidas a evaporación del disolvente. También puede darse este riesgo en las operaciones de mantenimiento y limpieza de cubas de disolvente y dispositivos anexos: válvulas, conducciones, etc.

La inhalación de vapores de disolventes puede provocar, entre otros síntomas: dolores de cabeza, fatiga, pérdida del apetito, náuseas, tos, pérdida de equilibrio e incluso inconsciencia.

La gravedad dependerá de la sustancia empleada, de su concentración y del tiempo de exposición. Algunos disolventes como el tricloroetileno y el percloroetileno son, además, sofocantes y dado que son de 4 a 5 veces más pesados que el aire, pueden desplazar completamente al oxígeno.

Con el fin de evitar altos valores de concentración de vapor de disolvente, se exponen las siguientes medidas preventivas:

- Controlar periódicamente los sensores de:
 - Nivel de baño
 - Temperatura de baño
 - Temperatura del vapor
 - Temperatura de la zona libre.
- Estos sensores permitirán cortar el suministro de calor si la cantidad de vapor de disolvente es demasiado alta, o evitar sobrecalentamientos del disolvente si el nivel de disolvente es bajo, está excesivamente contaminado o la temperatura está por encima del punto de ebullición del disolvente.
- Debe existir un drenaje en el interior de la cuba de disolvente para eliminar el disolvente contaminado con el fin de reducir la exposición de los trabajadores. Las operaciones de mantenimiento se deberán realizar cuando el disolvente haya sido totalmente evacuado.
- Se deberá disponer de interruptores de seguridad en termostatos y sistemas de refrigeración, para evitar emisiones de gases en caso de funcionamiento anormal.
- Los conductos de ventilación deben ser inspeccionados regularmente, al menos una vez al año. Cualquier desperfecto debe ser reparado inmediatamente.
- Los serpentines de refrigeración deberán estar limpios para asegurar una correcta transferencia de calor. Si la temperatura proporcionada por el refrigerante es demasiado alta para el disolvente, los vapores no condensarán lo suficiente y el vapor podrá escapar por la zona superior del tanque.
- Los sistemas de desengrase deberán tener tapas que cierren los baños cuando no se estén utilizando o cuando el proceso lo permita.
- Aumentar la zona de seguridad de la cuba de desengrase. Este parámetro se define como el cociente entre la altura libre y la anchura del tanque. Cuanto mayor sea esa relación menor será la probabilidad de emisión de disolvente.
- Emplear, siempre que sea posible, sistemas mecánicos para la manipulación de cargas, incluso si son pequeñas. Aparte de evitar la manipulación manual del trabajador, permitirá un tiempo de secado mayor y por tanto una menor emisión de disolvente.
- El equipo dispondrá de sistemas de extracción local para reducir la concentración de disolvente por debajo de los valores límite. Los tanques que presenten una superficie abierta mayor de 1 m² deben disponer de sistemas de extracción lateral.
- En el recinto o zona de desengrase debe existir una extracción y ventilación adecuadas para evitar

la acumulación de vapores o gases. En atmósferas muy cargadas se debe ventilar y comprobar la concentración de aire y oxígeno y la ausencia de concentraciones de vapor tóxicas o inflamables. La renovación aconsejable de aire se sitúa entre 8 y 10 veces por hora.

- Los equipos automáticos deben estar dotados de resguardos / dispositivos de seguridad que impidan el acceso a la zona de desengrase durante su funcionamiento y mientras las condiciones ambientales no sean adecuadas.
- La agitación del disolvente, siempre que sea necesaria, se llevará a cabo por medio de recirculación, ultrasonidos u otros medios mecánicos.



Por lo que respecta a los trabajadores:

- Disponer de mascarillas de protección respiratoria resistentes a vapores de disolventes orgánicos, especialmente para tareas en las proximidades de la cuba.
- Los trabajadores que empleen disolventes deben ser advertidos de los riesgos potenciales, estar familiarizados con los síntomas en caso de excesiva inhalación y saber qué instrucciones operativas deben seguir en dicho caso.
- Los empleados deberán conocer las fichas de seguridad de los disolventes, ya que éstas contienen información relativa a la manipulación, almacenamiento, medidas de seguridad y primeros auxilios e información medioambiental. Esto permitirá conocer los riesgos y las precauciones que deben tomar en la realización de sus tareas.

Además, se deberán tener en cuenta otras medidas como:

- Realizar mediciones ambientales de la concentración de disolvente.
- El disolvente debe ser empleado en un recinto aislado para evitar descargas o nieblas en la zona de trabajo y en zonas colindantes.
- Los procesos de mantenimiento se deben realizar sin necesidad de entrar en el tanque. Si esto no se puede evitar, se deben seguir procedimientos escritos de trabajo que tengan en cuenta, entre otros aspectos, el control de la atmósfera respirable y las necesidades de equipos de protección.

Por otro lado, puede haber un riesgo de inhalación de sustancias tóxicas e irritantes producido por formación de ácidos debido a la presencia de agua en el baño de desengrase o a la descomposición del disolvente. Otra causa frecuente de formación de estas sustancias es la condensación del vapor de agua en el ambiente por una temperatura exterior demasiado baja.

Como medidas preventivas:

- Controlar la humedad del ambiente.
- Asegurarse de que las piezas están secas antes de introducirlas en la cuba.
- Decantar el agua que se pudiera producir en la zona de desengrase.
- No es recomendable el desengrase de aluminio con tricloroetileno o percloroetileno, dado que si existe polvo de aluminio, éste actuará como catalizador de una reacción de descomposición en cadena con formación de cloruro de aluminio y ácido clorhídrico.
- La exposición de estos disolventes a radiaciones ultravioletas de alta intensidad, como las irradiadas por la soldadura, puede producir la descomposición del disolvente en productos tóxicos y corrosivos.
- El disolvente se deberá renovar con la periodicidad que corresponda para evitar los productos de descomposición.

Incendio / explosión

Como ya se ha mencionado anteriormente, el incendio es uno de los mayores riesgos relativos al empleo de disolventes en operaciones de desengrase. Se produce por la presencia de calor o fuentes de ignición en las inmediaciones del baño de desengrase al disolvente.

La mayoría de disolventes clorados son esencialmente no inflamables, aunque algunos pueden arder con fuentes de ignición de alta energía (como una antorcha de soldadura) y con unas ciertas concentraciones de vapor elevadas en zonas confinadas. Por otro lado, ocasionalmente se puede utilizar disolventes inflamables. Los disolventes inflamables que se utilizan en forma de spray o aerosol pueden incendiarse rápidamente con independencia de su punto de destello.

En cualquier caso, los puntos de destello y las concentraciones de vapor permisibles deben ser conocidos para cada disolvente.

Para controlar el riesgo de incendio, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:



- En función del tipo de disolvente empleado, se deberán respetar las condiciones de almacenamiento establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria APQ I (Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles), del Reglamento de almacenamiento de productos químicos.
- Todos los disolventes deben ser almacenados en contenedores metálicos cerrados y debidamente etiquetados.
- Los disolventes deben almacenarse separados de sustancias combustibles o comburentes.
- Tanto el proceso como los almacenamientos de disolventes estarán alejados de fuentes de calor (trabajos de soldadura, hornos, llamas abiertas, superficies calientes, etc.).
- El almacén deberá estar ventilado para reducir la concentración de vapores inflamables.
- Debe estar prohibido fumar en la zona de utilización y almacenamiento del desengrase al disolvente y en sus inmediaciones.
- Igualmente, en ambas zonas debe existir ventilación para evitar la acumulación de vapores o gases, aunque las zonas de desengrase deben estar alejadas de corrientes de aire.
- En cuanto al equipo de desengrase, se deberán tener dispositivos de seguridad para evitar sobrecalentamientos, como un termostato de calentador, además de protección eléctrica contra sobreintensidades.
- Si se requiere un secado forzado del disolvente, se debe tener especial cuidado en evitar mezclas de disolventes inflamables y fuentes de calor para evitar el riesgo de incendio.
- Disponer de medios de extinción en las proximidades de los equipos de desengrase al disolvente y zonas de almacenamiento.
- En el caso de utilización de disolventes inflamables, deberá advertirse su presencia mediante señalización, así como las prohibiciones correspondientes: prohibido fumar, etc.
- No se deberán mezclar distintos tipos de disolvente.
- Comprobar que se han eliminado completamente las trazas de disolvente sobre las piezas, ya que pueden originar incendios en otras operaciones que deban sufrir aquellas con posterioridad, como procesos de soldadura, secado en hornos, etc.
- Para evitar la producción de chispas y llamas, durante los transvases de disolventes inflamables desde envases de volumen superior a 20 litros éstos deberán estar conectados a tierra. También deben conectarse a tierra los tanques, depósitos, tuberías, grifos e instalaciones en los que se viertan, se agiten o circulen disolventes, para disipar la electricidad estática que se crea y acumula en las partes metálicas.

Ingestión de productos químicos

Puede ser directa, a través de una proyección o reacción intempestiva, o por ingestión de nieblas presentes en el ambiente; o indirecta por contacto con manos, ropa u objetos contaminados.

Además de las medidas preventivas expuestas para evitar reacciones intempestivas y proyecciones, se deberán adoptar las siguientes medidas:

- Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.
- No transvasar los reactivos a envases no etiquetados.
- Los trabajadores que manipulen reactivos químicos deben lavarse las manos y la cara antes de comer y al abandonar su puesto de trabajo tras finalizar su jornada laboral.
- Ningún empleado debe comer, beber o fumar en el área donde existan productos tóxicos. Se debe habilitar una zona separada para este propósito.
- Los trabajadores dedicados a esta tarea deberán llevar guantes de protección, calzado y ropa adecuada.
- Evitar malos hábitos: oler o probar cosas cuando no se conoce su composición.
- No se debe almacenar agua, comida o bebida en el almacén de productos químicos o junto a las áreas de proceso.
- Limitar el acceso al almacén a personal autorizado y conocedor de los riesgos químicos.
- Retirar la ropa de trabajo al finalizar el turno.

6 Bibliografía

- ASM Comitte on Solvent Clearing. *Metals handbook* 9th edition. Volume 5. *Surface cleaning, finishing and coating*. American Society for Metals. 1989.
- *Maintenance and cleaning of solvent degreasing plant*. HSE information sheet. N° 20.
- *Vapour degreasing. GG15 Guide*. Enviromental Technology Best Practice programme.
- *Inmersion and cold cleaning of engineering components*. HSE information sheet. N° 21.
- *Safe use of solvent degreasing plant*. HSE information sheet. N° 40.
- *Solvent vapour degreasing*. Australian Government Publishing Service. National Occupational Health and Safety Commission. 1989.
- *Clearinghouse for inventories and emissions factors*. Chapter 4. Evaporation Loss Sources. Volume I. 5th Edition.

ANEXO I

Clasificación de los disolventes en función de su riesgo y medidas más comunes

Reactivos empleados	Riesgo	Frases R y S
Tricloroetileno	Tóxico	R 45-36/38-52/53-67-68 S 53-45-61
Percloroetileno	Nocivo Peligroso para el medioambiente	R40-51/53 S 23.2-36/37-61
Triclorotrifluoroetano	Peligroso para el medioambiente	R 51/53-59 S 61

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de vapores / aerosoles. Filtro A P3 para tricloroetileno y percloroetileno, filtro AX para el triclorotrifluoroetano.
Protección de los ojos	Protección ocular contra salpicaduras.
Protección de las manos	Guantes recomendados: PVA. También pueden servir de nitrilo.
Otras medidas de protección	
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel (cremas). Lavar cara y manos al término del trabajo. No inhalar el producto. No comer ni beber en el lugar de trabajo bajo ninguna circunstancia.

DESENGRASE AL DISOLVENTE



Definición

Tiene como objeto eliminar por vía química los aceites, fluidos y grasas de las piezas metálicas. El desengrase puede realizarse por inmersión, aspersión o con ultrasonidos.

Los medios desengrasantes consisten generalmente en disolventes clorados.

Los disolventes más empleados son el percloroetileno y el tricloroetileno.

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)



Percloroetileno
Tricloroetileno



Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



- Conectar la captación de aire y controlar su buen funcionamiento.
- Atender a las indicaciones del etiquetado y de las fichas de seguridad.
- Los recipientes deben conservarse cerrados cuando no se estén utilizando.
- Las cubas deberán mantenerse cerradas cuando no se empleen o cuando el proceso lo permita.
- Asegurarse de que las piezas están secas antes de introducirlas en la cuba.
- Examinar la carga antes de manipularla, localizando aristas y bordes afilados.
- Comprobar que las piezas están correctamente dispuestas en los bombos / bastidores.
- Controlar periódicamente la calidad del disolvente.
- Controlar periódicamente el estado de la cuba.
- Controlar los parámetros de funcionamiento del baño (temperatura, refrigeración...).
- En caso de desengrasar metales reactivos (por ejemplo, aluminio), extremar las precauciones para evitar riesgos de explosión.
- Comprobar que se han eliminado completamente las trazas de disolvente sobre las piezas.
- La ropa de trabajo se almacenará separadamente de la ropa de calle.
- Cambiar la ropa contaminada por ropa limpia.
- Lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.
- Lavarse con jabón en caso de salpicadura.



- Evitar el llenado excesivo de las cubas de desengrase.
- No introducir en el desengrase materiales porosos.
- Prohibido limpiar los derrames con agua.
- Prohibido emplear mezclas de disolventes.
- Prohibido agitar manualmente el disolvente.
- Prohibido emplear los desengrasados al disolvente junto a fuentes de calor o superficies calientes.
- Prohibido mezclar con agua o con metales reactivos.
- Prohibido comer, beber o fumar durante el trabajo y en la zona de almacén.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- Almacenar en lugar fresco, seco y oscuro.
- Mantener alejado de metales reactivos como litio, magnesio, aluminio, titanio, bario, sodio.
- Mantener los disolventes alejados de bases fuertes (sosa, potasa, etc.) y oxidantes fuertes (cloro, bromo, dióxido de cloro...).
- No se deberán almacenar juntos distintos tipos de disolvente.
- En caso de mantenimiento en el interior de la cuba, seguir las instrucciones establecidas para el trabajo en recintos confinados.

ANÁLISIS DE RIESGOS: DESENGRASE AL DISOLVENTE

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Cortes con las piezas / bastidores	Contacto con aristas o filos.	Fijación de piezas	- Proporcionar guantes anticorte para colocar las piezas en los sistemas de fijación.
Golpes	- Caídas de objetos. - Choques con piezas o maquinaria en movimiento. - Presencia de objetos en las zonas de paso.	- Fijación / extracción de piezas. - Utilización del baño.	- Impedir la entrada de personal no autorizado al recinto. Señalizar. - Proporcionar calzado de seguridad certificado "CE". Señalizar su uso obligatorio. - Comprobar el adecuado funcionamiento y empleo de los sistemas de fijación de piezas.
Sobreesfuerzos	Manejo de cargas (envases de reactivos, piezas, etc.).	- Utilización del baño. - Fijación / extracción de piezas. - Mantenimiento de elementos auxiliares.	- Disponer de ayuda auxiliar manual o automática. - Formar e informar sobre el manejo de cargas. - Configurar la estación de trabajo de forma que el rango de alturas se encuentre entre las rodillas y los hombros del trabajador en recogida y depósito de piezas. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes. - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo. - Disponer de una barra de goteos que soporte los bastidores o cestas.
Reacciones intempestivas	Contacto de ácidos formados por descomposición del disolvente con bases fuertes.	Utilización del baño	- Almacenar los disolventes alejados de: álcalis cáusticos (sosa, potasa, etc.), metales reactivos y oxidantes fuertes. - Los disolventes deberán estar alejados de fuentes de ignición. - No se deberán almacenar juntos distintos tipos de disolvente.
Fugas / derrames	Mal estado de juntas, conducciones, piezas de bombas o tapas, o por corrosión de conducciones.	Utilización	- Disponer de plan de mantenimiento de la instalación. - Introducir recipientes debajo de las válvulas para la recogida de posibles fugas o derrames. - Transvasar el disolvente mediante bombas, evitando el volcado directo de contenedores o bidones. - Disponer de instrucción para la recogida de fugas y/o derrames. - Disponer de material absorbente para la recogida inmediata de fugas.
Contacto cutáneo / ocular	- Directo: fuga, proyección o reacción intempestiva. - Indirecto: contacto con ropa sucia o manchada.	Mantenimiento / utilización	- Dotar de guantes y ropa de protección fabricada en material resistente a los disolventes. Señalizar. - Dotar de gafas de seguridad. Señalizar. - Disponer de una zona próxima para el lavado de manos y cara. Disponer de depósitos de jabón o solución jabonosa para su utilización en caso de contacto accidental.

ANÁLISIS DE RIESGOS: DESENGRASE AL DISOLVENTE

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Inhalación de gases / vapores	<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de ventilación. - Ausencia de equipos de protección. - Elevadas concentraciones de vapor. - Manipulación manual de piezas 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Situar el desengrase al disolvente en un área confinada. - Disponer de sistemas de extracción y ventilación adecuadas para evitar la acumulación de vapores o gases. - Aislamiento del proceso cuando no estén en funcionamiento (tapas). - Disponer de resguardos / dispositivos que impidan el acceso hasta condiciones ambientales adecuadas. - Utilización de dispositivos sensores de nivel de baño, temperatura de baño, temperatura de vapor, temperatura de zona libre, etc. para controlar las emisiones. - Favorecer la agitación por medios mecánicos (recirculación, ultrasonidos...). - Control periódico de mediciones ambientales. - Mantenimiento de conductos de ventilación, sistemas de refrigeración, conducciones... - Elaborar una instrucción de trabajo y dotar de medios para trabajos en espacios confinados. - Dotar de protección respiratoria contra vapores en caso necesario. - Disponer de una zona de seguridad de altura suficiente. - Emplear sistemas mecánicos de manipulación de piezas.
	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de ácidos debido a la presencia de agua o vapor de agua en el desengrase. - Descomposición del disolvente. 	Utilización	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar la humedad del ambiente. - Comprobar que las piezas están secas. - Decantar el agua de la zona de desengrase. - No desengrasar metales reactivos. - No exponer el desengrase a radiaciones ultravioleta. - Renovar el disolvente periódicamente.
Incendio / explosión	<ul style="list-style-type: none"> - Fuentes de ignición de alta energía. - Elevadas concentraciones de vapor. - Reacción con sustancias incompatibles. - Utilización de disolventes en forma de spray o aerosol. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Almacenar los disolventes en contenedores metálicos debidamente etiquetados. - Evitar fuentes de calor y/o chispas. - Las zonas de almacenamiento y utilización de disolventes deben estar ventiladas para evitar la acumulación de vapores. - Almacenar los disolventes teniendo en cuenta las incompatibilidades. En caso de utilizar disolventes inflamables, se deberá tener en cuenta la ITC APQ I. - Disponer de dispositivos de seguridad para evitar sobrecalentamientos. - Debe estar prohibido fumar en la zona de utilización del desengrase al disolvente y en sus inmediaciones, así como en la zona de almacén. - Disponer de medios de extinción en las proximidades de las cubas de desengrase al disolvente. - Señalizar, en su caso, la presencia y uso de sustancias inflamables.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE DESENGRASE AL DISOLVENTE

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A Lugares de trabajo	
1. La zona de paso está limpia y ordenada, libre de obstáculos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. En caso de fugas y derrames se siguen las instrucciones de orden y limpieza.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B Equipos de trabajo/instalaciones	
3. Los equipos están dotados de resguardos / dispositivos de seguridad que impiden el acceso a la zona de desengrase durante su funcionamiento y mientras haya elementos móviles en movimiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. Se dispone de manual de instrucciones de los equipos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. Se dispone de medios mecánicos para el transvase de productos químicos (bombas de trasiego de disolventes).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
6. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
8. Se respeta lo dispuesto para locales con riesgo de corrosión según lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria 30 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 30).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. Se respeta lo dispuesto para instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión según lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria 29 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 29).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. Existen dispositivos de seguridad para controlar: nivel de baño, temperatura de baño, temperatura del vapor y temperatura de la zona libre.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. Se revisan periódicamente los sensores del baño y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. Se mantienen limpios los serpentines de refrigeración.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. Existe un drenaje inferior de la cuba de disolvente para extraer el agua condensada y minimizar el acceso al interior de la cuba.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. Se inspeccionan los conductos de ventilación para verificar que haya un caudal suficiente de aspiración.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. Se inspecciona el estado de los equipos y sistemas de aspiración en relación con la corrosión.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
17. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
18. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

C Sustancias químicas

19. Se dispone de las fichas de seguridad actualizadas de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. Se comprueba que las instalaciones están limpias antes y después del proceso (cubas, conducciones...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. Se conocen las incompatibilidades químicas entre productos (disolventes inflamables – sustancias comburentes o combustibles, álcalis – disolventes halogenados).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. Se ha informado a los trabajadores sobre los riesgos en la manipulación de sustancias peligrosas	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Están suficientemente identificados y correctamente etiquetados los envases de todos los productos peligrosos incluyendo los recipientes empleados en los transvases.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Se revisan los envases de sustancias peligrosas para detectar fugas, cambios de color, porosidades, abolladuras, grietas...	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Los envases se mantienen cerrados cuando no se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
26. Se dispone de sistemas de dosificación mecánica para el manejo y transvase de reactivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. Se cierran las bombas y sus válvulas asociadas cuando finaliza el proceso de transvase de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Se dispone de instrucciones y medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas, y se aplica.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. Existen duchas y fuentes lavaojos próximas a los lugares donde hay riesgo de proyección de líquidos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
31. El trabajador se cambia de ropa al final de la jornada y dispone de taquillas o compartimentos para tener separada la ropa de calle de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

D Incendio/explosión

32. Está prohibido fumar (señalizado) en zonas de proceso con disolventes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Están los disolventes (almacén y zona de proceso) alejados de llamas abiertas, superficies calientes, hornos y/o operaciones de soldadura.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Existen medios de extinción en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida, en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Se almacenan los disolventes en contenedores metálicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. No existen álcalis cáusticos almacenados junto a los disolventes halogenados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Se controla la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el transvase de líquidos inflamables(conexión a tierra de los envases metálicos, evitar los transvases por caída libre...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

E Condiciones ambientales

38. Los procesos están aislados para minimizar la exposición a gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
39. Se tapan las cubas de proceso cuando no se están utilizando para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

40. Los equipos están dotados de dispositivos de seguridad asociados a resguardos que impiden el acceso a la zona de desengrase mientras las condiciones ambientales no sean adecuadas	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
41. Existe extracción localizada eficaz en los focos de emisión de vapores (limpio y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
42. Existe un sistema de ventilación eficaz del local, evitando corrientes de aire en el foco de emisión.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Se realiza un control periódico de la concentración ambiental de contaminantes (vapores orgánicos) presentes en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. Está señalizado y se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. Existen procedimientos escritos y medios técnicos para el trabajo en espacios confinados (reparación y mantenimiento de cubas de gran tamaño, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

F Equipos de protección individual

47. Se dispone de guantes impermeables y resistentes a disolventes orgánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. Se dispone de gafas de seguridad o pantallas faciales en operaciones que puedan generar salpicaduras (transvases, introducción manual de bastidores, cestas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
49. Se dispone de calzado de seguridad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
50. Se utiliza ropa impermeable (mandil).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
51. En operaciones en las proximidades de la cuba en presencia de contaminantes, se dispone de equipos de protección respiratoria adecuada a vapores orgánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
52. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
53. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
55. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

57. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
58. Durante la adición de reactivos, alimentación de piezas a granel en bombos, cestas... la altura de trabajo se encuentra a nivel de los codos del trabajador (es recomendable que se encuentre ligeramente por debajo del nivel de los codos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
59. No se cargan ni descargan manualmente bastidores / bombos alejados del borde de la cuba (rango recomendado hasta 25 cm, no superar los 60 cm).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
60. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
61. Se trasvasa el disolvente mediante bombas, evitando en la medida de lo posible el volcado directo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
62. Las manipulaciones evitan las posturas forzadas continuadas de muñeca.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

H Almacenamiento

63. Los espacios previstos para almacenamiento de los productos químicos empleados para el desengrase al disolvente tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
64. Se controla que los disolventes no se almacenan en zonas húmedas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
65. Los disolventes se protegen frente a variaciones de temperatura y frente a la humedad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
66. Se tienen en cuenta las condiciones de almacenamiento establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria APQ I (Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles), del Reglamento de almacenamiento de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
67. Se limita la altura de apilamiento de los contenedores de las piezas para asegurar la estabilidad del conjunto.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>



Recubrimientos metálicos por electrodeposición

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

- 1.- Proceso de recubrimientos metálicos por electrodeposición
- 2.- Línea de recubrimientos
- 3.- Metales electrodepositados
- 4.- Enjuages
- 5.- Mantenimiento
- 6.- Tareas relacionadas con el proceso de recubrimientos metálicos
 - 6.1.-Formulación del baño
 - 6.2.-Utilización del baño
 - 6.3.-Transferencia de baños y/o reactivos
 - 6.4.-Fijación / extracción de piezas en bastidores / bombos
 - 6.5.-Análisis de baños
 - 6.6.-Mantenimiento de baños
 - 6.7.-Colocación y retirada de ánodos
 - 6.8.-Mantenimiento general de la planta
 - 6.9.-Almacenamiento
- 7.-Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas
 - Caídas en altura
 - Caídas al mismo nivel
 - Golpes y cortes con objetos o equipos
 - Sobreesfuerzos
 - Riesgo eléctrico
 - Reacciones intempestivas
 - Fugas y derrames
 - Proyecciones
 - Contacto cutáneo u ocular
 - Inhalación de productos químicos, nieblas, gases y vapores
 - Ingestión de productos químicos
 - Explosiones
 - Incendios

Anexo I: Clasificación de los baños de deposición electroquímicos en función de su componente principal

Anexo II: Información de seguridad referentes a los principales productos químicos utilizados en baños

Anexo III: Límites de exposición profesional para agentes químicos en España (2005)

8.-Bibliografía

FICHA INFORMATIVA
FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de recubrimientos metálicos por electrodeposición

Este proceso se puede definir como la formación de una capa metálica sobre una pieza mediante un proceso electrolítico.

La finalidad de este proceso es aportar una propiedad superficial particular, que puede ser un aspecto decorativo, una protección contra la corrosión o, de una forma general, unas propiedades físicas o mecánicas diferentes a las del sustrato original.

El objeto a recubrir se sumerge en una solución que contiene una sal del metal a depositar. La aplicación de corriente eléctrica a dicho objeto atrae los iones metálicos del medio y el aporte de electrones facilita la reducción de los iones a su estado metálico, depositándose sobre la superficie del objeto.

El proceso está regulado por parámetros tales como: voltaje, amperaje, temperatura, tiempo de inmersión y pureza de las soluciones. Las soluciones suelen ser soluciones acuosas que contienen una sal del metal a depositar.

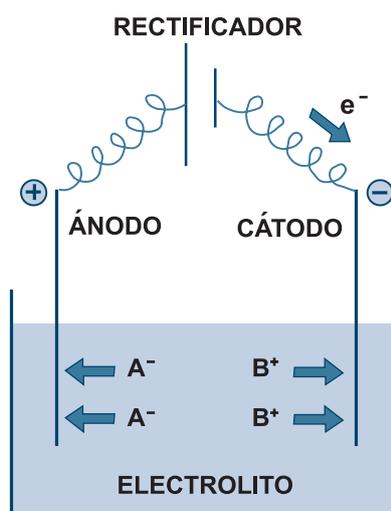
La reacción electroquímica facilita el crecimiento del metal sobre la pieza, lo que le proporciona un espesor de capa determinado que le aporta unas características funcionales (protección frente a la corrosión, el desgaste o la erosión) o unas características decorativas.

Los metales y aleaciones más empleados en los recubrimientos por electrodeposición son:

- Cinc y aleaciones (níquel, hierro y cobalto)
- Cobre y aleaciones (bronces y latones)
- Cromo
- Níquel
- Estaño
- Oro y aleaciones
- Plata.

Básicamente un proceso electrolítico está formado por 3 elementos:

- Generador de corriente continua (rectificador)
- Electrodo
 - Ánodo
 - Cátodo (pieza a recubrir)
- Electrolito (disolución que contiene una sal del metal a depositar).



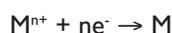
Esquema de un proceso de electrolisis

La solución de sal metálica se conoce como electrolito o baño de recubrimiento. Los baños son disoluciones especialmente diseñadas que contienen el metal deseado disuelto en forma de iones. Junto a estas sales

metálicas se pueden introducir distintos aditivos que mejoran las propiedades de las capas metálicas con el fin de obtener recubrimientos de unas determinadas características (uniformidad y brillo).

Una fuente de energía en forma de rectificador proporciona la corriente eléctrica necesaria para el desarrollo de la reacción.

La electrodeposición implica la reducción del metal a partir de una disolución de sus sales. En su forma más simple la reacción que tiene lugar en el cátodo es la siguiente:



De esta forma, los iones metálicos se eliminan de la disolución y se depositan en forma de fina capa sobre el objeto.

El espesor final de la capa depositada dependerá de la duración del proceso, de la forma del objeto y de las líneas de corriente.

El ánodo puede ser del mismo material que el metal a depositar (ánodo soluble) o bien ser de un material inerte (ánodo insoluble). En este último caso, el ánodo inerte no se consume en el proceso de electrodeposición, sino que sirve únicamente como electrodo conductor de electrones para cerrar el circuito eléctrico.

Las tecnologías de acabados superficiales consisten en la inmersión de la pieza en una secuencia de procesos químicos (baños) separados por etapas de enjuagues. Los baños pueden operar a elevadas temperaturas con el fin de facilitar las reacciones químicas. Los baños también pueden estar agitados para mejorar el contacto entre las piezas y los iones presentes en el baño.

Las piezas se disponen en bastidores que pueden desplazarse de forma manual o automática, en función del tipo, del tamaño y forma de la pieza. O bien pueden ir en masa en el interior de cilindros rotativos denominados bombos.

Las cubas de baños suelen estar abiertas a la atmósfera. Para reducir la emisión de reactivos químicos o la exposición del trabajador, los baños pueden estar equipados con un sistema de extracción local, o cubiertos con tapas móviles que se cierran cuando no se estén empleando.

Independientemente del tipo de operación, baño o sistema de desplazamiento de piezas, los baños químicos deben ser reformulados periódicamente con el fin de reemplazar las pérdidas de componentes por arrastres y/o evaporación, o para mantener la concentración de los constituyentes del baño dentro de límites aceptables.

La composición del baño se puede alterar en condiciones normales de trabajo debido a las reacciones químicas que se producen en su interior (disolución de metales, oxidaciones, descomposición de aditivos, etc.) o por contaminación debida a arrastres.

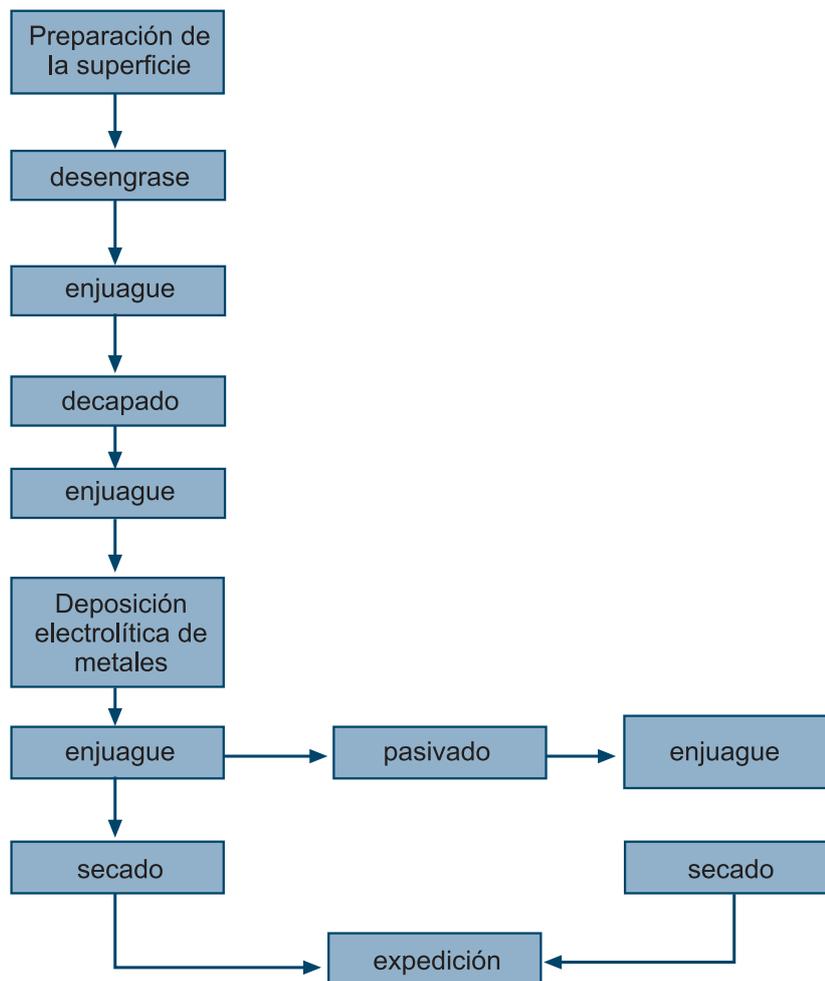
Algunos baños pueden necesitar una completa renovación de forma periódica. La frecuencia de la renovación de estos baños dependerá de los resultados de los análisis periódicos de su composición, el área de piezas procesada y el intervalo de tiempo transcurrido desde la última renovación.

2 Línea de recubrimientos

Una línea de recubrimientos electrolíticos está compuesta por numerosas operaciones que, en función de las exigencias de calidad y el campo de aplicación seleccionado, pueden agruparse del siguiente modo:

- Tratamientos previos: pretratamiento mecánico de superficies, desengrase, decapado, activado, neutralizado.
- Tratamiento principal: deposición de un recubrimiento metálico de protección que puede requerir revestimientos posteriores para reforzar sus funcionalidades. Por ejemplo, una secuencia completa de recubrimientos dependiendo de su funcionalidad (níquel + cromo) o de la naturaleza del sustrato (cobre + níquel + cromo).

- Tratamientos posteriores: recubrimientos químicos para mejorar las propiedades anticorrosivas y funcionales del revestimiento (cromatizado, sellado, lacado), tratamiento mecánico posterior, secado, control de calidad.



Esquema básico de tratamiento de superficies

3 Metales electrodepositados

Níquel

El níquel presenta un brillo metálico blanco. Tiene una gran resistencia mecánica, es bastante duro y a temperatura ambiente es ferromagnético.

El níquel puede ser depositado como brillante, semibrillante o mate.

Se aplica como acabado decorativo, o como base de un acabado metálico posterior: cromo, oro, plata, latón, etc. El cromo brillante es uno de los acabados más empleados que proporciona una combinación efectiva contra la corrosión, resistencia al desgaste, tolerancia a altas temperaturas, y una apariencia decorativa que no poseen el resto de sistemas de recubrimientos.

Las aplicaciones funcionales del níquel incluyen la reconstrucción de piezas sobremecanizadas o desgastadas, electroformado de herramientas de presión, producción de electrotipos de industria con circuitos impresos, y un amplio rango de piezas que requiere un recubrimiento brillante y resistente a la corrosión.

El níquel electrodepositado posee una amplia variedad de propiedades en función de la composición del baño y de las condiciones operativas.

Los depósitos de níquel pueden ser clasificados de acuerdo con su aplicación o apariencia en:

- Brillante
- Semibrillante
- Mate
- Negro (aleación níquel – cinc).

En función de su composición existen los siguientes baños de níquel:

- Baño de cloruro-sulfato de níquel (níquel Watts)
- Baño de sulfamato de níquel
- Baño de cloruro de níquel (níquel Wood).

Cromo

El cromo depositado electrolíticamente es un metal muy duro, tiene un matiz azulado característico y un brillo resistente. El cromo decorativo se aplica como recubrimiento muy delgado (entre 0,25 y 1,25 μm) para dar resistencia a un recubrimiento subyacente (generalmente de níquel o cobre + níquel), que sirve de principal protección al metal base aplicado. La capa depositada puede presentar un aspecto brillante o semibrillante, en función del aspecto de la subcapa de níquel, ya que el cromo sólo aporta su tonalidad, mientras que el brillo depende de la textura de la subcapa.

Los baños de cromo pueden formularse a partir de:

- Sales de cromo trivalente
- Sales de cromo hexavalente.

Con fines industriales se aplican depósitos más gruesos para proporcionar resistencia al desgaste y bajos coeficientes de fricción a superficies deslizantes, como cojinetes, calibres, taladros de cilindro, etc. Este acabado se conoce como cromo duro.

El cromo duro se produce a partir de la electrodeposición de baños similares al cromo decorativo, es decir, ácido crómico y sulfatos, pero exento de catalizador (fluoruros).

Cobre

El cobre es uno de los pocos metales coloreados. Es uno de los metales más empleados en decoración, debido a su color característico, aunque raramente se emplea como capa única cuando se requiere una superficie atractiva y de larga duración.

El principal empleo del cobre se encuentra como capa inferior en sistemas multicapa.

Los depósitos de cobre se emplean con 4 fines principales:

- Como recubrimiento previo al níquel, por ejemplo, en las fundiciones inyectadas a base de aleaciones de cinc, para evitar el ataque de cinc por la solución de níquel. Los recubrimientos de cobre se utilizan antes de niquelar el acero para reducir el coste de pulido o para mejorar la resistencia a la corrosión o la adherencia del conjunto.
- En la producción de acabados de oxidación (aspecto envejecido) sobre el acero y otros metales, los objetos primeramente se cobrean y después se colorea el cobre mediante algún tratamiento químico.
- Para la protección local del acero durante el endurecimiento, ya sea por nitruración o cementación en cajas.
- En el electroformado y en la producción de circuitos impresos mediante el procedimiento aditivo.

El cobre es bastante útil como pretratamiento para piezas de metales blandos como aleaciones de cinc, previo a la deposición de níquel, oro o plata.

El cobre puede ser electrodepositado a partir de numerosos electrolitos, como, por ejemplo:

- Ácidos (baño de sulfato de cobre)
- Alcalinos (baños cianurados de cobre).

Latón

El latón es una aleación de cobre y cinc que presenta un color amarillo característico. La principal aplicación del latón es la producción de recubrimientos decorativos y el recubrimiento de acero y hierro para la mejora de la adherencia del caucho.

Para acabados decorativos suele aplicarse como una fina capa sobre una base previa de níquel brillante. Esta subcapa confiere su brillo a la capa de latón. La protección contra la corrosión no es elevada, de modo que no es apropiado para objetos que deban estar a la intemperie salvo que se apliquen protecciones adicionales con lacas o barnices.

Para acabados industriales el latón se emplea como base para la aplicación de goma al acero, obteniéndose un recubrimiento extremadamente fuerte cuando la goma se vulcaniza sobre un metal latonado.

Las soluciones comerciales de latón están basadas en baños cianurados.

Plata

La plata en su estado puro es un mineral dúctil, blanco y brillante. La plata tiene la mayor conductividad térmica y la más baja resistividad eléctrica a temperaturas normales.

La plata fue uno de los primeros metales que se electrodepositó comercialmente para usos decorativos en cubertería, orfebrería, instrumentos musicales, etc.

Aunque también se puede aplicar en acabados industriales tan diversos como reflectores luminosos, revestimientos de motores y, en general, superficies que deban mantener durante largo tiempo su conductividad eléctrica (aun en las condiciones atmosféricas más adversas).

El principal electrolito de plata son los baños cianurados, aunque existen baños alcalinos no cianurados diseñados para depositar plata sobre cobre y sus aleaciones.

Oro

El oro es un metal amarillo, brillante y muy maleable. El metal no forma películas de óxido sobre su superficie, ni siquiera a altas temperaturas. El metal puede ser depositado con diferentes tonalidades por aleación con otros metales, siendo su brillo conferido por el recubrimiento subyacente.

Sus principales aplicaciones se encuentran en joyería, en acabados decorativos y en la industria electrónica. También se aplica en ingeniería aeroespacial y científica, debido a que presenta gran pureza, baja resistencia eléctrica, buena soldabilidad y alta emisividad infrarroja.

La aplicación más usual del oro es en acabados decorativos y, en estos casos, se deposita en forma de capa muy delgada (flash) sobre un recubrimiento de níquel brillante para objetos que no vayan en contacto con la piel, o sobre paladio o bronce blanco si los objetos están en contacto con la piel (bisutería, gafas, calzado, etc.).

Prácticamente todos los baños de oro de tipo "flash" son cianurados.

Cinc

El cinc es un metal blanco-azulado duro, cristalino y frágil, soluble tanto en ácidos como en bases. Aplicado sobre el hierro le proporciona una excelente protección a la corrosión, especialmente en entornos urbanos e industriales.

El cinc se emplea cuando se desea un acabado atractivo y resistente a la corrosión; el cinc debe ser pasivado posteriormente mediante cromatizados o capas de conversión similares. A escala industrial, el cinc se emplea en cualquier tipo de aplicación anticorrosiva del acero.

Los acabados de cinc en muchos casos ofrecen mejor protección a la corrosión que capas delgadas de depósitos níquel-cromo y a un coste más bajo.

Los baños de cinc comercial se pueden clasificar en 3 sistemas:

- Baños cianurados
- Baños alcalinos no cianurados
- Baños ácidos.

Estaño

El estaño es un metal blanco, con un punto de fusión muy bajo, por lo que se emplea como constituyente principal de muchas aleaciones de soldadura. Una delgada capa de estaño proporciona las mismas propiedades del estaño: excelente soldabilidad, ductilidad y resistencia a la corrosión.

Se emplea como recubrimiento de metales férricos y no férricos. Las aleaciones de estaño se utilizan tanto en aplicaciones industriales como decorativas.

Se usa como recubrimiento en el interior de contenedores alimenticios metálicos, y en la industria electrónica en superficies que requieren buena soldabilidad y resistencia a la corrosión.

El estaño se puede electrodepositar a partir de soluciones ácidas o alcalinas:

- Alcalinas (baño de estannato)
- Ácidas (basadas en electrolitos cloruro-fluoruro o sulfato).

Rodio

El rodio es un metal blanco, muy estable químicamente. El metal resiste bien al desgaste y a los ácidos y otros materiales corrosivos a temperaturas ordinarias.

Se emplea en joyería para proporcionar un acabado brillante e inalterable, aunque también tiene aplicaciones industriales, principalmente en electricidad y electrónica, donde se utiliza como material de contacto debido a sus propiedades de baja resistividad eléctrica y alta dureza.

Puede ser depositado directamente sobre el metal base, aunque es preferible que exista un depósito previo de níquel o plata, ya que el espesor de los recubrimientos de rodio es muy bajo (algunas centésimas de micra).

Los baños suelen ser ácidos tipo:

- Fosfato
- Fosfato-sulfato
- Sulfato.

4 Enjuagues

La finalidad de una función de enjuague es la eliminación de la película líquida arrastrada sobre las piezas a la salida de los baños. Con esta operación, fundamental en recubrimientos metálicos, se evita la contaminación de los distintos baños con restos procedentes de los baños anteriores, y se eliminan posibles problemas de cristalización, oxidación y manchado sobre la superficie de las piezas.

Esta eliminación deseada de las sales y otros componentes contenidos en el film que recubre las piezas a la salida de un baño tiene lugar por dilución con agua, es decir, se trata de reducir la concentración de los componentes del arrastre de las piezas hasta concentraciones que no sean perjudiciales ni para los baños subsiguientes, ni para el estado superficial de la pieza.

La función de enjuague puede realizarse mediante una sola cuba con agua, o por una sucesión de cubas combinadas de distintas formas.

El agua del enjuague, a su vez, puede estar renovándose de forma continua (enjuague corriente), o sin renovación (enjuague estanco).

El enjuague debe diluir suficientemente la película arrastrada con el fin de asegurar que la solución del baño siguiente permanezca no contaminada. Para realizar esta tarea de forma efectiva, el trabajador debe conseguir, manual o automáticamente, un movimiento turbulento entre la pieza y el agua, un adecuado tiempo de contacto y un aporte de agua suficiente durante el tiempo de contacto.

Los enjuagues contienen en menor concentración las sustancias peligrosas procedentes de los baños previos, por lo que exhibirán sus peligros en función de las características del baño anterior:

- Las aguas de enjuague posteriores a procesos cianurados presentan una peligrosidad debida a la presencia de cianuro.
- Las aguas de enjuague posteriores a procesos no cianurados son peligrosas debido a la presencia de metales tóxicos.
- Las aguas de enjuague pueden, además, ser corrosivas debido a pH extremos (muy ácidas o muy básicas) en función de los contenidos del baño precedente.

5 Mantenimiento

Para la aplicación adecuada de los recubrimientos es necesario que la eficacia del proceso y la velocidad de deposición sean tan altas como sea posible, por lo que es necesario realizar un mantenimiento continuo de los baños.

Para ello es importante mantener limpia la zona de baños y eliminar cualquier material extraño que pueda entrar o permanecer en el interior de los baños.

El control adecuado de parámetros operativos de baño es crucial para mantener una calidad uniforme de la pieza. Para ello se determinan los parámetros críticos y se establece un intervalo de valores aceptables. Es necesario realizar un seguimiento regular de la química del baño y definir la cantidad adecuada de reactivos que hay que añadir para mantener la eficacia de dichos parámetros.

Con el tiempo los baños se contaminan gradualmente debido a los arrastres de baños precedentes, a las piezas que caen de los bastidores al fondo de la cuba, a los productos de oxidación de equipos auxiliares y otras fuentes y a la formación de productos de degradación de sus aditivos orgánicos. Estas impurezas deben ser eliminadas del baño bien en continuo (por ejemplo, por filtración de baños) o bien por tratamiento por cargas en una cuba auxiliar donde se transvasa el baño. Las operaciones por cargas (en discontinuo) suelen realizarse cuando no se emplea el baño (paradas de fines de semana, etc.).

Cada baño presenta una concentración de impurezas permisibles y es necesario eliminarlas regularmente antes de que afecten a su evolución.

A continuación se muestra, como ejemplo, algunas de las principales operaciones de mantenimiento de un baño y su frecuencia:

Diaria

- Comprobar temperatura.
- Comprobar pH.
- Comprobar concentración de parámetros de baño.
- Comprobar controladores (caudal, temperatura, voltaje, intensidad, etc.).
- Limpiar conexiones eléctricas.
- Eliminar piezas que hayan caído al fondo del baño.
- Reponer el nivel de baño.
- Inspeccionar y sustituir los bastidores si es necesario.
- Mantener la formulación nominal del baño mediante adición de productos.

Semanal

- Comprobar concentración de constituyentes del baño.
- Eliminar impurezas con el baño en reposo.
- Limpiar ánodos y reemplazar si es necesario.
- Limpiar contactos eléctricos.

Mensual

- Eliminar lodos del fondo de la cuba.
- Limpiar y enderezar ánodos y cestas anódicas.
- Realizar limpieza equipos auxiliares (filtros, etc.).
- Comprobar existencias de material y de productos.

Anual

- Comprobar fugas o grietas en cubas de tratamiento electrolítico. Limpiar y reparar.
- Limpiar e inspeccionar rectificadores.
- Calibrar equipos, amperímetros, voltímetros, sondas de temperatura.
- Limpiar y reparar el exterior de tanques, campanas de extracción y conductos.
- Desconectar y limpiar todas las conexiones.
- Comprobar serpentines de refrigeración para ver si presentan grietas, poros o fisuras.
- Revisar y reparar si es necesario equipos de extracción de aire.
- Comprobar uniones de conducciones, válvulas, conducciones por si hay grietas. Reparar o reemplazar si es necesario.

6 Tareas relacionadas con el proceso de recubrimientos metálicos

6.1 Formulación del baño

Consiste en la preparación de las disoluciones de los productos químicos que formarán parte del baño. Los productos sólidos se pesan en básculas y los líquidos se miden generalmente por volumen. Posteriormente se disuelven en un volumen adecuado de agua. Para facilitar su disolución puede aplicarse agitación o calor o ambos procedimientos.

La formulación de baños comprende habitualmente algunas de las siguientes operaciones:

- Manipulación de envases
- Pesada / medida de reactivos
- Transferencia de productos en la cuba
- Mezcla
- Calentamiento
- Transferencia de productos desde cubas auxiliares a las cubas de tratamiento.

El proceso de adición de reactivos puede ser manual o automático a través de bombas y conducciones.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular
- Sobreesfuerzos
- Fugas, derrames o desbordamientos.

6.2 Utilización del baño

Consiste en la entrada y salida de piezas del baño; la transferencia de piezas entre baños y enjuagues y el proceso de electrodeposición propiamente dicho. Este proceso puede ser manual, automático o semiautomático, en función del tamaño y las características de las piezas a recubrir.

En el proceso manual el operario se encarga de transportar las piezas / bastidores entre los distintos baños. En el proceso semiautomático, las piezas / bastidores / bombos son transportadas mediante un robot y el operario dirige el robot con un mando o control remoto, desplazándose a medida que avanza el robot. En los procesos automáticos un programa guía a los bombos / bastidores en una secuencia predeterminada para introducir y extraer las piezas del baño.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular
- Sobreesfuerzos

- Golpes y cortes
- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Fugas, derrames y proyección de productos químicos
- Sensibilización a agentes químicos
- Ingestión de productos químicos
- Explosión
- Riesgo eléctrico
- Incendio.

6.3 Transferencia de baños y/o reactivos

Esta operación consiste en el transvase del baño entre dos cubas para realizar tratamientos como purificaciones, cuando se prepara el baño en cubas diferentes, etc.

Esta operación se puede efectuar por gravedad o por bombeo. En el caso del bombeo se puede realizar mediante una bomba móvil y con conducciones flexibles.

Esta actividad también se realiza cuando se compran materias primas a granel. El transvase se puede realizar desde un camión cisterna a una cuba de almacenamiento interno.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Fugas, derrames y proyección de productos químicos.

6.4 Fijación / extracción de piezas en bastidores / bombos

Consiste en la disposición de las piezas a recubrir en el interior de los bombos o enganchados en los bastidores. Esto permite agrupar las piezas y recubrirlas como si se tratara de una unidad, facilitando el aumento de productividad y la disminución de precios por pieza. Los bastidores también aseguran un aporte eléctrico continuo a las piezas. Los bombos se emplean para el tratamiento de piezas pequeñas en grandes grupos.

El proceso de fijación de piezas suele ser manual en el caso de los bastidores debido a sus características, mientras que en el caso de los bombos puede realizarse de forma automática.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes.

6.5 Análisis de baños

Esta operación consiste en realizar, entre otras, las siguientes actividades:

- Medida de pH
- Verificación de la temperatura
- Toma de muestras
- Análisis de parámetros clave en un baño de tratamiento electrolítico.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular
- Proyección de productos químicos.

6.6 Mantenimiento de baños

Esta operación consiste en ajustar el nivel de baño mediante la adición de agua, corregir el pH, ajustar concentraciones de reactivos que en función de los baños pueden ser abrillantadores, ácidos, metales o sales metálicas. También consiste en retirar los objetos ajenos al baño: lodos, piezas caídas, etc. Estas operaciones pueden realizarse de forma manual o automática.

Esta operación incluye el transporte de contenedores de productos químicos para las adiciones de reactivos.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Sobreesfuerzos
- Fugas, derrames y proyección de productos químicos.

6.7 Colocación y retirada de ánodos

Ciertos baños requieren la sustitución periódica de ánodos o la adición de los mismos debido a disolución de los anteriores.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Proyecciones de productos químicos
- Riesgo eléctrico.

6.8 Mantenimiento general de la planta

Entre otras, las operaciones de mantenimiento pueden consistir en:

- Reparación de cubas, que implica un vaciado de las cubas y conducciones accesorias con el fin de realizar intervenciones en el interior.
- Desmontar filtros, bombas, válvulas, equipos de calefacción y refrigeración.
- Intervenciones en robots.
- Intervenciones en campanas y canales de aspiración.
- Operaciones de limpieza general en contactos eléctricos, bornes, cubas, ranuras y tubos de aspiración.

El mantenimiento es una operación importante en los talleres de tratamiento de superficies y se desarrolla normalmente durante el funcionamiento de los baños.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Fugas y derrames
- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular.

6.9 Almacenamiento

El almacenamiento permite asegurar el consumo de productos durante un periodo de tiempo más o menos largo. Normalmente la compra en grandes cantidades y a granel permite obtener precios inferiores, aunque esta práctica incrementa proporcionalmente el riesgo químico.

Los productos líquidos se encuentran normalmente concentrados, lo que permite reducir la capacidad de los recipientes y diluirlos en función de las necesidades.

La presencia de los trabajadores en el almacén es ocasional; únicamente se entra en los almacenes durante la carga y descarga de productos.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Reacciones intempestivas

- Inhalación de productos químicos
- Fugas y derrames
- Ingestión de productos químicos
- Incendio.

7 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Caídas en altura

Este riesgo puede producirse en los elementos de acceso (escaleras, escaleras de mano para acceder a puntos concretos de los aéreos o partes altas de instalaciones, plataformas elevadas, etc.). La atmósfera corrosiva de los baños puede atacar químicamente las estructuras de las vías de paso, plataformas, barandillas, e incluso de la propia nave, reduciendo su resistencia.

Para evitar las caídas en altura:

- Disponer de protección perimetral en las zonas de trabajo y de paso cuya altura sea superior a dos metros mediante barandillas de una altura mínima 90 cm con listón intermedio y rodapié (según lo indicado en el R.D. 486/97 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo).
- Disponer de estructuras de plataformas, escaleras, etc. con materiales adecuados que resistan una atmósfera húmeda y corrosiva. Revisar periódicamente el estado de las estructuras.
- Las escaleras de mano cumplirán lo dispuesto en el R.D. 2177/2004 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura, teniendo en cuenta que:
 - Se utilizarán escaleras de mano resistentes que sobresalgan al menos un metro sobre el plano de trabajo al que se accede.
 - Se evitarán las escaleras de mano de construcción improvisada.
 - Se revisarán periódicamente.
 - Se utilizarán con apoyos adecuados y correcta sujeción de los mismos, debiendo colocarse con inclinación en ángulo aproximado de 75° con la horizontal, realizando el ascenso o descenso de frente a ellas.

Caídas al mismo nivel

En general tienen su origen en superficies deslizantes, suelos irregulares y/o mojados con especial incidencia en la zona de utilización de los baños y donde se realicen trasvases de líquidos.

Para evitar caídas al mismo nivel:

- En la línea de baños debe emplearse suelos antideslizantes o plataformas de tramos o rejilla que eviten que los trabajadores entren en contacto con superficies resbaladizas.
- Las plataformas deben estar libres de grietas, orificios, tornillos que sobresalgan, tableros sueltos...
- Disponer de barras de goteo sobre los baños donde depositar los bastidores el tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos.
- En sistemas automáticos, determinar un tiempo de escurrido suficiente encima de los baños para eliminar arrastres y goteos.
- Utilizar calzado impermeable con suelas de característica antideslizante. Señalizar su uso obligatorio de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disponer de un procedimiento de limpieza periódica. Eliminar diariamente restos o desechos y cualquier suciedad que se encuentre en el suelo, depositándolos en recipientes adecuados. Limpiar inmediatamente las fugas o derrames para evitar charcos o suelos húmedos.



Plataforma de tramos o rejillas.

Golpes y cortes con objetos o equipos

Los cortes se producen generalmente durante la manipulación de piezas con bordes afilados. El origen de los golpes suele estar en la caída de objetos, choques con piezas o equipos en movimiento (bastidores

en líneas automáticas, cadenas de proceso, etc.) y con objetos que se encuentren en el área de paso.

Para evitar o minimizar el riesgo de cortes:

- Examinar la carga antes de manipularla tratando de localizar zonas que puedan resultar peligrosas en el momento de su agarre (aristas, bordes afilados, etc.).
- Utilizar guantes de seguridad anticorte marcado "CE" al colocar las piezas en el bastidor, cestas, etc.
- La obligación del uso de tales equipos de protección deberá señalizarse claramente en el puesto de trabajo y/o en el propio equipo de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.



Colocación de piezas en bastidores.

Para evitar o minimizar el riesgo de golpes:

- Protección mediante resguardos mecánicos de las zonas de paso que discurren bajo cargas suspendidas y aquellas próximas a elementos en movimiento.
- Disponer de sistemas de parada de emergencia de bastidores o cadenas motorizadas.
- Comprobar el adecuado funcionamiento y empleo de los sistemas de fijación de piezas.
- No sobrecargar los bastidores. Conocer la carga máxima.
- Comprobar que las piezas están correctamente dispuestas en los bombos / bastidores para evitar riesgos de colisión y caídas.
- Señalizar las zonas donde existan cargas suspendidas.
- Señalizar las vías de circulación y zonas de almacenamiento.
- No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo. Retirar los objetos que obstruyan estas zonas. Orden y limpieza.
- Utilización de calzado de seguridad certificado "CE".
- Señalización del uso obligatorio del calzado de seguridad de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

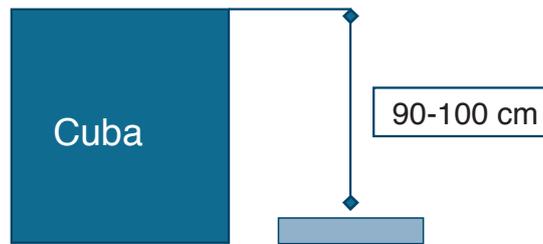


Sistema de parada de emergencia.

Sobreesfuerzos

Debido a un manejo de cargas durante la adición manual de productos en la tarea de formulación o de mantenimiento de baños. También pueden ser ocasionados durante la elevación o el transporte manual de bastidores, cestas y/o bombos.

- Para la recogida de cargas o materiales desde su punto de almacenamiento o ubicación en las proximidades del puesto, y para reducir el esfuerzo asociado al levantamiento de cargas pesadas, es recomendable que la disposición de la carga a manipular se encuentre en un rango de alturas comprendido entre la altura de las rodillas (preferiblemente de los nudillos) y la altura de los hombros del trabajador. En el caso de líneas de cubas esto implicaría disponer de plataformas de apoyo para palets, cajas o cargas, evitando dejarlos a nivel de suelo.
- Para la adición de productos así como para la ubicación de bastidores, cestas, etc. sobre la cuba, la relación entre la altura de ésta, la superficie de apoyo del trabajador y las dimensiones de las piezas a introducir debería ser tal que permitiera una manipulación de las cargas ligeramente inferior del nivel de los codos del trabajador y que la elevación de los brazos estuviera dentro de un rango medio (inferior 45°). Para el percentil 50 de la población conjunta española la altura de codos es de aproximadamente 100 cm. Compatibilizando los requerimientos ergonómicos con los de seguridad (para evitar el riesgo de caída en la cuba), la altura entre cuba y plataforma de apoyo recomendada estará entre 90 y 100 cm.



- En procesos manuales, para evitar la carga estática producida por la sujeción mantenida de las piezas, cestas, etc. durante el tiempo de escurrido, es recomendable disponer de una barra de goteos que soporte los bastidores o cestas.
- La introducción de las cajas cestas, bastidores, etc. a las cubas debe realizarse lo más cerca posible de su borde, para evitar manipulaciones alejadas del cuerpo. La distancia recomendable no debe superar los 25 cm. Nunca se debería superar los 60 cm.
- El ancho recomendable para las plataformas de trabajo situadas sobre el nivel del suelo es de 60 cm.

- Se dispondrá de ayuda auxiliar manual o automática cuando la carga a manejar (envases de materias primas, cestas, bombos o bastidores) sea pesada. La Guía del R.D. 487/97 sobre manejo manual de cargas elaborada por el INSHT establece el peso máximo de la carga a manipular de forma continua en 25 Kg, siempre que las condiciones sean ideales (sin giros de tronco, carga próxima al cuerpo, agarre adecuado, etc.), pero lo recomendable es no superar los 15 Kg. En caso de cargas pesadas o que impliquen manipulaciones complicadas (bastidores largos o voluminosos) o frecuencias elevadas, se recomienda el empleo de medios mecánicos (polipastos o puentes grúa) o la ayuda de otros trabajadores.



Carga de bastidores.

- En caso de transporte de material, cajas, piezas, cubas, bidones, etc. hasta la línea de cubas, es recomendable hacer uso de las ayudas mecánicas siempre que sea posible (carros, transpaletas, carretillas, etc.), evitando exceder la carga máxima y colocándola de forma equilibrada antes de proceder a su transporte. La carga debe fijarse a los medios transporte y entre sí mediante flejes, cinchas o elementos auxiliares cuando sea necesario para asegurarse estabilidad.
- En lo relativo a la adición de reactivos, es recomendable, para baños que precisan un mantenimiento de alta frecuencia, el uso de sistemas automáticos de carga y descarga de los mismos mediante bombeo.
- Para la tarea de adición de reactivos, utilizar en lo posible recipientes de dimensiones y pesos menores, para facilitar su transporte y manipulación.
- Se emplearán envases seguros y ergonómicamente concebidos (facilidad de agarre).
- Otras medidas a contemplar son las de organización del trabajo, como alternar con tareas que no exijan manipulación de cargas, etc.
- En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a manejo de cargas, se precisa del análisis detallado, a través de métodos específicos, para valorar la carga física del puesto de trabajo.
- Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas.



Adición automática de reactivos mediante bombeo.

Riesgo eléctrico

La electrodeposición implica la utilización de bajo voltaje y corriente continua, por lo que siempre existe un riesgo de descarga. También puede producirse un riesgo eléctrico en todos aquellos equipos auxiliares al proceso: soplantes, compresores, rectificadores, calentadores, bombas, filtros, sistemas de elevación transporte y manipulación, etc.

La electrodeposición emplea fluidos conductores y corrosivos y la atmósfera normalmente suele ser húmeda y cargada con niebla corrosiva. La combinación de electricidad, agua, humedad y condiciones corrosivas genera un riesgo elevado. Los riesgos más importantes que nos podemos encontrar son: choque eléctrico, quemaduras eléctricas, explosiones eléctricas, arco eléctrico, etc.

También puede existir un riesgo de puente eléctrico entre barras de polaridad opuesta.

Para realizar una prevención eficaz de los riesgos podemos destacar como medidas preventivas:

- Se debe conocer e identificar el sistema eléctrico y sus conexiones, lo que incluye los equipos, el suministro eléctrico, los interruptores y el sistema de distribución.
- Se debe realizar un mantenimiento preventivo adecuado, que incluya una inspección física y un examen del sistema y de los equipos (rectificadores, transformadores, calentadores por inmersión...). Una inspección adecuada identificará problemas y áreas del sistema y equipos que necesiten atención, así como un programa de reparaciones prioritarias e inmediatas; cuanto mayor sea el riesgo, mayor será la prioridad.
- Los equipos y los calentadores eléctricos deben tener toma de tierra.
- Se deben evitar los aislamientos defectuosos, deficientes o deteriorados.
- Se debe comprobar que los empalmes de cables tengan la protección adecuada.
- No deben existir enchufes o interruptores rotos.
- Se deben sustituir las piezas que estén corroídas.
- La instalación eléctrica debe estar realizada y mantenida por personal competente y debe ser adecuada para atmósferas corrosivas. Se debe respetar lo dispuesto para locales con riesgo de corrosión según lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria 30 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 30).
- No deben existir juntas provisionales en los conductores.
- Debe existir un acceso seguro al equipo para facilitar las tareas de mantenimiento.
- Comunicar cualquier desperfecto o deterioro de la instalación.

El riesgo eléctrico es importante durante la colocación y retirada de ánodos, ya que implica el contacto simultáneo con disoluciones acuosas y electrodos. En estos casos es recomendable:

- Desconectar la corriente antes de introducir los ánodos.
- Emplear dispositivos aislantes para la extracción y colocación de ánodos.

Reacciones intempestivas

Pueden tener su origen en una mezcla de productos incompatibles. Esta mezcla puede originarse por diversas causas, tales como:

- Como resultado de un almacenamiento inadecuado.
- Por la reutilización de envases.
- Por la identificación inadecuada de sustancias.
- Por la identificación insuficiente de las cubas del baño.
- Debido a una secuencia inadecuada de adición de reactivos en la formulación o mantenimiento del baño. Error en la naturaleza del producto o en la cuba destino.
- Ejecución inadecuada de la secuencia durante el proceso de utilización del baño.
- Enjuague insuficiente de recipientes, en particular durante las tareas de transferencia.
- Enjuague insuficiente de piezas durante el baño, en particular en baños consecutivos incompatibles entre sí.
- Limpieza inadecuada de las conducciones o instalaciones.

También pueden aparecer por elevación de la temperatura.

Las reacciones intempestivas, a su vez, pueden originar desprendimiento de gases o productos volátiles, proyecciones, elevación de la temperatura de productos y/o objetos. Pueden llegar incluso a originar incendios o explosiones.

Existe un gran riesgo de producir ácido cianhídrico si las soluciones cianuradas entran en contacto con ácidos.

El ácido crómico, los cromatos y dicromatos, son agentes oxidantes fuertes y pueden provocar incendios y pequeñas explosiones si entran en contacto con sustancias orgánicas como acetona, alcohol, glicerina, lacas, etc.

En lo relativo a la formulación del baño, podemos destacar las siguientes medidas:

- Los baños deberán tener una ficha de baño, con indicaciones necesarias para su formulación, establecimiento de las condiciones de trabajo (temperatura, concentraciones, pH, etc.), análisis, establecido por los proveedores de los productos, donde se indicarán las operaciones a efectuar y los tratamientos a realizar.
- Es conveniente realizar la formulación de los baños en cubas auxiliares y después transvasar el líquido a las cubas de trabajo, ya que las reacciones intempestivas se ven agravadas, si el mezclado de reactivos se realiza en cubas que no están especialmente adaptadas.

Las cubas de formulación de baños deberán tener las siguientes características:

- Cubeto de retención.
- Agitador motorizado.
- Dispositivos de adición de sólidos y/o líquidos (bombas, mangueras, embudos de adición...).
- Dispositivos de captación en origen de polvos y/o emisiones.
- Eventualmente filtración.

Estas cubas además deben permitir un total vaciado y la transferencia de líquido a las cubas de destino.

Otras condiciones de los envases y equipos a utilizar son:

- Los bidones de reactivos (ácidos concentrados) deben tener al menos un respiradero. Si esto no es posible, el tapón se deberá abrir con cuidado para permitir a los gases comprimidos escapar de forma lenta. Una vez igualadas ambas presiones, se puede destapar sin peligro a proyecciones.
- Se deberá asegurar que todos los equipos a emplear están perfectamente limpios y sin restos de productos de anteriores operaciones.
- Seguir las indicaciones de temperatura para evitar calentamientos excesivos de producto, que podrían originar reacciones intempestivas.

Algunas peculiaridades significativas de los productos utilizados son:

- Los ácidos concentrados, en especial el ácido sulfúrico, deben ser manipulados y mezclados con precaución, ya que son muy reactivos cuando se mezclan con otros productos y/o agua.
- Las piezas tratadas en baños ácidos deben ser enjuagadas minuciosamente antes de ser sumergidas en los baños cianurados.
- El hidróxido sódico deben añadirse lentamente y con agitación suave. Una adición rápida de este reactivo puede causar una explosión con gran generación de calor.
- Los productos oxidantes: ácido sulfúrico, ácido crómico, cromatos y dicromatos no deben entrar en contacto con sustancias orgánicas.

Durante la utilización del baño son de destacar las medidas siguientes:

- Disponer de una instrucción escrita del baño (ficha del baño) en la que se indique los constituyentes principales y su concentración, las condiciones de utilización, la secuencia de las operaciones a realizar en las cubas, los tiempos de inmersión, temperatura de trabajo, la necesidad de agitación y otra información técnica y necesaria para la prevención de riesgos, en particular los riesgos químicos.
- Deberá existir un archivo que incluya un plano de la línea en la zona de producción, indicando las cubas existentes, los dispositivos de captación, extracción y ventilación, las fichas de seguridad de los productos empleados y las fichas de cada baño.
- Se deben limpiar inmediatamente las fugas y los derrames para evitar el contacto entre sustancias incompatibles.
- Debe comprobarse que el drenaje de los baños y los desagües evita el mezclado de efluentes incompatibles ácidos / cianurados o efluentes concentrados ácidos / alcalinos.
- Los tanques, válvulas y conducciones deberán estar claramente etiquetados de manera comprensible. Las etiquetas deberán indicar la naturaleza del contenido, la temperatura de trabajo, la naturaleza del

peligro y su tratamiento de emergencia.

- Las tapas móviles en los baños pueden protegerlos de contaminaciones externas que podrían originar reacciones intempestivas.
- Las etapas de escurrido deben estar optimizadas (por ejemplo, introduciendo barras de goteo) para evitar la contaminación entre baños y reducir los arrastres.

En la tarea de análisis del baño se utilizan equipos y útiles para la recogida de muestras con objeto de verificar sus condiciones y realizar el mantenimiento para el funcionamiento óptimo del mismo. En estas tareas, se deberán considerar las siguientes recomendaciones:

- Seguir de forma rigurosa la ficha de baño, donde se indican las operaciones a efectuar en el mantenimiento de cada baño, tanto para el análisis como para el mantenimiento.
- Se deberá asegurar que todos los equipos y el material a emplear estén perfectamente limpios y sin restos de productos de anteriores operaciones.
- Los sistemas de medida deben ser verificados y calibrados periódicamente.
- Etiquetar convenientemente los recipientes de toma de muestra, indicando, como mínimo, el producto para cuyo uso están previstos.
- Verificar el correcto señalizado de todas las cubas y envases de aditivos.
- Restringir las tareas de mantenimiento a personal autorizado, con formación en manipulación de los productos químicos utilizados en el baño.

Durante las tareas de transferencia cabe destacar:

- Verificar que todos los equipos a emplear están perfectamente limpios y sin restos de productos de anteriores operaciones.
- La necesidad de válvulas de purgado para facilitar el vaciado de las instalaciones, en particular para el mantenimiento y la limpieza.

En relación con las condiciones de almacenamiento:

- Todos los recipientes de productos químicos deben estar claramente identificados. Las etiquetas deben permanecer intactas en los contenedores o en los envases. Se deberá tener en cuenta lo dispuesto en el R.D 363/1995 por el que se regula la notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Se deben establecer criterios para la clasificación de los productos químicos dentro del almacén, en función de su peligrosidad y de su utilidad.
- Almacenar los productos químicos en un lugar limpio y seco.
- El área de almacenamiento debe estar ordenada y limpia.

A continuación se describen criterios para el almacenamiento de reactivos químicos:

- Todas las sales cianuradas deben ser almacenadas en una sala aparte, con un dique de contención, especialmente si se almacenan en forma líquida. Esta sala debe estar cerrada y señalizada convenientemente en muros interiores y exteriores.
- Todos los ácidos, incluido el crómico, deben ser almacenados conjuntamente y alejados de sales cianuradas.
- Todos los oxidantes fuertes (cromatos, dicromatos) deben ser almacenados de forma conjunta.
- Los productos que sean incompatibles entre sí deben estar almacenados de forma separada. A continuación se muestra una tabla de incompatibilidades.

Tabla de incompatibilidades

Producto	Sustancias incompatibles
Productos que contengan cromo (VI)	Sustancias orgánicas
	Sustancias inflamables
	Madera, papel, etc.
Productos cianurados	Productos ácidos
	Productos alcalinos
Productos ácidos	Productos cianurados
	Productos alcalinos
Productos alcalinos	Productos ácidos
Sustancias inflamables	Sustancias crómicas
	Sustancias oxidantes fuertes

En general, la separación y distribución de las sustancias químicas debe estar adaptada a los riesgos y las cantidades presentes.

- Los contenedores vacíos de ácido crómico no deben ser utilizados como contenedores de almacenamiento.
- Los materiales inflamables, tóxicos o explosivos deben estar almacenados lejos de fuentes de calor, llamas o chispas eléctricas.
- Evitar altas temperaturas en el almacén.

No obstante lo anterior, se deberá tener en cuenta, en el almacenamiento de sustancias químicas, lo indicado en el Real Decreto 379/2001, Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias, en particular la MIE-APQ-1 Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, MIE-APQ-6 Almacenamiento de líquidos corrosivos y MIE-APQ-7 Almacenamiento de líquidos tóxicos.

Fugas y derrames

Pueden producirse por:

- Desbordamiento de cubas en los transvases y adición de productos químicos en tareas como formulación, mantenimiento y transferencia, cuando la capacidad de la cuba es inferior al volumen de líquido que puede contener.
- Presencia de poros, grietas o fisuras de las cubas que contienen los baños, debido, por ejemplo, a un mantenimiento inadecuado de las mismas.
- Deterioro de las tuberías / conducciones por ataque químico.
- Goteo de líquido procedente de piezas cuando salen del baño.
- Fugas en las uniones entre conducciones durante operaciones de transvase, favorecidas por la presión mecánica o hidráulica a la hora de realizar las descargas o trasiegos.
- Almacenamiento en envases en mal estado.
- Manipulación incorrecta de envases por desequilibrios, rotura del soporte, etc.
- Disolución de productos por infiltraciones de agua si los recipientes no son estancos o no están bien cerrados.
- Roturas de recipientes por apilamientos inestables, almacenamientos en zonas de paso, etc.

Algunas condiciones a tener en cuenta en relación con la instalación son:

- Las cubas y su recubrimiento interior deben tener una resistencia química y mecánica adecuadas y compatibles con los productos que van a contener (consultar ficha del baño según proveedor).
- Las cubas deberán tener rebosaderos para evitar el desbordamiento. Los rebosaderos deben estar dirigidos a desagües.
- Los niveles deben estar visibles y deben existir detectores de nivel alto para cortar la entrada de agua y de reactivos, incluidas las cubas móviles para transferencias.
- Todas las cubas deben disponer de cubetas de retención para la recogida de fugas y derrames. Su geometría debe ser tal que puedan recoger escapes accidentales incluso si se presentan bajo la forma de un tiro horizontal. Las paredes o muros deben seguir el contorno de la cuba.
- Todos los tubos de vaciado y de adición de reactivos, agua, etc., deben estar equipados de dispositivos antirretorno.
- Los desagües deben estar dispuestos de tal forma que permitan una rápida evacuación de las fugas a través de su disolución con mangueras sin posibilidad de extenderse a zonas contiguas.



Doble contenedor en el almacenamiento de reactivos.

En las tareas de formulación, utilización, mantenimiento y transferencia de baños, deben tenerse en cuenta las prácticas siguientes:

- El llenado de cubas para las transferencias de baños se realizará, a ser posible, por el fondo.
- Se deberá comprobar la capacidad de la cuba en relación con los volúmenes de baño a trasegar.

- Introducir recipientes debajo de las válvulas para recogida de posibles goteos.
- Las piezas se deben escurrir sobre el baño para evitar la caída de baño arrastrado fuera de las cubas, por lo que deberán disponer de barra de goteo en el caso de procesos manuales.
- Se deben inspeccionar periódicamente las cubas para comprobar que no haya grietas, fisuras o poros por donde se podría producir una fuga. Controlar los puntos críticos donde se puedan producir fugas / derrames, mediante una revisión periódica de los mismos.
- Durante el llenado de la cuba, debe dejarse una altura libre de al menos 20 cm para evitar desbordamientos. En el caso de los bombos debe ser igual al diámetro de los bombos.
- Disponer de una instrucción para la recogida de fugas y/o derrames, en que se indique los medios necesarios: equipos de protección individual a utilizar, material absorbente y material de limpieza en función del derrame, y otros medios de contención, en su caso.

En relación con el almacenamiento, debe preverse:

- Se revisará periódicamente el estado de los contenedores, válvulas y conducciones para comprobar que no existan grietas, poros o fisuras.
- Controlar los envases plásticos frente a su posible deterioro. No exponerlos a la luz solar.
- Emplear envases de vidrio sólo para pequeñas cantidades.
- Las tapas de los recipientes deben estar convenientemente cerradas. Cerrar los envases cuando no se estén utilizando.
- Se recomienda situar un dique de contención para retener las posibles fugas.
- Cualquier fuga o derrame debe ser recogido inmediatamente mediante material absorbente, palas y guardado en contenedores adecuados según indique la correspondiente instrucción de recogida de fugas y derrames.
- Los operarios que manejen las carretillas elevadoras y otros transportes externos deben estar entrenados en la manipulación segura de contenedores químicos.
- El almacenamiento de productos químicos debe estar concebido de forma que no exista ningún envase sobre las superficies de trabajo o zonas de paso.

Proyecciones

Pueden tener diferentes orígenes:

- Reacciones intempestivas.
- Introducción brusca de piezas o útiles en el baño.
- Caída de piezas por posicionamiento inadecuado en bastidor o bombo.
- Almacenamiento inadecuado en laboratorio.
- Introducción manual brusca de aditivos. Puede ir acompañada de reacción exotérmica.
- Velocidad de trasvase excesiva durante la transferencia.
- Acceso difícil en la introducción de piezas o ánodos.

Para evitar proyecciones:

- Minimizar el riesgo de caída accidental de piezas de bastidores comprobando de manera periódica los sistemas de sujeción correcta de las mismas.
- Escurrir y enjuagar los recipientes de toma de muestra antes de salir de la zona de producción en las tareas de análisis.
- Evitar la introducción brusca de piezas y útiles en los baños.
- En general, utilizar equipos de protección individual: guantes, mandiles, gafas y calzado de seguridad.
- La obligación del uso de tales equipos de protección deberá señalizarse claramente en el puesto de trabajo y/o en el propio equipo de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Las adiciones de los reactivos se deberán realizar lentamente y con cuidado para evitar proyecciones. Hay que tener especial cuidado en la adición de productos sólidos.



Ducha de emergencia.

- Estudiar la posibilidad de emplear sistemas automáticos de adición de reactivos, evitando en lo posible el vertido libre desde recipientes.
- Disponer de duchas de emergencia y lavajos en los lugares próximos a los baños.
- En las tareas de transferencia, en la medida de lo posible, evitar las tuberías flexibles para el traslado de productos / baños y dar prioridad a las instalaciones fijas para el transvase de productos.
- El empleo de bombas móviles para el vaciado de cubas sólo se utilizará en casos especiales. En las operaciones habituales de trasiego, la cuba debería tener una bomba permanente.
- Las válvulas, conducciones, etc. deben estar protegidas contra los choques.
- A ser posible llenar los recipientes por el fondo.
- Prever accesos adecuados a la cuba para la colocación de los ánodos, operación que se realizará lentamente para evitar salpicaduras.
- Facilitar la extracción de las cestas anódicas.

Contacto cutáneo u ocular

El riesgo de contacto con productos químicos en una empresa con procesos de recubrimientos metálicos es muy significativo, ya que la exposición es casi continua. Este riesgo puede ser directo como consecuencia de la manipulación de sustancias químicas, de una proyección, una fuga o una reacción intempestiva, o indirecto a través del contacto con ropa sucia, envases en mal estado, falta de higiene personal, etc.

Algunas sustancias empleadas en las empresas de tratamiento de superficies son extremadamente tóxicas si se absorben por la piel. Estos riesgos aumentan en las instalaciones manuales o semiautomáticas, debido a la proximidad de los trabajadores a las cubas en los procesos de inmersión.

En las tareas de mantenimiento hay que considerar que en filtros, bombas, válvulas, calentadores y serpentines de refrigeración, puede quedar retenido líquido provocando fugas durante el desmontaje de dichos elementos.

Este riesgo también se presenta cuando se limpian elementos que están en contacto permanente con solución de los baños o con atmósfera contaminada: electrodos, contactos, bornes eléctricos, cubas, ranuras y conductos de aspiración. Se agrava cuando las operaciones de mantenimiento tienen lugar mientras la planta está en funcionamiento.

Las condiciones de difícil acceso a los equipos o el confinamiento de algunas actividades aumentan los riesgos químicos.

Dado que el contacto con sustancias químicas puede ser derivado de reacciones intempestivas, proyecciones, fugas o derrames, las medidas descritas para evitar dichos riesgos resultan efectivas para el riesgo de contacto. Algunas de las medidas son las siguientes:

- Emplear en lo posible sistemas de dosificación mecánica en formulación, mantenimiento y transferencia de baños.
- Cerrar las válvulas cuando acabe el proceso de transvase de productos químicos.
- Disponer de las fichas de seguridad de productos utilizados para la formulación.
- El enjuague debe ser especialmente riguroso en piezas con orificios o de geometrías complejas.
- Evitar las entradas y salidas bruscas de bastidores, cestas y piezas en el baño.
- Dotar de medios auxiliares para escurrido en procesos manuales (barras de goteo).
- Escurrir y enjuagar los recipientes de toma de muestra antes de salir de la zona de producción.
- Utilizar cubetos para recoger el líquido retenido por algunos elementos. Vaciar, limpiar y enjuagar dichos elementos antes de hacer las correspondientes reparaciones / mantenimiento.

Con las medidas encaminadas a minimizar la posibilidad de exposición a sustancias actuando sobre el origen (reacciones intempestivas, proyecciones, derrames o fugas) no se asegura la imposibilidad de contacto cutáneo, por lo que en ocasiones se deberá recurrir al uso de equipos de protección individual, así como a medidas para reducir el daño del posible contacto. Estas medidas se concretan en:

- Utilizar equipos de protección individual: guantes, mandiles, gafas de seguridad, botas. Los equipos de protección individual deben ser seleccionados de forma adecuada, para que se adapten a la persona. Los trabajadores deben ser entrenados para su correcto uso y mantenimiento. El equipo debe ser comprobado y mantenido periódicamente para asegurar la protección del trabajador.
- Para procesos en vía húmeda, los equipos de protección personal deben consistir en:
 - Mandil impermeable

- Botas
- Gafas de seguridad
- Guantes hasta medio brazo.

Todos los equipos de protección personal deberán ser resistentes al ataque químico.

- Cada trabajador debe cambiarse la ropa al empezar y finalizar su turno. La ropa de calle y la de trabajo deben guardarse separadas, de forma que no puedan contaminarse por contacto. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo (R.D. 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo).
- Mantener unas normas de higiene adecuada, en concreto lavarse las manos y la cara al finalizar la jornada y siempre antes de comer, beber o fumar.
- Si se produce cualquier contacto con sustancias químicas, la zona afectada debe ser lavada inmediatamente con agua abundante. Deben existir duchas y lavajos en las proximidades de la zona de trabajo y en los lugares propensos a proyecciones. La localización de estos equipos debe quedar claramente señalizada (R.D. 485/97 de señalización de seguridad y salud en el trabajo)
- Disponer de neutralizantes suaves en la zona de trabajo (por ejemplo: bicarbonato sódico).



Taquillas.

Inhalación de productos químicos, nieblas, gases y vapores

Se puede producir principalmente en baños que trabajan en caliente o como consecuencia de productos generados en reacciones accidentales. Las instalaciones automáticas también pueden favorecer la distribución de contaminantes en el medio debido a las cadenas de transporte motorizado.

Algunos baños producen nieblas. La cantidad de sustancias químicas en la niebla depende de un gran número de variables del proceso, en particular de la concentración de las mismas en disolución, del área de las piezas tratadas, la densidad de corriente aplicada, de la temperatura del baño y el tiempo de inmersión de las piezas en los baños. También los gases desprendidos (hidrógeno) por algunos baños pueden arrastrar líquido o partículas formando nieblas.

La principal vía de entrada de estos contaminantes es la respiratoria. La inhalación de estas nieblas puede irritar la piel, los ojos y las membranas respiratorias. El riesgo de exposición se agrava si la ventilación de la nave está mal diseñada, es débil, está mal ubicada, o por una disminución del caudal de aspiración por mantenimiento deficiente de los equipos.

Existe la posibilidad de desprendimiento de gases tóxicos como el ácido cianhídrico en baños cianurados si el pH desciende por debajo de 9 ó 10. Un pH del aire bajo en las proximidades de los baños cianurados puede conducir a la generación de niveles de cianhídrico importantes.

Estos riesgos son más significativos en la proximidad de la línea de baños o en operaciones que impliquen manipulación de sustancias químicas, por lo que afectarán especialmente a las tareas de formulación, análisis, mantenimiento, transferencia y utilización del baño, mantenimiento y limpieza de las instalaciones, con diferente incidencia en virtud de los diferentes tiempos de exposición, de la toxicidad y concentración de productos presentes, etc.

Algunas medidas relativas a la prevención de este riesgo por lo que respecta a la instalación consisten en:

- Aislamiento del proceso en funcionamiento: una primera medida a valorar es la posibilidad de aislar el proceso del ambiente de trabajo mediante instalaciones que lo cubran (tipo capota o cubiertas), confinando las sustancias emitidas por los baños durante el proceso y conduciéndolas al exterior después de haber pasado por los filtros correspondientes. Para ello se necesita de sistemas automatizados que no precisen de la presencia de trabajadores más que para tareas puntuales.
- Aislamiento del proceso cuando no se encuentre en funcionamiento: es recomendable la existencia de tapas móviles en los baños para cerrarlos con el fin de evitar las emisiones o evaporación excesiva, cuando éstos no se utilicen.
- Los baños de tratamiento deben disponer de sistemas de extracción localizada (por ejemplo:

campana y extractor; sistemas de extracción lateral). El diseño de estos sistemas dependerá de la toxicidad de los gases / nieblas producidos, de la velocidad de evaporación, de la temperatura, del nivel de líquido del baño, de la renovación del aire en el interior de la nave y de la relación anchura – longitud en el tanque. El diseño de los sistemas de extracción y aspiración debe estar integrado en la concepción de la cuba. La mayoría de las nieblas o vapores desprendidos en el baño son de naturaleza corrosiva, por lo que los sistemas de extracción deben estar contruidos en materiales resistentes a la corrosión.

- La velocidad de extracción de aire debe ser tal que se asegure la captación de contaminantes. Si el local presenta corrientes de aire transversales apreciables o la temperatura del baño es elevada, se deberá aumentar la velocidad de captación.
- Introducir supresores de nieblas, como agentes químicos (por ejemplo: tensoactivos) o físicos (por ejemplo: chips plásticos situados sobre la superficie de los baños). Estos sistemas deben ser empleados como complemento de los sistemas de extracción mecánica y no como sus sustitutos.
- Los mantenimientos, reparaciones e instalaciones (por ejemplo: filtros sucios, bajo caudal...) se deben realizar a través de personal cualificado, y deben incluir informes de defectos.
- Los sistemas de extracción deben ser fáciles de limpiar y mantener. Estos sistemas deben ser revisados y comprobados por personal competente al menos una vez al año.
- Es recomendable el empleo de sistemas de dosificación mecánica.
- Es recomendable la instalación de un sistema de detección de gases tóxicos adaptados y bien situados para detectar ácido cianhídrico y óxido de azufre. Estos detectores deberían activar los sistemas de alarma y de ventilación.
- Con independencia de las medidas descritas, debe realizarse un control periódico de concentración de contaminantes presentes en la atmósfera de trabajo, valorando la exposición al riesgo a través de mediciones de condiciones ambientales.



Algunas buenas prácticas que se deben contemplar para minimizar el riesgo de inhalación son las siguientes:

- Evitar las mezclas accidentales de ácidos y cianuros, especialmente en derrames sobre el suelo o en el interior de desagües. Limpiar periódicamente.
- Al realizar los llenados debe tenerse en cuenta que para optimizar la eficacia de la ventilación, la altura libre de la cuba (distancia vertical desde la superficie del líquido hasta el borde de la cuba) debe ser de al menos 20 cm.
- Para evitar la formación de aerosoles en ciertos baños, es recomendable la agitación por el movimiento de la barra portaelectrodos o mediante un agitador mecánico, en lugar de emplear aire comprimido. Si se emplea aire comprimido, su caudal debe ser fácilmente regulable para minimizar las emisiones.

Para minimizar el riesgo de inhalación en tareas puntuales de aproximación a la cuba (transferencia, análisis y mantenimiento del baño) es recomendable:

- Favorecer la ventilación de la nave o zona en la que se encuentren ubicadas las cubas.
- Disponer en las cubas de dispositivos de toma de muestras sin que sea necesario asomarse a las mismas.



Campana extractora.

Para ciertos trabajos de reparación y mantenimiento, cuando el trabajador se introduce en el interior de la cuba o se trabaja sobre equipos donde puede haber presencia de productos o sustancias retenidas, el riesgo de inhalación se puede ver agravado por un riesgo de anoxia.

Para el caso concreto de trabajo en recintos confinados deben implantarse instrucciones específicas, que deberán estar reguladas por permisos especiales de trabajo. En estas instrucciones deberán contemplarse medios como:

- Detectores de concentración de gases dentro del espacio confinado (por ejemplo, detector de triple gas).
- Equipos de protección de respiración autónoma.
- La presencia de otros trabajadores en la zona. Dispositivos de rescate.

Es necesaria, además una formación específica de los trabajadores.

- Sin perjuicio de lo expuesto anteriormente, puede darse el caso de que además sea necesario el uso de equipos de protección respiratoria en las distintas tareas que se realizan en las proximidades del baño. La necesidad de uso de este equipo de protección personal vendrá determinada principalmente por el tiempo de exposición y por el riesgo de la sustancia (nivel de toxicidad y concentración). Hay tareas en que el tiempo de exposición puede ser reducido pero la concentración elevada como, por ejemplo, en las tareas de formulación, mantenimiento de reactivos, transvases, etc.
- Las protecciones respiratorias deben ser adecuadas para evitar tanto la inhalación de partículas (por ejemplo, por la adición de reactivos en estado sólido) como la inhalación de nieblas y vapores inorgánicos (nieblas ácidas, etc.).
- Cuando el uso de este equipo de protección sea obligatorio deberá ir señalizado de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Los equipos de protección respiratoria se deberán mantener y utilizar adecuadamente: fijarlos bien sin que queden holguras, mantenerlos limpios guardándolos en armarios o similares, cambiar el filtro regularmente, etc.

Por otro lado, en las zonas de almacenamiento pueden encontrarse sustancias en el ambiente. En el almacenamiento son adecuadas medidas como:

- Favorecer la ventilación de la zona de almacenamiento.
- Las tapas de los recipientes deben estar convenientemente cerrados.

Tanto el contacto como la inhalación de sustancias o productos químicos pueden originar una sensibilización alérgica a los mismos. La sensibilización alérgica se desarrolla durante un periodo largo de tiempo de forma que, una vez desarrollada, una exposición a pequeñas cantidades de sustancia puede causar una acción severa. Los agentes más comunes que pueden producir este tipo de sensibilización son, generalmente: cromo, níquel, ácidos y bases concentradas y algunos disolventes. Para reducir el riesgo de sensibilización son de aplicación las medidas indicadas para reducir o evitar el riesgo de contacto cutáneo y de inhalación, así como tener establecido un plan para la vigilancia de la salud.

Ingestión de productos químicos

Este riesgo se puede producir de forma directa a través de una proyección o reacción intempestiva, o por ingestión del polvo o nieblas presentes en el ambiente; o indirecta a través de las manos sucias, ropa u objetos contaminados. El riesgo de ingestión indirecto puede presentarse incluso fuera del ámbito laboral si no se toman las debidas precauciones. Algunas sustancias, como los cianuros, son extremadamente tóxicas si son ingeridas.

Para evitar este riesgo hay que:

- Disponer de neutralizantes de los productos que se emplean en la empresa y pueden ser altamente peligrosos.
- No transvasar los reactivos a envases no etiquetados.
- Los operarios deben seguir unas normas de higiene básicas antes de comer, beber o fumar y siempre que finalice su turno (lavarse las manos, retirar ropa contaminada, etc.).
- Ningún empleado debe comer, beber o fumar en el área donde existan productos tóxicos. Se debe habilitar una zona separada para este propósito.
- Evitar malos hábitos: oler o probar cosas cuando no se conoce su composición.
- No se debe almacenar agua, comida o bebida en el almacén de productos químicos.

- Limitar el acceso al almacén a personal autorizado y conocedor de los riesgos químicos.
- Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.

Explosiones

Las soluciones electrolíticas desprenden hidrógeno en los cátodos; este gas es altamente explosivo y puede incendiarse por una simple chispa eléctrica.

En algunos baños para evitar la formación de nieblas se introducen supresores, que forman una barrera física de espuma donde quedan retenidos los gases, incluido el hidrógeno. Esta barrera constituye un riesgo de explosión, especialmente si las piezas están calientes.

- Evitar la formación de chispas en la entrada o salida de piezas del baño.
- Los procesos en que exista riesgo de desprendimiento de hidrógeno deben estar alejados de focos de calor y/o chispas, como operaciones de soldadura, etc.
- Señalizar la prohibición de generar puntos de ignición.

Incendios

Los calentadores eléctricos empleados en las cubas pueden originar incendios altamente destructivos si el nivel de líquido desciende por debajo de un límite. El fuego en este caso se podría propagar por las conducciones de plástico.

- Para evitar la generación de posibles incendios las medidas principales consisten en el mantenimiento de equipos eléctricos y de las instalaciones de calefacción, así como la organización, mantenimiento y limpieza de las instalaciones.
- Utilizar detectores de nivel bajo que desactiven los calentadores en caso de descenso de nivel del líquido de baño.
- No emplear serrín para absorber los derrames de líquidos, especialmente de los crómicos, debido a que se podría favorecer una combustión.

Otra fuente posible de riesgo de incendio se encuentra en el almacenamiento o manipulación inadecuado de los reactivos químicos oxidantes. Los productos especialmente reactivos son el ácido sulfúrico concentrado, el ácido crómico y los cromatos y dicromatos.

- Separar los productos que sean incompatibles entre sí: oxidantes fuertes – materia orgánica (combustibles).
- Disponer de equipos de extinción de incendios y de primeros auxilios.
- Evitar altas temperaturas en el almacén.

ANEXO I

Clasificación de los baños de deposición electroquímicos en función de su componente principal

Tipo de baños	(°C)	Emisiones	Reactivos empleados	Riesgo	Frases R y S
Depósitos electrolíticos alcalinos					
Baños cianurados de plata	15 - 25	Aerosoles alcalinos y cianurados Hidrógeno	Cianuros de sodio y potasio	Tóxico, peligroso para el medio ambiente Inflamable	R: 26/27/28-32-50/53 S: 1/2-7-28-29-45-60-61 R12 S9-16-33
Baños de cobre cianurados	40 - 60	Aerosoles alcalinos y cianurados Hidrógeno	Cianuros, compuestos alcalinos	Tóxico, peligroso para el medio ambiente Inflamable	R: 26/27/28-32-50/53 S: 1/2-7-28-29-45-60-61 R12 S9-16-33
Baños de oro, dorado ligero, aleación de oro	20 - 65	Aerosoles alcalinos y cianurados	Cianuros, compuestos alcalinos	Tóxico, peligroso para el medio ambiente	R: 26/27/28-32-50/53 S: 1/2-7-28-29-45-60-61
Baños de cinc cianurado: bajo, medio o alta concentración	20	Aerosoles alcalinos y cianurados Hidrógeno	Cianuros, sosa	Tóxico, peligroso para el medio ambiente Inflamable	R: 26/27/28-32-50/53 S: 1/2-7-28-29-45-60-61 R12 S9-16-33
Baños de cinc sin cianuro	20	Aerosoles alcalinos Hidrógeno	Sosa	Corrosivo Inflamable	R: 35 S: (1/2-)26-37/39-45 R12 S9-16-33
Latón	20 - 50	Aerosoles alcalinos y cianurados Hidrógeno	Cianuros, compuestos alcalinos	Tóxico, peligroso para el medio ambiente Inflamable	R: 26/27/28-32-50/53 S: 1/2-7-28-29-45-60-61 R12 S9-16-33

Tipo de baños	(°C)	Emisiones	Reactivos empleados	Riesgo	Frases R y S
Depósitos electrolíticos alcalinos					
Bronce	65	Aerosoles alcalinos y cianurados Hidrógeno	Cianuros, compuestos alcalinos	Tóxico, peligroso para el medio ambiente Inflamable	R: 26/27/28-32-50/53 S: 1/2-7-28-29-45-60-61 R12 S9-16-33
Depósitos electrolíticos ácidos					
Cromo duro, decorativo, negro	30 -35	Aerosol ácido y crómico Hidrógeno	Ácido sulfúrico y crómico	Corrosivo Comburente, tóxico, peligroso para el medio ambiente Inflamable	R: 35 S: (1/2-)26-30-45 R: 49-46-8-21-25-26-37/38-41-43-50/53 S: 53-45-60-61 R12 S9-16-33
Cromo decorativo trivalente	20	Aerosol ácido	Ácido		
Baño de sulfato de cobre	20	Despreciable	Ácido sulfúrico Sulfato de cobre	Corrosivo Nocivo, peligroso para el medio-ambiente	R: 35 S: (1/2-)26-30-45 R: 22-36/38-50/53 S: 2-22-60-61
Baño de níquel brillante	45 - 55	Vapor	Sulfato de níquel y cloruro de níquel	Nocivo, peligroso para el medio ambiente Tóxico, peligroso para el medio ambiente	R: 22-40-42/43-50/53 S: (2-)22-36/37-60-61 R: 25-43-50/53 S:24-37-45-61
Baño de cinc ácido		Despreciable	Cloruro de cinc Amonio	Corrosivo Tóxico, peligroso para el medio-ambiente.	R: 34 S: 7/9 – 28 - 45 R: 34- 50 S:26-36/37/39-45-61

Todas las emisiones de hidrógeno conllevan riesgo de explosión o incendio

ANEXO II

Información de seguridad referentes a los principales productos químicos utilizados en baños

Ácido clorhídrico

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de vapores / aerosoles. Filtro E.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: neopreno, PVC.
Otras medidas de protección	Ropa protectora contra ácidos.
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al término del trabajo.

Ácido sulfúrico

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de vapores / aerosoles. Filtro P.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: neopreno, caucho natural. Para concentraciones menores pueden servir: nitrilo, butilo y PVC.
Otras medidas de protección	Ropa protectora contra ácidos.
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada y sumergir en agua. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al finalizar el trabajo.

Ácido crómico

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de polvo. Filtro P3.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: butilo y PVC.
Otras medidas de protección	
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada y sumergir en agua. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al finalizar el trabajo. No inhalar la sustancia. Extracción.

Fluoroborato de cobre

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de vapores, categoría 3, máscara facial tipo E ₁ - E ₂ máscara de capucha con visores de plástico y filtros recambiables tipo E ₁ - E ₂ o equipos aislantes bien con línea de aire o autónomos.
Protección de los ojos	Gafas de protección química, tipo motorista o buzo, bien ajustadas, cristales de plástico o una pantalla facial.
Protección de las manos	Guantes recomendados: vitón, neopreno, PVC.
Otras medidas de protección	Delantal de vitón o neopreno, ropa de protección normal con mangas largas y botas de protección química de vitón o neopreno.
Medidas de higiene particulares	No comer, beber ni fumar durante su utilización. Lavarse las manos antes de realizar cualquier pausa. Al terminar el trabajo ducharse o lavarse. Mudarse de ropa de trabajo después de manipular el producto. Cambiar la ropa manchada o salpicada y lavarla antes de su reutilización.

Cloruro de cinc

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de polvo. Filtro P2.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: caucho, nitrilo.
Otras medidas de protección	
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al término del trabajo.

Cloruro de níquel

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de polvo. Filtro P.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Guantes recomendados: caucho, nitrilo.
Otras medidas de protección	
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al término del trabajo. No comer ni beber en el lugar de trabajo bajo ninguna circunstancia. No inhalar la sustancia.

Sulfato de níquel

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de polvo. Filtro P3.
Protección de los ojos	Gafas de protección de seguridad o pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.
Protección de las manos	Guantes protectores.
Otras medidas de protección	Traje de protección.
Medidas de higiene particulares	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.

Sulfato de cobre

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de polvo. Filtro P.
Protección de los ojos	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria para manipulación de polvo.
Protección de las manos	Guantes protectores.
Otras medidas de protección	
Medidas de higiene particulares	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.

Cianuro de sodio

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de polvo o emisiones. Filtro B-P3.
Protección de los ojos	Gafas ajustadas de seguridad, pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.
Protección de las manos	Guantes recomendados: caucho, nitrilo.
Otras medidas de protección	Traje de protección.
Medidas de higiene particulares	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.

Cianuro de potasio

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de polvo o emisiones. Filtro B-P3.
Protección de los ojos	Gafas ajustadas de seguridad, pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.
Protección de las manos	Guantes recomendados: caucho, nitrilo.
Otras medidas de protección	Traje de protección.
Medidas de higiene particulares	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.

Hidróxido de sodio

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de polvo o emisiones. Filtro P.
Protección de los ojos	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.
Protección de las manos	Guantes recomendados: caucho, neopreno. También pueden servir: PVC, nitrilo, butilo.
Otras medidas de protección	Traje de protección.
Medidas de higiene particulares	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.

ANEXO III

Límites de exposición profesional para agentes químicos en España (2005) (extracto del documento Valores Límites Ambientales del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT)

Nota: la siguiente tabla no es exhaustiva y tiene un fin meramente informativo; para cualquier otro producto o para obtener más información será necesario consultar la ficha de seguridad del producto.

Agentes químicos	VLA-ED		VLA-EC		7.1.1 Frases R	7.1.2 Notas
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³		
Ácido nítrico	2	5,2	4	10	8-35	<ul style="list-style-type: none"> • Existe propuesta de modificación de los VLA • Existe un valor límite propuesto por la UE de VLA-EC de 1ppm / 2.6mg/m³
Ácido sulfúrico	-	1	-	3	35	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene VLI indicativo establecido por la UE
Amoniaco (producto de descomposición)	20	14	50	36	10-23-34-50	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene VLI indicativo establecido por la UE
Carbonato de níquel	-	0,1	-	-	20-40-43	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilizante • Tiene establecidas limitaciones para la comercialización
Cianuro potásico	-	-	5	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Carcinógeno en humanos por vía dérmica
Cianuro sódico	-	-	5	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Carcinógeno en humanos por vía dérmica
Cloruro de hidrógeno	5	7,6	10	15	23-35	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene VLI indicativo establecido por la UE
Niebla como Cu	-	1	-	-	-	-
Cromato de potasio	-	*	-	-	49-46-36/37/38-43-50/53	<ul style="list-style-type: none"> • *Su VLA-ED adoptado es de 0.05mg/m³ • Los conocimientos científicos actuales no permiten identificar niveles de exposición por debajo de los cuales no exista riesgo de que los agentes mutágenos y la mayoría de los cancerígenos produzcan sus efectos característicos sobre la salud. No obstante, se admite la existencia de una relación exposición-probabilidad del efecto que permite deducir que cuanto más baja sea la exposición a estos agentes menor será el riesgo.
Cromato de sodio	-	*	-	-	49-46-21-25-26-37/38-41-43-50/53	<ul style="list-style-type: none"> • Sustancia carcinógena de segunda categoría • Puede considerarse mutagénica para el hombre • Sensibilizante
Cromo VI	-	-	-	-	49-43-50/53	<ul style="list-style-type: none"> • Los conocimientos científicos actuales no permiten identificar niveles de exposición por debajo de los cuales no exista riesgo de que los agentes mutágenos y la mayoría de los cancerígenos produzcan sus efectos característicos sobre la salud. No obstante, se admite la existencia de una relación exposición-probabilidad del efecto que permite deducir que cuanto más baja sea la exposición a estos agentes menor será el riesgo. • Sustancia carcinógena de segunda categoría • Tiene un VLB de 10µg/g de creatinina en orina si la muestra se toma al principio y al final de la jornada laboral y de 30µg/g de creatinina si la muestra se toma al final de la semana laboral. • Tiene establecido un límite de exposición laboral de 10µg/g de creatinina en orina si la muestra se toma al principio y al final de la jornada laboral y de 25µg/g de creatinina si la muestra se toma al final de la semana laboral.
Cromo metal, compuestos inorgánicos de Cr(II) y Cr(III)	*	-	-	-		<ul style="list-style-type: none"> • *Existe un valor límite propuesto por la UE de VLA-ED de 2ppm

Agentes químicos	VLA-ED		VLA-EC		7.1.1 Frases R	7.1.2 Notas
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³		
Dicromato de potasio	-	*	-	-	49-46-21-25-26-37/38-41-43-50/53	<ul style="list-style-type: none"> *Su VLA-ED adoptado es de 0.05mg/m Los conocimientos científicos actuales no permiten identificar niveles de exposición por debajo de los cuales no exista riesgo de que los agentes mutágenos y la mayoría de los cancerígenos produzcan sus efectos característicos sobre la salud. No obstante, se admite la existencia de una relación exposición-probabilidad del efecto que permite deducir que cuanto más baja sea la exposición a estos agentes menor será el riesgo
Dicromato de sodio	-	*	-	-	49-46-8-21-25-26-37/38-41-43-50/53	<ul style="list-style-type: none"> Sustancia carcinógena de segunda categoría Puede considerarse mutágena para el hombre Sensibilizante
Fluoruros inorgánicos, como F ₂ , excepto el hexafluoruro de uranio	-	2,5	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Tiene VLI indicativo establecido por la UE Tiene un VLB de 8mg/l de fluoruros en orina si se toma la muestra al final de la jornada laboral
Hidrógeno (producto de descomposición)	-	-	-	-	52-53	<ul style="list-style-type: none"> Asfixiante simple. Desde el punto de vista fisiológico, el único factor limitador de la concentración viene dado por el oxígeno disponible del aire que debe ser, al menos, del 18%
Hidróxido de potasio	-	-	-	2	22-35	
Hidróxido de sodio	-	-	-	2	35	
Níquel (compuestos solubles)	-	0,1	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Existen limitaciones en su comercialización Sensibilizante
Óxido de dinitrógeno	50	92	-	-	-	
Percloroetileno	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Tiene un VLB de 5ppm de percloroetileno en la fracción final de aire exhalado o de 0.5mg/l de percloroetileno en sangre tomadas las muestras al principio de la última jornada de semana laboral; o también de 3.5 mg/l de ácido tricloroacético en orina al final de la semana laboral.
Plata, compuestos solubles como plata	-	0,1	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Tiene VLI indicativo establecido por la UE
Rodio	-	-	-	-	-	
Sulfato de níquel	-	0,1	-	-	22-40-42/43-50/53	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilizante Existen limitaciones en su comercialización
Tricloroetileno	-	*	-	-	45-36/38-52/53-67	<ul style="list-style-type: none"> * Su VLA-ED adaptado es de 50ppm / 273mg/m³ Tiene VLB
Trióxido de cromo	-	-	-	-	49-8-25-35-43-50/53	<ul style="list-style-type: none"> Los conocimientos científicos actuales no permiten identificar niveles de exposición por debajo de los cuales no exista riesgo de que los agentes mutágenos y la mayoría de los cancerígenos produzcan sus efectos característicos sobre la salud. No obstante, se admite la existencia de una relación exposición-probabilidad del efecto que permite deducir que cuanto más baja sea la exposición a estos agentes menor será el riesgo.

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (<http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm#presenta>)

VLA:Valor Límite Ambiental
VLA-ED:Valor Límite Ambiental de exposición diaria
VLA-EC:Valor Límite Ambiental de corta curación
VLI:Valor Límite Indicativo
VLB:Valor Límite Biológico

El valor límite para los gases y vapores se establece originalmente en ml/m³ (ppm), valor independiente de las variables de temperatura y presión atmosférica, pudiendo también expresarse en mg/m³ para una temperatura de 20 °C y una presión de 101,3 kPa, valor que depende de las citadas variables. La conversión de ppm a mg/m³ se efectúa utilizando la siguiente ecuación:

$$VLA_{\frac{mg}{m^3}} = \frac{(VLA_{ppm}) \cdot (\text{peso molecular del agente químico en gramos})}{24,04}$$

Siendo 24,04 el volumen molar en litros en tales condiciones estándar.

En la transformación de ppm a mg/m³ los valores resultantes se han aproximado a dos cifras significativas si el valor calculado es inferior a 100 y a tres cifras significativas si está por encima de 100

8 Bibliografía

- *Proyecto: Guías de tratamientos galvanicos.* AIMME. 1999.
- *The Canning Handbook, Surface Finishing Technology,* Canning, Chemical Metals Electronics, 23rd Edition.
- *Electroplating Engineering Handbook,* 4th Edition. Lawrence J. Durney.
- *Curso de corta duración sobre Tecnología y Medioambiente en el Sector de Tratamiento de Superficie.* AIMME.
- *Acabado químico y galvanoplástico de los metales.* H. Silman. Ed. José Montesó. 1955.
- *Metals handbook 9th edition. Volume 5. Surface cleaning, finishing and coating.* American Society for Metals. 1989.
- *Environmental Compliance and Pollution Prevention Guide for the Metal Finishing Industry.* New York State. Department of Environmental Conservation. Pollution Prevention Unit. January 2001.
- *Cleaner Technologies Substitutes Assessment (CTSA) in Printed Wiring Board.* Office of Pollution Prevention and Toxics. University of Tennessee. November 2002.
- *Guía técnica para la medición, estimación y cálculo de las emisiones al aire.* Sector de Tratamiento Superficial. Fundación Labein para Ihobe. V.2. Abril 2003.
- *Manual de Minimización en Galvanotecnia.* AIMME. 2000.
- *Ateliers de traitement de surface. Prévention des risques chimiques. Santé et sécurité des personnes.* INRS 1998. Paris.
- *Accidentes graves frecuentes en la manipulación de sustancias peligrosas. Medidas básicas de prevención.* ERGA noticias /4. Número 78 / 2003. INSHT.
- *NTP 265: Tratamientos electrolíticos: riesgos higiénicos.* INSHT.
- *Chromium and you. Chromium can be dangerous are you at risk?* HSE..
- *Nickel and you. Nickel can be dangerous are you at risk?* HSE.
- *Monitoring requirements in the electroplating industry, including electrolytic chromium processes.*
- *Electroplating.* National Occupational Health and Safety Commission. 1989. Australian Government Publishing Service Canberra.
- *Electrical systems in the electroplating industry.* HSE Information sheet. N.º 6.
- *Workplace welfare in the electroplating industry.* HSE information sheet N.º 4.
- *Controlling hazards in the electroplating industry.* Western Australia. May 2000.
- *Guía Técnica de manipulación manual de cargas (INSHT).*
- *Accidentes graves frecuentes en la manipulación de sustancias peligrosas. Medidas básicas de prevención.* INSHT. Notas Prácticas ERGA n.º 78 / 2003

RECUBRIMIENTOS METÁLICOS



Definición del proceso

Consiste en la deposición de una capa metálica sobre una superficie, mediante un proceso de reducción electroquímica.

Esta capa metálica tiene como finalidad dar un acabado decorativo a la pieza, protegerla contra la corrosión o, de forma general, proporcionar unas propiedades físico-químicas diferentes a las del sustrato.

La capa superficial se forma por inmersión de la pieza en un baño que contiene una sal de metal a depositar. El baño está sometido a una reacción electroquímica que reduce el metal de la forma iónica al estado metálico. Esta reacción se provoca en la superficie de la pieza a recubrir por un aporte de electrones, asegurada por un circuito exterior.

La composición de los baños varía según el recubrimiento elegido.

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)



- Cobre: sales cianuradas
- Níquel: sulfatos, cloruros de Ni
- Cromo: cromatos
- Cobre ácido: sulfatos de Cu
- Latón: sales cianuradas
- Plata: sales cianuradas
- Oro: sales cianuradas
- Cinc: sales cianuradas
- Estaño: sulfatos, fluoboratos
- Rodio: sulfatos

Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



OBLIGACIONES

- Seguir de forma rigurosa las indicaciones de las fichas de formulación y análisis de baños.
- Seguir la secuencia determinada y formulación en el procedimiento de trabajo.
- Los baños deben ser preparados por personal especializado.
- Conectar el sistema de aspiración de vapores desprendidos por el baño.
- Comprobar que los recipientes que contengan sustancias químicas están correctamente etiquetados, en particular transvases.
- Atender a las indicaciones del etiquetado y de las fichas de seguridad.
- Los recipientes llenos deberán conservarse cerrados.
- Revisar envases y comprobar que no tienen fugas.
- Examinar la carga antes de manipularla localizando zonas de difícil agarre.
- Comprobar la fijación de las piezas en los bastidores.
- Comprobar que las válvulas están cerradas antes de realizar los procesos de trasiego.
- Verificar que los equipos a emplear (conducciones, cubas, etc.) están perfectamente limpios.
- Comprobar la capacidad de la cuba antes de realizar los trasiegos.
- Los reactivos concentrados (ácidos y bases) se deberán añadir al baño siempre en frío.
- Cerrar válvulas al finalizar los procesos de transvase.
- Adicionar de forma lenta y controlada los reactivos en el baño.
- La adición de materiales al baño será cuidadosa para evitar salpicaduras y/o proyecciones.
- Respetar los tiempos de enjuague y escurrido de piezas. Escurrir las piezas sobre los baños.
- Escurrir los recipientes de toma de muestras antes de salir de la zona de producción.
- Recoger los posibles derrames con la mayor celeridad posible.
- Utilizar las duchas de emergencia y lavaojos en caso de contacto del baño o los productos concentrados con la piel.
- Lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.

PROHIBICIONES

- Prohibido mezclar y/o almacenar sustancias incompatibles entre sí: ácidos concentrados – bases concentradas; cianuro – ácidos, etc.
- Prohibido apilar recipientes que contengan sustancias concentradas (ácidos y bases).
- Prohibido comer, beber o fumar junto a los baños electrolíticos.
- Evitar oler o probar sustancias de composición desconocida.
- Prohibido echar agua sobre los ácidos/bases concentrados.
- Prohibido emplear ácidos concentrados junto con materias combustibles.
- Prohibido utilizar absorbentes orgánicos, como serrín, en la recogida de derrames de ácidos concentrados y sustancias oxidantes (cromo).
- Prohibido acercar objetos metálicos ajenos al proceso a las barras anódicas.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- No almacenar los reactivos cerca de fuegos o superficies calientes.
- No almacenar conjuntamente las sustancias incompatibles entre sí.
- Verificar el estado de los recipientes, incluidas las etiquetas.

ANÁLISIS DE RIESGOS: RECUBRIMIENTOS METÁLICOS

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída en altura	<ul style="list-style-type: none"> - Caída desde escaleras o plataformas elevadas. - Ataque químico de caminos, plataformas o barandillas. 	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Protección perimetral de las superficies de trabajo en altura. - Disponer de plataformas y escaleras que soporten atmósferas húmedas y corrosivas. - Emplear plataformas de tramos o rejilla. - Utilizar escaleras de mano adecuadas a normativa.
Caídas al mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Superficies deslizantes. - Suelos irregulares. - Presencia de obstáculos en el suelo. 	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Emplear plataformas de tramos o rejilla. - Disponer de procedimientos de limpieza periódica. - Escurrir las piezas sobre los baños. - Emplear calzado antideslizante. - Limpiar inmediatamente cualquier fuga o derrame. - Eliminar de las plataformas: grietas, tornillos que sobresalgan, etc.
Golpes, cortes, contusiones	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas de objetos. - Choques con piezas o maquinaria en movimiento. - Presencia de objetos en zonas de paso. - Manipulación de objetos con bordes afilados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Fijación y extracción de piezas. - Utilización del baño. 	<ul style="list-style-type: none"> - Señalizar las vías de circulación. - Señalizar zonas con carga suspendida. - Disponer de sistemas de parada automática de bastidores o cadenas motorizadas. - No sobrepasar la carga máxima en los bastidores. - Protección mediante resguardos mecánicos de las zonas de paso bajo las cargas suspendidas. - Comprobar que las piezas están bien dispuestas en bombos / bastidores. - No apilar ni almacenar materiales en zonas de paso. - Retirar los objetos que obstruyan zonas de paso. - Comprobar sistemas de fijación. - Proporcionar calzado de seguridad. - Proporcionar guantes al fijar las piezas en el bastidor.
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo indebido de cargas. - Procesos manuales. - Manipulación de objetos voluminosos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación de baño. - Fijación / extracción de piezas de bastidores / bombos. - Utilización del baño. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de ayuda auxiliar manual o automática. - Configurar la estación de trabajo de forma que el rango de alturas se encuentre entre las rodillas y los hombros del trabajador en recogida y depósito de piezas. - Disponer de barras de goteos sobre los baños. - Emplear sistemas automáticos para la adición de reactivos. - Emplear contenedores de dimensiones y pesos menores. - Emplear envases seguros y ergonómicamente concebidos. - Formar e informar sobre el manejo de cargas. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes, pausas, etc. - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo para exposiciones prolongadas.
Riesgo eléctrico	Presencia de fluidos conductores y corrosivos, atmósferas húmedas, etc. junto a corriente eléctrica.	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar el sistema eléctrico y sus líneas en cuadros de maniobra. - Realizar mantenimientos preventivos por personal especializado. - Comprobar y revisar empalmes e interruptores. - Disponer de toma de tierra en los equipos. - Evitar aislamientos defectuosos. - Sustituir las piezas corroídas. - Eliminar empalmes provisionales. - Eliminar las juntas provisionales. - Disponer de accesos seguros para realizar las tareas de mantenimiento. - Desconectar la corriente antes de introducir las cestas anódicas.

ANÁLISIS DE RIESGOS: RECUBRIMIENTOS METÁLICOS

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Reacciones intempestivas	<ul style="list-style-type: none"> - Mezcla o contacto de sustancias incompatibles entre sí. - Adición incorrecta de reactivos. - Almacenamiento inadecuado. - Temperaturas elevadas. - Etiquetado deficiente / mala identificación de cubas, muestras, envases de productos químicos. - Descarga incorrecta debido a errores o confusiones durante los transvases. - Reutilización de envases. 	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer en el puesto de trabajo de las fichas de formulación y análisis de baños. - Restringir las tareas de transvase de baños y adición de reactivos a personal autorizado. - Etiquetar de manera comprensible tanques, válvulas, conducciones y recipientes de toma de muestra. - Introducir tapas móviles en baños. - Separar conducciones de drenaje para evitar mezclas de efluentes incompatibles. - Disponer de válvulas de purgado para el vaciado completo de las instalaciones. - Disponer de respiraderos en bidones de reactivos. - Comprobar que los recipientes, equipos, materiales, etc. están limpios y sin restos de anteriores operaciones. - Evitar altas temperaturas y calentamientos excesivos de soluciones. - Manejar con cuidado los ácidos concentrados y la sosa, en especial al mezclarlos con agua. - Enjuagar minuciosamente las piezas, especialmente si se han de introducir sucesivamente en baños incompatibles entre sí. - Optimizar etapas de escurrido. - Aislar los oxidantes (ácido sulfúrico, ácido crómico, cromatos y dicromatos) de la materia orgánica o inflamable. - Realizar la formulación de los baños en cubas auxiliares. - Añadir los reactivos lentamente y con agitación suave. - Limpiar inmediatamente las fugas y los derrames. - Verificar sistemas de medida (pH, etc.) y calibrarlos periódicamente. - Clasificar los productos químicos en el almacén en función de su peligrosidad. - Almacenar los productos químicos en lugar limpio, seco y ordenado. - Los contenedores vacíos de sustancias oxidantes, no deben ser utilizados para almacenamiento. - Evitar fuentes de calor, llamas o chispas eléctricas en la zona de almacén.
Contacto cutáneo y/o ocular	<ul style="list-style-type: none"> - Resto de baño en el interior de piezas, elementos de baños. - Exposición continua a agentes químicos. - Proyecciones, reacciones intempestivas. - Contacto indirecto por ropa sucia, envases en mal estado. - Difícil acceso a equipos o conducciones. - Contacto directo y/o prolongado con agentes químicos (cromo, níquel, ácidos y bases concentrados, etc.). 	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de fichas de baño y reactivos que indiquen condiciones de utilización, riesgos, medidas preventivas, etc. - Disponer de neutralizantes suaves en la zona de trabajo. - Disponer de planos de línea que indiquen posición de cubas, extractores, etc. - Regular la entrada y salida de bastidores en los baños. - Dotar de EPI (guantes, mandiles, botas). - Disponer de duchas de emergencia y lavaojos en los lugares próximos a los baños. - Disponer de taquillas dobles para separar la ropa de trabajo de la ropa de calle. - Mantener normas de higiene adecuada. - Dotar cubetos para vaciar el líquido retenido en elementos como válvulas, etc.

ANÁLISIS DE RIESGOS: RECUBRIMIENTOS METÁLICOS

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Fugas / derrames / proyecciones de baños	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento inadecuado de cubas de baños. - Goteo / arrastre de piezas o recipientes de tomas de muestras a la entrada o salida de los baños. - Salida o entrada brusca en el baño de piezas / recipientes de toma de muestras / ánodos. - Caída de piezas en el interior del baño. - Adición brusca de reactivos en el baño. - Velocidad de transvase elevada. - Rotura de válvulas. - Presión residual de líquido en válvulas o en conducciones de transporte. - Envases en mal estado. - Manipulación incorrecta de envases. - Apilamientos inestables de envases de reactivo. - Desbordamiento de cubas. 	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Las cubas deben tener una resistencia química y mecánica compatible con el líquido a contener. - Disponer de rebosaderos y contenedores de seguridad en cubas dirigidos a desagües. - Los niveles deben estar visibles. - Conectar los niveles a alarmas o sistemas de parada automática de bombas. - Disponer de sistemas antirretorno en tubos de vaciado y adición de reactivos. - Los desagües deben permitir una rápida evacuación de las fugas. - Emplear cubetas de retención en los baños. - Llenar los recipientes por el fondo. - Inspeccionar las cubas periódicamente para comprobar que no hay poros, fisuras o grietas. - La altura libre de la cuba debe ser superior a 20 cm. - Dotar de sistemas automáticos de adición de reactivos. - Evitar tuberías flexibles para el transvase de reactivos o baños. - Proteger las válvulas y conducciones contra choques. - Facilitar el acceso a la cuba para la colocación de ánodos. - Facilitar la extracción de cestas anódicas. - Disponer de instrucciones específicas para la recogida de fugas y derrames. - Disponer de material absorbente para la recogida inmediata de fugas. - Realizar mantenimientos preventivos periódicos de cubas, válvulas, bombas, etc. - Controlar los envases plásticos frente a su deterioro, no exponerlos a la luz solar. - Emplear envases de vidrio sólo para pequeñas cantidades. - Cerrar los envases de reactivos cuando no se estén utilizando. - Introducir recipientes debajo de válvulas para la recogida de posibles goteos. - Emplear bombas fijas para operaciones habituales de trasiego.
Ingestión de productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Directo a través de una proyección, ingestión de polvo o nieblas. - Indirecto: manos sucias, ropa u objetos contaminados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización del baño. - Almacenamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño. - Disponer de neutralizantes de los productos tóxicos que se emplean en la empresa. - Promover el etiquetado de los transvases. - Evitar oler o probar sustancias de composición desconocida. - No comer, beber ni fumar en la zona de producción ni en el almacén. - No almacenar comida o bebida en la zona de almacén de productos químicos. - Limitar el acceso al almacén a personal autorizado.
Golpes, cortes, contusiones	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas de objetos. - Choques con piezas o maquinaria en movimiento. - Presencia de objetos en zonas de paso. - Manipulación de objetos con bordes afilados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Fijación y extracción de piezas. - Utilización del baño. 	<ul style="list-style-type: none"> - Señalizar las vías de circulación. - Señalizar zonas con carga suspendida. - Disponer de sistemas de parada automática de bastidores o cadenas motorizadas. - No sobrepasar la carga máxima en los bastidores. - Protección mediante resguardos mecánicos de las zonas de paso bajo las cargas suspendidas. - Comprobar que las piezas están bien dispuestas en bombos / bastidores. - No apilar ni almacenar materiales en zonas de paso. - Retirar los objetos que obstruyan zonas de paso. - Comprobar sistemas de fijación. - Proporcionar calzado de seguridad. - Proporcionar guantes al fijar las piezas en el bastidor.

ANÁLISIS DE RIESGOS: RECUBRIMIENTOS METÁLICOS

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Inhalación de sustancias químicas	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulación de sustancias químicas concentradas. - Presencia de operarios en la proximidad de líneas de tratamiento. - Baños que trabajan en caliente. - Nieblas de baños con níquel o cromo. - Mala ventilación. - Arrastre de partículas de baño por cadenas motorizadas. - Emanación de sustancias durante la transferencia de baños. - Trabajo en espacios confinados. 	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de fichas de seguridad de los productos utilizados. - Valorar aislamiento del proceso automatizado. - Aislamiento de los procesos cuando no estén en funcionamiento (tapas). - Disponer de sistemas de extracción localizada de gases, nieblas o vapores. - Introducir supresores físicos o químicos de nieblas en los baños. - Utilizar sistemas de dosificación mecánica. - Dejar una altura libre de la cuba de al menos 20 cm para optimizar la aspiración. - Sustituir agitación por aire por agitación mecánica. - Valorar la instalación de sistemas de detección de gases tóxicos. - Instalar dispositivos de ventilación en cubas o recipientes de almacenamiento. - Control periódico de mediciones ambientales. - Utilización de EPI (mascarillas). - Introducir dispositivos de toma de muestras. - Elaborar instrucción de trabajo y dotar de medios para trabajos en espacios confinados.
Explosiones	<ul style="list-style-type: none"> - Desprendimiento de hidrógeno en los cátodos. - Retención de gases en la superficie del baño. 	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Alejar los procesos de recubrimientos metálicos de focos de calor y/o chispas. - Evitar la formación de chispas a la entrada o salida del baño. - Señalizar la prohibición de generar puntos de ignición.
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de líquido por debajo de los sistemas de calefacción. - Reacción de oxidantes con materia orgánica. - Manipulación inadecuada de oxidantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización del baño. - Almacenamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar detectores de nivel que desactiven los calentadores. - No utilizar serrín en la recogida de derrames. - Almacenar de forma separada los productos que sean incompatibles entre sí. - Disponer de equipos de extinción de incendios y primeros auxilios. - Evitar altas temperaturas en el almacén.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE RECUBRIMIENTOS METÁLICOS POR ELECTRODEPOSICIÓN

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A Lugares de trabajo	
1. La zona de paso está limpia y ordenada, libre de obstáculos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. Los materiales de construcción de la instalación y elementos auxiliares son resistentes al ataque de productos corrosivos y se encuentran en buen estado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. En caso de fugas y derrames se siguen las instrucciones de orden y limpieza.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. Las vías de paso están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. Se dispone de suelo antideslizante, o plataformas de tramos o rejilla para minimizar el contacto con suelos resbaladizos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
6. Está controlado el riesgo de caída sobre la cuba (altura de la propia cuba, barandillas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. En caso de plataformas en altura, se dispone de medios para evitar riesgo de caída en altura (barandillas, listón intermedio, rodapiés...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B Equipos de trabajo/instalaciones	
8. Se dispone de un plan de la línea en la zona de producción indicando las cubas existentes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. Las instalaciones automáticas de alimentación y transporte de piezas disponen de dispositivos de seguridad / resguardos que impiden el acceso en la zona de movimiento de bastidores o detienen el movimiento peligroso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. Las instalaciones automáticas disponen de sistemas de parada de emergencia en zonas accesibles desde el puesto de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. Los sistemas automáticos / semiautomáticos disponen de manual de instrucciones de los equipos de mantenimiento (puente grúa, polipastos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. El operario conoce el funcionamiento de los equipos de mantenimiento y los utiliza correctamente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. Está señalizado el riesgo de cargas suspendidas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. Se dispone y se utilizan escaleras de mano en condiciones adecuadas (sin peldaños rotos, con apoyos antideslizantes, estructura resistente, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

17. La instalación está adecuada a lo dispuesto para locales con riesgo de corrosión en la Instrucción Técnica Complementaria 30 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 30).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
18. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Se observa que los bastidores y sistemas de fijación están en correcto estado y se inspeccionan antes de su uso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. En procedimientos manuales se dispone de barras de goteos sobre los baños.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. Las cubas y su interior están diseñados para resistir química y mecánicamente los productos que contienen.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. Las cubas disponen de rebosaderos para evitar desbordamientos dirigidos a desagües.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Las cubas de baños disponen de cubetos de retención para la recogida de fugas y/o derrames.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Las cubas de baños disponen de tapas móviles para aislar el proceso cuando no se esté utilizando.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Las cubas de baños están identificadas y etiquetadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
26. Los desagües están separados para evitar mezclas entre corrientes incompatibles (cianuros – ácidos concentrados, ácidos concentrados – bases concentradas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. Los desagües permiten una rápida evacuación de las fugas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Se dispone de válvulas antirretorno, en particular en tubos de vaciado, sistemas de adición de reactivos, cubas de transferencia.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. Las cubas de baños y enjuagues (incluidas las de transferencia) disponen de indicadores de nivel de líquido visibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. Existen detectores de nivel (alarma, o dispositivos de parada) para controlar la entrada de agua y reactivos a las cubas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
31. Se respeta la altura libre de las cubas para evitar desbordamientos (desde la superficie del líquido hasta el extremo de la cuba).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. En los sistemas de llenado / vaciado se dispone de tuberías fijas preferentemente a tuberías flexibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Las válvulas y condiciones están protegidas contra choques.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
C Sustancias químicas	
36. Se dispone de las fichas de seguridad actualizadas de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Se dispone de las fichas de baños donde se indican las operaciones a efectuar y el tratamiento a realizar (formulación, condiciones de trabajo, mantenimiento, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. Se comprueba que las instalaciones están limpias antes y después del proceso con sustancias químicas (cubas, conducciones...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
39. Se conocen las incompatibilidades químicas entre productos (ácidos concentrados – agua, bases concentradas – agua, ácidos concentrados – bases concentradas, cromo hexavalente – sustancias orgánicas, cianuros – ácidos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Se ha informado a los trabajadores sobre los riesgos en la manipulación de las sustancias peligrosas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

41. Están suficientemente identificados y correctamente etiquetados los envases de todos los productos peligrosos, incluyendo los recipientes empleados en los transvases.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
42. Los envases de vidrio se emplean sólo para pequeñas cantidades.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Se revisan los envases de sustancias peligrosas para detectar fugas, cambios de color, porosidades, abolladuras, grietas...	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. Los envases se mantienen cerrados cuando no se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. Se libera periódicamente la presión de vapor en los envases de productos ácidos (apertura periódica).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. Se dispone de sistemas de dosificación mecánica para el manejo y transvase de reactivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
47. Se cierran las bombas y sus válvulas asociadas cuando finaliza el proceso de transvase de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. Se dispone de sistemas de retención con capacidad suficiente para contener fugas o derrames de sustancias peligrosas en los envases de reactivos (cubetos, recipientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
49. Se dispone de instrucciones y medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas, y se aplica.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
50. Se dispone de disoluciones ácidas / básicas débiles para neutralización de salpicaduras o proyecciones de baño básico / ácido concentrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
51. Existen duchas y fuentes lavaojos próximas a los lugares donde existe el riesgo de proyección de líquidos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
52. Se dispone de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
53. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. El trabajador se cambia de ropa al final de la jornada y dispone de taquillas o compartimentos para tener separada la ropa de calle de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
D  Incendio/explosión	
55. Está prohibido fumar (señalizado) en zonas de baños (emisión de hidrógeno en baños ácidos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. Los procesos de recubrimientos metálicos, especialmente aquellos en los que exista desprendimiento de hidrógeno, están separados de cualquier fuente de ignición (chispas producidas por equipos, superficies calientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
57. Existen medios de extinción (extintores, BIE) en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida, en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
58. Existen detectores de nivel bajo que detengan los calentadores en caso de descenso de nivel de baño.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
59. Se dispone de medios alternativos al uso del serrín para la recogida de derrames crómicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
E  Condiciones ambientales	
60. Los procesos automáticos están encerrados para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
61. En los procesos semiautomáticos o manuales, se tapan las cubas que no se están utilizando para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
62. Existe extracción localizada eficaz en los focos de emisión de gases, vapores o nieblas (limpio y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

63. Existe un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
64. Se realiza un control periódico de la concentración ambiental de contaminantes (gases, vapores, nieblas, metales) presentes en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
65. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
66. Se plantea la sustitución de procesos que utilicen cromo hexavalente por procesos que utilicen cromo trivalente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
67. Se plantea la sustitución de procesos que utilicen cianuro por procesos alcalinos exentos de cianuro.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
68. Está señalizado y se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
69. Existen procedimientos escritos y medios técnicos para el trabajo en espacios confinados (reparación y mantenimiento de cubas de gran tamaño, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

F Equipos de protección individual

70. Se dispone de guantes impermeables con características resistentes a productos corrosivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
71. En la manipulación manual de las piezas se utilizan guantes resistentes a los cortes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
72. Se dispone de gafas de seguridad o pantallas faciales en operaciones que puedan generar salpicaduras (transvases, introducción manual de bastidores...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
73. Se dispone de calzado de seguridad impermeable con características antideslizantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
74. Se dispone de ropa impermeable (mandil).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
75. En la formulación o transvase de reactivos concentrados se dispone de equipos de protección respiratoria de vapores inorgánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
76. En la formulación o transvase de reactivos sólidos se dispone de equipos de protección respiratoria contra partícula.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
77. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
78. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
79. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
80. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
81. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

82. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
83. Durante la fijación / extracción de piezas en bastidores, perchas..., el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los nudillos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
84. Durante la adición de reactivos, alimentación de piezas a granel en bombos, cestas... la altura de trabajo se encuentra a nivel de los codos del trabajador (es recomendable que se encuentre ligeramente por debajo del nivel de los codos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

85. No se cargan ni descargan manualmente bastidores / bombos alejados del borde de la cuba (rango recomendado hasta 25 cm, no superar los 60 cm).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
86. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
87. Las cargas o materiales se recogen o depositan desde la zona de ubicación en un rango de alturas comprendidas entre la altura de las rodillas y los hombros del trabajador.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
88. Se trasvasan los reactivos concentrados mediante bombas, evitando en la medida de lo posible el volcado directo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
89. En procesos manuales se dispone de barras de goteos para facilitar el escurrido de las piezas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
90. Se ha establecido un programa de formación sobre el correcto manejo de cargas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
91. En las manipulaciones se evitan las posturas forzadas continuadas de muñeca.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
92. El ancho de las plataformas es de unos 60 cm.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
H Almacenamiento	
93. Los espacios previstos para almacenamiento de los productos químicos tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
94. Se controla que los productos químicos (especialmente ácidos – bases concentradas) no se almacenen en zonas que puedan entrar en contacto con el agua.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
95. Los productos químicos se protegen frente a variaciones de temperatura y se mantienen alejados de fuentes de luz y calor.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
96. Se tienen en cuenta las condiciones de almacenamiento establecidas en las Instrucción Técnica Complementaria APQ 6 (Almacenamiento de líquidos corrosivos), APQ 7 (Almacenamiento de líquidos tóxicos) del Reglamento de almacenamiento de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
97. Se almacenan productos químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles (ácidos concentrados – agua, bases concentradas – agua, ácidos concentrados – bases concentradas, cromo hexavalente – sustancias orgánicas, cianuros – ácidos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
98. Está correctamente ventilada el área de almacenamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
99. Se limita la altura de apilamiento de los contenedores de piezas para asegurar la estabilidad del conjunto.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
100. Se tienen en cuenta las condiciones de almacenamiento establecidas en el Reglamento de almacenamiento de productos químicos en lo referente a los sólidos tóxicos, comburentes. R.D. 379/2001.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
101 Se limita el acceso sólo a personal autorizado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>



Anodizado

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

1.- Proceso de anodizado

2.- Métodos de aplicación

- Bastidor
- En masa

3.- Equipamiento

- Cubas
- Cátodos
- Temperatura
- Agitación
- Requisitos de corriente

4.- Tareas relacionadas con el proceso de anodizado

- 4.1.- Formulación del baño de anodizado
- 4.2.- Fijación de piezas en bastidores / llenado de bombos
- 4.3.- Utilización del baño
- 4.4.- Mantenimiento del baño
- 4.5.- Mantenimiento de elementos auxiliares

5.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

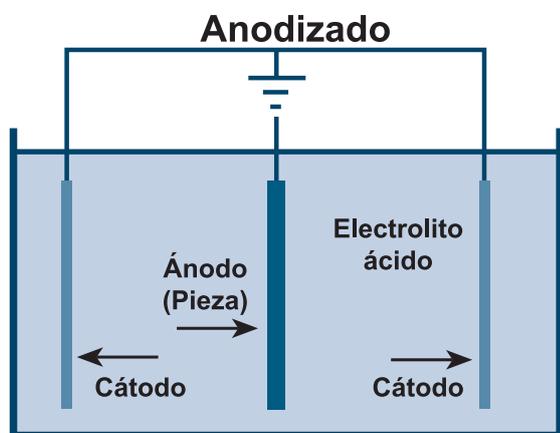
- Caídas en altura
- Caídas de personas al mismo nivel
- Cortes y/o golpes con las piezas / bastidores
- Caída de objetos desprendidos
- Sobreesfuerzos
- Riesgo eléctrico
- Reacciones intempestivas
- Fugas, derrames
- Proyecciones
- Contacto cutáneo / ocular
- Inhalación de sustancias químicas
- Ingestión de productos químicos
- Explosiones

6.- Bibliografía

FICHA INFORMATIVA
FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de anodizado

El anodizado es un proceso electrolítico que consiste en la creación de una capa de protección mediante la oxidación de la superficie del metal base. En este proceso la pieza actúa de ánodo en la celda electrolítica. A nivel industrial el metal más tratado por este proceso es el aluminio.



El aluminio se cubre de forma natural de una capa protectora de óxido con estructura amorfa. El proceso de anodizado permite la formación de una capa cristalina y transparente de óxido (alúmina) que confiere al metal base una protección uniforme y duradera.

Las capas anódicas obtenidas en el proceso de anodizado son de mayor espesor que la natural, y presentan estas propiedades:

- Mayor resistencia a la corrosión
- Mejora de la resistencia a la abrasión
- Constituye una base excelente para una posterior coloración.

Para el anodizado se utilizan baños ácidos, generalmente de sulfúrico y menos frecuentemente de ácidos oxálico, crómico o fosfórico.

La naturaleza del film depositado se controla por el electrolito y las condiciones empleadas. Si el óxido no es soluble en el electrolito, puede crecer hasta que la resistencia eléctrica de la capa sea tan elevada que impida el paso de la corriente. El resultado es una capa delgada, adherente, no porosa y no conductora.

Si el óxido es ligeramente soluble en el electrolito, se obtienen capas de anodizado porosas. En este caso, la capa crece bajo la influencia de la corriente aplicada, y se disuelve al mismo tiempo, favoreciendo el crecimiento de los poros.

A continuación se presenta en forma de tabla los tipos de anodizado más empleados y los reactivos químicos empleados.

Tipo de proceso	Composición electrolito	Densidad de corriente A/dm ²	Voltaje V	Temperatura (° C)
Ácido crómico	CrO ₃	0,1 - 0,5	En función de la densidad de corriente y la temperatura	35 – 40
Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄	1 - 2		18 – 21
Ácido sulfúrico (anodizado duro)	H ₂ SO ₄	2 - 5		30
Ácido oxálico	(COOH) ₂	1 - 2		23 – 25
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄			20 – 30
Ácido bórico	H ₃ BO ₃			

El espesor de la capa formada varía según el tipo anodizado empleado y el destino final del producto.

2 Métodos de aplicación

El anodizado se aplica normalmente por inmersión. En función del tamaño y las características de las piezas, se pueden tratar en bastidor o en masa.

Bastidor

Se emplea para anodizar grandes perfiles de aluminio; las piezas normalmente van montadas en bastidores de aluminio o titanio, lo que permite transportarlas entre los distintos tanques y al tiempo asegurar un buen contacto eléctrico.



En masa

Se emplea para el anodizado de piezas pequeñas y de formas irregulares. En este caso las piezas se introducen en bombos o en cestas perforadas fabricadas en aluminio o titanio.

3 Equipamiento

Cubas

Las cubas se pueden construir con una amplia variedad de materiales como acero inoxidable, obra civil, o plástico.

Cátodos

Los cátodos pueden ser de aluminio, plomo o acero inoxidable. La relación ánodo / cátodo es muy importante, ya que afecta a la densidad de corriente disponible y al rendimiento anódico, influyendo en la distribución de corriente y en la velocidad de formación de la capa anódica.

Temperatura

La temperatura es uno de los factores que más influyen en las propiedades de la capa anódica y debe ser controlada para obtener una calidad constante.

Agitación

Se requiere para evitar temperaturas localmente intensas. Se puede emplear agitación por aire o mecánica mediante movimiento de las piezas o por recirculación del baño mediante eyectores.

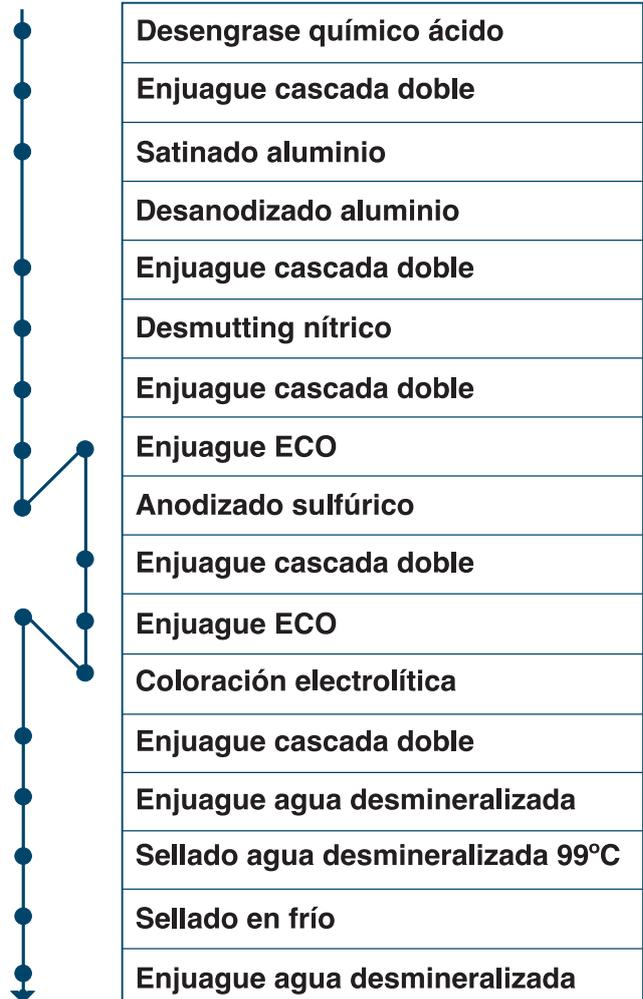
Los principales requisitos de los sistemas de agitación son que sean adecuados y no introduzcan materiales extraños en la disolución.

Con sistemas de agitación por aire se deben emplear turbinas, ya que el uso de compresores es muy comprometido incluso utilizando filtros múltiples.

Requisitos de corriente

Se requiere aplicación directa de corriente rectificadora en todos los procesos. Pueden ser utilizados sistemas de corriente pulsante.

A continuación se presenta un diagrama con un ejemplo de un proceso completo de anodizado con todas las cubas y la secuencia de introducción de piezas:



4 Tareas relacionadas con el proceso de anodizado

4.1 Formulación del baño de anodizado

Consiste en la preparación de las disoluciones de los productos químicos que formarán parte del baño. En primer lugar se adiciona el agua. Posteriormente se añade el ácido concentrado, y finalmente se añaden los aditivos necesarios. Para facilitar su disolución puede aplicarse agitación o calor o ambos procedimientos.

El proceso de adición de reactivos puede ser manual o automático a través de bombas y conducciones.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Proyecciones
- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular
- Sobreesfuerzos
- Fugas, derrames.

4.2 Fijación de piezas en bastidores / llenado de bombos

Consiste en la disposición de las piezas a anodizar en el interior de los bombos o enganchados en los bastidores.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Contacto cutáneo u ocular
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes.

4.3 Utilización del baño

Consiste en la entrada y salida de piezas del baño y la transferencia de piezas entre baños y enjuagues.

Este proceso suele ser automático debido a las características de las piezas a anodizar.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Explosiones
- Caídas en altura
- Caídas al mismo nivel
- Proyecciones
- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular
- Ingestión
- Golpes y cortes.

4.4 Mantenimiento del baño

Para que el baño funcione de forma adecuada, es necesario que todos los parámetros de formulación estén dentro de unos intervalos. Para ello deben realizarse controles periódicos del: nivel de baño, ajustes de concentración, añadido de aditivos, compensación de pérdidas por evaporación, arrastre, etc. Normalmente se realiza una toma de muestra periódica y se analizan los componentes principales del baño; en función de los resultados se añaden o compensan los reactivos necesarios. Una práctica habitual es el purgado de una fracción de volumen de baño y la reposición del volumen de ácido necesario.

Las tareas de mantenimiento del baño también consisten en el vaciado o purgado del baño por gravedad o bombeo y su disposición en otro lugar (sistema de depuración gestión, etc.). Esta operación se realiza con el fin de limpiar depósitos, recoger piezas del fondo para retirar el baño agotado o reponer ácido para mantener su concentración nominal.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Proyecciones
- Reacciones intempestivas
- Sobreesfuerzos
- Fugas y derrames
- Contacto ocular
- Inhalación.

4.5 Mantenimiento de elementos auxiliares

Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones facilitan que todos los elementos y accesorios se encuentren en perfecto estado, con el fin de que el proceso se desarrolle de la forma más eficaz. Entre otras tareas podemos destacar: limpieza de boquillas de aspersores; limpieza de sistemas de aspersión; limpieza de tanques; revisión y/o limpieza de sistemas de extracción; revisión – limpieza – reparación de bombas; revisión – limpieza – reparación de campanas extractoras; limpieza de incrustaciones de elementos fijos y móviles: conducciones, resistencias, válvulas; mantenimiento de instalaciones: rectificadores, serpentines, etc.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Proyecciones
- Reacciones intempestivas
- Contacto cutáneo u ocular
- Inhalación de productos químicos
- Fugas y derrames.

5 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Caídas en altura

Debido a las dimensiones de los materiales a anodizar, las instalaciones pueden presentar unas dimensiones considerables, con plataformas en altura. El riesgo de caída en altura puede tener su origen en la caída desde plataformas en altura por falta de protección perimetral cuando se trabaja en instalaciones elevadas del suelo. La atmósfera corrosiva de los baños puede atacar químicamente las estructuras de las vías de paso, plataformas, barandillas, e incluso de la propia nave, reduciendo su resistencia.

Algunas de las medidas preventivas, según lo indicado en el R.D. 486/97 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, son:

- Disponer de protección perimetral en las zonas de trabajo y de paso cuya altura sea superior a dos metros mediante barandillas de una altura mínima de 90 cm con listones horizontales intermedios, a una separación máxima de 50 cm y rodapiés de 10 cm de altura.
- Para el acceso regular a las plataformas se precisa de escaleras fijas, que deben tener una anchura mínima de 1 metro. Los peldaños de la escalera tendrán las mismas dimensiones. Los escalones tendrán una huella comprendida entre 23 y 36 centímetros, y una contrahuella entre 13 y 20 centímetros.
- Tanto las plataformas como las escaleras deberán ser de superficies antideslizantes. Si son pavimentos perforados, la abertura máxima de los intersticios será de 8 milímetros.



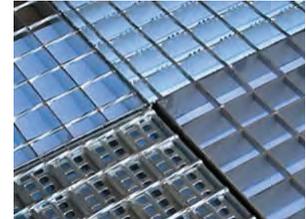
- Disponer de estructuras de plataformas, escaleras, etc. con materiales adecuados que resistan una atmósfera húmeda y corrosiva. Revisar periódicamente el estado de las estructuras.

Caídas de personas al mismo nivel

Pueden tener su origen en los suelos deslizantes como consecuencia del goteo de baño procedente de las piezas al salir o entrar del baño de anodizado. También pueden deberse a suelos irregulares.

Para prevenir este riesgo:

- Determinar un tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos.
- Utilizar calzado impermeable con suelas de característica antideslizante. Señalizar su uso obligatorio de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Emplear suelos antideslizantes o plataformas de tramos o rejilla que eviten que los trabajadores entren en contacto con superficies resbaladizas.
- Disponer un procedimiento de limpieza periódica. Limpiar inmediatamente las fugas o derrames para evitar charcos o suelos húmedos.
- Las plataformas deben estar libres de grietas, orificios, tornillos que sobresalgan...



Cortes y/o golpes con las piezas / bastidores

Los cortes se pueden producir debido a que las piezas, bastidores o bombos pueden tener aristas o filos que pueden herir al operario durante el proceso de manipulación. Los golpes se pueden producir debido a la existencia de personas en la trayectoria de movimiento de los bastidores, o a tropiezos con materiales en zonas de paso.

Para evitar o minimizar el riesgo de cortes:

- Examinar la carga antes de manipularla tratando de localizar zonas que puedan resultar peligrosas en el momento de su agarre (aristas, bordes afilados, etc.).
- Utilizar guantes de seguridad anticorte marcado “CE” al colocar las piezas en los sistemas de fijación. Señalizar su uso obligatorio en el puesto de trabajo y/o en el propio equipo.

Para evitar o minimizar el riesgo de golpes debido a la presencia de personas en la trayectoria de movimiento de los bastidores:

- Limitar el acceso de personal no autorizado en la zona de trabajo. Señalizar.
- Proteger mediante resguardos mecánicos y/o con sistemas de detección de presencia las zonas de movimiento automático en que pudieran interaccionar con personas.
- Emplear sistemas de parada de emergencia (cables o pulsadores) para detener el movimiento de equipos mecánicos de transporte de piezas.
- Comprobar que los sistemas de fijación de bastidores y piezas se emplean correctamente conforme a los criterios de seguridad.
- Delimitar vías de paso de personas.



Para evitar o minimizar el riesgo de tropiezo con materiales en zonas de paso:

- No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo. Retirar los objetos que obstruyan estas zonas. Orden y limpieza.

Caída de objetos desprendidos

Puede producirse una caída de las piezas debido principalmente a la insuficiente fijación de las mismas a los sistemas de elevación y transporte mecánico.

Para evitar o minimizar este riesgo:

- La estructura los equipos mecánicos de transporte deberá estar calculada en función de la masa de la carga a transportar.
- Los sistemas de fijación deberán estar diseñados para las piezas a transportar.
- Señalización de riesgo de cargas suspendidas en las zonas de entrada y salida de la instalación de anodizado.

Algunas condiciones a tener en cuenta durante la utilización son:

- Comprobar que las piezas están correctamente dispuestas en los sistemas de fijación para evitar riesgos de colisión y caídas.
- Las cargas deben ser siempre elevadas en vertical.
- En el caso de accionamiento manual, no debe abandonarse el mando de la carga mientras exista carga suspendida.
- Se debe evitar que la carga sobrevuele a personas.
- Utilización de calzado de seguridad certificado “CE”. Señalizar su uso obligatorio.

Por lo que respecta a las verificaciones de los equipos de elevación:

- Comprobar periódicamente los sistemas de parada de los equipos de elevación.
- Comprobar periódicamente los pestillos de seguridad.
- Verificar el desgaste de las partes móviles.
- Se deberán sustituir los elementos de fijación cuando se observe cualquier alteración debida a condiciones ambientales y/o de utilización.

Sobreesfuerzos

Se producen por un manejo indebido de cargas. Esta operación es especialmente importante si el manejo de cargas se realiza de forma manual.

En general, para cualquier tipo de operación:

- Se dispondrá de ayuda auxiliar manual o automática cuando la carga a manejar (bidones, sacos de reactivos) sea importante. La Guía del R.D 487/97 sobre manejo manual de cargas elaborada por el INSHT establece el peso máximo de la carga a manipular de forma continua en 25 kg, siempre que las condiciones sean ideales (sin giros de tronco, carga próxima al cuerpo, agarre adecuado, etc.) y recomienda no superar los 15 kg. En caso de superar este peso o en manipulaciones complicadas se debe realizar la manipulación con medios mecánicos o con la ayuda de otros trabajadores.
- Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas.
- Organización del trabajo: alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes, pausas, etc.
- En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a manejo de cargas o posturas forzadas, etc., se precisa una valoración específica de la carga física del puesto de trabajo.

Por lo que respecta a la adición de reactivos:

- Es recomendable el uso de sistemas automáticos de carga y descarga mediante bombeo.
- Utilizar en lo posible recipientes de dimensiones y pesos menores, para facilitar su transporte y manipulación.

Por lo que respecta al transporte de piezas a anodizar:

- En caso de transporte de material, cajas, piezas, cubas, bidones, etc. hasta la línea de cubas, es recomendable hacer uso de las ayudas mecánicas siempre que sea posible (carros, transpaletas, carretillas, etc.), evitando exceder la carga máxima y colocándola de forma equilibrada antes de proceder a su transporte. La carga debe fijarse a los medios transporte y entre sí mediante flejes, cinchas o elementos auxiliares cuando sea necesario para asegurar su estabilidad.
- Para reducir la tensión o el sobreesfuerzo asociado al levantamiento de cargas pesadas la estación de trabajo debería estar configurada de forma que el rango de alturas se encuentre entre la altura de las rodillas (preferiblemente de los nudillos) y la altura de los hombros del trabajador, regulando la altura de trabajo mediante el equipo de elevación.
- Minimizar las posturas forzadas de extremidades superiores (especialmente brazos por encima del hombro) durante la fijación de las piezas.
- En el caso de piezas largas o voluminosas, realizar el trabajo de carga y descarga entre dos personas.

Riesgo eléctrico

El proceso de anodizado es un proceso electrolítico en el que la pieza actúa de ánodo en la celda electrolítica. Esto implica la utilización de corriente continua, por lo que existe un riesgo de descarga. También puede producirse un riesgo eléctrico en todos aquellos equipos auxiliares al proceso: sistemas de agitación, compresores, rectificadores, calentadores, bombas, filtros, sistemas de elevación, transporte y manipulación etc.

El anodizado emplea fluidos conductores y corrosivos y la atmósfera normalmente suele ser húmeda y cargada con niebla corrosiva. La combinación de electricidad, agua, humedad y condiciones corrosivas genera un riesgo elevado. Los riesgos más importantes que nos podemos encontrar son: choque eléctrico, quemaduras eléctricas, explosiones eléctricas, arco eléctrico, etc.

También puede existir un riesgo de puente eléctrico entre barras de polaridad opuesta.

- Para realizar una prevención eficaz de los riesgos se debe conocer e identificar el sistema eléctrico y sus conexiones, lo que incluye los equipos, el suministro eléctrico, los interruptores y el sistema de distribución.
- Se debe realizar un mantenimiento preventivo adecuado, que comprenda una inspección física y un examen del sistema y de los equipos (rectificadores, transformadores, calentadores por inmersión...). Una inspección adecuada identificará problemas y áreas del sistema y equipos que necesiten atención, así como un programa de reparaciones prioritarias e inmediatas; cuanto mayor sea el riesgo, mayor será la prioridad.
- Los equipos y los calentadores eléctricos deben tener toma de tierra.
- Se deben evitar los aislamientos defectuosos, deficientes o deteriorados.
- Se debe comprobar que los empalmes de cables tengan la protección adecuada.
- No deben existir enchufes o interruptores rotos.
- Se deben sustituir las piezas que estén corroídas.
- La instalación eléctrica debe estar realizada y ser mantenida por personal competente y debe ser adecuada para atmósferas corrosivas. Se debe respetar lo dispuesto para locales con riesgo de corrosión según lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria 30 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 30).
- No deben existir juntas provisionales en los conductores.
- Debe existir un acceso seguro al equipo para facilitar las tareas de mantenimiento.
- Comunicar cualquier desperfecto o deterioro de la instalación.

Reacciones intempestivas

Pueden tener su origen en una mezcla de productos incompatibles, aunque también pueden aparecer por una secuencia de mezclado incorrecta. Ejemplo: reacción ácido concentrado – base concentrada; o en explosiones por acumulación de hidrógeno y chispa eléctrica...

- Sólo el personal autorizado y que conozca las reglas de seguridad correspondientes a la manipulación de productos químicos debe realizar las adiciones de los reactivos químicos al baño de anodizado.
- Los baños deberán tener una ficha de baño, con indicaciones necesarias para su formulación, establecimiento de las condiciones de trabajo (temperatura, etc.), análisis, establecida por los proveedores de los productos, donde se indicarán las operaciones a efectuar y los tratamientos a realizar.
- Se deberán seguir cuidadosamente los procedimientos de formulación del baño (añadir siempre el ácido al agua, añadir el ácido en frío, no calentar hasta que se haya disuelto el ácido, etc.).
- Se deben leer y comprender las fichas de seguridad de los productos químicos antes de iniciar el proceso.
- Conocer las incompatibilidades entre los productos utilizados.
- Se deberá comprobar que todos los equipos a emplear están perfectamente limpios y sin restos de productos de anteriores operaciones.
- Emplear sistemas de extracción para evitar la acumulación de gases reactivos (hidrógeno).
- Los ácidos concentrados deben ser almacenados conjuntamente y alejados de sales cianuradas y / o básicas.
- El ácido sulfúrico concentrado no debe entrar en contacto con sustancias orgánicas.
- Los drenajes de la línea de anodizado deben construirse de forma que los desagües eviten el mezclado de efluentes incompatibles (efluentes concentrados ácidos / alcalinos).

No obstante lo anterior, se deberá tener en cuenta, en el almacenamiento de sustancias químicas, lo indicado en el Real Decreto 379/2001, Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias, en particular la MIE-APQ-6, Almacenamiento de líquidos corrosivos.

Fugas, derrames

Se pueden originar en la adición o el trasiego de productos, cuando la capacidad de la cuba es inferior al volumen de líquido que puede contener. También pueden producirse por golpes o tropiezos con recipientes abiertos. Durante la utilización del baño también se pueden producir fugas o derrames cuando el volumen de la carga (piezas) es superior al preceptivo.

Pueden producirse fugas o derrames por presencia de poros, grietas o fisuras de las cubas que contienen los baños, debido, por ejemplo, a un mantenimiento inadecuado de las mismas.

Algunas condiciones a tener en cuenta en relación con la instalación son:

- Las cubas y su recubrimiento interior deben tener una resistencia química y mecánica adecuadas y compatibles con los productos que van a contener (consultar ficha del baño según proveedor).
- Las cubas deberán tener rebosaderos y contenedores de seguridad para recogida de fugas y/o derrames.
- Los niveles deben estar visibles y, en caso de trasiego automático, deben existir detectores de nivel alto para cortar la entrada de agua y de reactivos, incluidas las cubas móviles para transferencias.
- Comprobar los tanques de almacenamiento de reactivos y las conducciones de trasiego, de forma que no tengan poros ni grietas.

En las tareas de formulación, utilización y mantenimiento se deberán tener en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Se deberá comprobar la capacidad de la cuba y los volúmenes de líquido/ sólido a añadir y los volúmenes de las piezas a introducir, con el fin de verificar que el volumen de carga es el adecuado.
- Introducir recipientes debajo de las válvulas para recogida de posibles goteos.
- Cerrar los envases después de su utilización.
- Determinar un tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos.
- Disponer de una instrucción para la recogida de fugas y/o derrames, en la que se indique los medios necesarios: equipos de protección individual a utilizar, material absorbente y material de limpieza en función del derrame, y otros medios de contención, en su caso.
- Revisar todos los envases y comprobar que no tienen fugas.

Proyecciones

Pueden aparecer por una secuencia de mezclado de reactivos incorrecta, pero también porque las cubas, conducciones etc. contengan restos de otros productos. También se pueden originar en bombas de trasiego de productos desde grandes contenedores. Otros posibles orígenes de este riesgo pueden encontrarse en un goteo de baño por un escurrido deficiente y en una introducción brusca de las piezas en el baño.

- Atender a las medidas recomendadas para evitar reacciones intempestivas y/o explosiones.
- Los tanques, válvulas y conducciones deberán estar claramente etiquetados de manera comprensible. Las etiquetas deberán indicar la naturaleza del contenido, la temperatura de trabajo, la naturaleza del peligro y su tratamiento de emergencia.
- Los bidones de reactivos (ácidos concentrados) deben tener al menos un respiradero. Si esto no es posible, el tapón se deberá abrir con cuidado para permitir a los gases comprimidos escapar de forma lenta. Una vez igualadas ambas presiones, se puede destapar sin peligro.
- Añadir los reactivos con cuidado en el baño, estudiando la posibilidad de emplear sistemas automáticos de adición de reactivos y evitando en lo posible el vertido libre desde recipientes.
- Se debe introducir siempre el ácido sobre el agua.
- Asegurarse de que las válvulas están cerradas antes de encender las bombas de trasiego.
- Liberar la presión de los conductos al finalizar el proceso.
- Regular la velocidad de entrada y salida de piezas en el baño.
- Comprobar que las conducciones están vacías al finalizar la tarea de transferencia del baño y antes de realizar las operaciones de mantenimiento.
- En las tareas de transferencia, en la medida de lo posible, evitar las tuberías flexibles para el traslado de productos / baños y dar prioridad a las instalaciones fijas para el transvase de productos.

Contacto cutáneo / ocular

El riesgo de contacto con productos químicos es muy significativo, ya que la exposición es casi continua.

Puede ser directo, como consecuencia de una fuga, una proyección o una reacción intempestiva, o indirecto, a través de contacto con ropa sucia, envases en mal estado, falta de higiene personal, etc.

En la operación de carga y descarga de piezas, el contacto cutáneo puede tener su origen en un enjuague insuficiente de las piezas o bien en la presencia de baño en el interior de piezas.

En las tareas de mantenimiento se produce cuando los elementos a revisar todavía contienen restos de baño.

Dado que el contacto con sustancias químicas puede derivarse de reacciones intempestivas, proyecciones, fugas o derrames, las medidas descritas para evitar dichos riesgos resultan efectivas para el riesgo de contacto cutáneo / ocular.

En lo relativo a la manipulación de piezas:

- Las piezas, una vez anodizadas, deberán ser enjuagadas para eliminar todas las trazas de ácido residual.
- En piezas de gran longitud se deberá asegurar que se ha vaciado completamente el líquido de su interior.

En lo relativo al trabajador:

- Emplear equipos de protección: guantes, ropa (mandil, ropa de trabajo) y calzado adecuado. Señalizar su uso obligatorio.
- Mantener unas normas de higiene adecuada, en concreto, lavarse las manos y la cara al finalizar la jornada y siempre antes de comer, beber o fumar.
- Cada trabajador debe cambiarse la ropa al empezar y finalizar su turno. La ropa de calle y de trabajo debe guardarse separada, de forma que no puedan contaminarse por contacto.
- Si se produce cualquier contacto con sustancias químicas, la zona afectada debe ser lavada inmediatamente con agua abundante.

Otras medidas preventivas:

- Disponer de neutralizantes suaves en la zona de trabajo, como bicarbonato sódico.
- Deben existir duchas y lavajos en las proximidades de la zona de trabajo y en los lugares propensos a proyecciones. La localización de estos equipos debe quedar claramente señalizada (R.D. 485/97 de señalización de seguridad y salud en el trabajo).



Inhalación de sustancias químicas

Se puede producir en la manipulación de productos concentrados ácidos o cuando se trabaja en las proximidades de la cuba de anodizado.

Asimismo se puede producir por emanaciones del propio baño, por subproductos de reacción del baño con el metal base de las piezas (hidrógeno), o por la presencia de aerosoles (vesículas de ácido) o vapores (vapor de agua).

Por otra parte, en la reparación de ciertas cubas o espacios cerrados es necesario la introducción del trabajador en el interior de dichas cubas. En este caso el riesgo de inhalación de productos químicos puede ser agravado por un riesgo de anoxia. Este riesgo también aparece en presencia de productos peligrosos retenidos en los equipos.

Por lo que respecta a la instalación:

- Aislamiento del proceso cuando no se encuentre en funcionamiento: es recomendable la existencia de tapas móviles en los baños para cerrarlos con el fin de evitar las emisiones o evaporación excesiva, cuando éstos no se utilicen.
- Extracción local de gases, nieblas o vapores.
- Emplear supresores mecánicos o químicos en los baños, para evitar o reducir la formación de nieblas.
- Disponer de una buena ventilación del recinto.
- Realizar controles periódicos ambientales de la concentración de contaminantes (nieblas ácidas).
- Emplear equipos de protección individual: mascarillas protectoras.

- Control de temperatura, para que no supere la temperatura de funcionamiento.

Para el caso concreto de trabajo en recintos confinados deben implantarse instrucciones específicas, que deberán estar reguladas por permisos especiales de trabajo. Entre otras cosas, se deberá tener en cuenta:

- La atmósfera en el interior debe ser analizada antes de entrar en un recinto confinado, especialmente si se tiene que soldar o realizar cualquier trabajo en caliente.
- El trabajador debe llevar ropa de trabajo adecuada, un respirador y un arnés de seguridad.
- Debe haber al menos una persona en el exterior del tanque para proporcionar asistencia inmediata en caso necesario.
- Las personas situadas en el exterior de la cuba deben tener a su disposición respiradores para el caso de que se necesite su entrada en la cuba.

Es necesaria, además una formación específica de los trabajadores.

Tanto el contacto como la inhalación de sustancias o productos químicos pueden originar una sensibilización alérgica a los mismos. Aparece fundamentalmente por reacción con ácidos concentrados y también puede originarse en baños de anodizado que contengan cromo. Existen dos tipos de sensibilización: primaria y alérgica. La sensibilización primaria está causada por contacto con agentes físicos, químicos o mecánicos. La sensibilización alérgica se establece durante un periodo largo de tiempo, de forma que una vez establecida, una exposición a pequeñas cantidades de sustancia puede causar una acción severa. Para minimizar el riesgo de sensibilización son de aplicación las medidas indicadas para reducir o evitar el riesgo de contacto cutáneo y de inhalación, así como tener establecido un plan para la vigilancia de la salud.

Ingestión de productos químicos

Puede ser directa, a través de una proyección o reacción intempestiva, o por ingestión del polvo o nieblas presentes en el ambiente; o indirecta, a través de contacto con manos, ropa u objetos contaminados.

Además de las medidas preventivas expuestas para evitar reacciones intempestivas y proyecciones, se deberán adoptar las siguientes medidas preventivas:

- Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.
- No transvasar los reactivos a envases no etiquetados.
- Los trabajadores que manipulen reactivos químicos deben lavarse las manos y la cara antes de comer y al abandonar su puesto de trabajo tras finalizar su jornada laboral.
- Ningún empleado debe comer, beber o fumar en el área donde existan productos tóxicos. Se debe habilitar una zona separada para este propósito.
- Los trabajadores dedicados a esta tarea deberán llevar guantes de goma, calzado y ropa adecuada.
- Evitar malos hábitos: oler o probar cosas cuando no se conoce su composición.
- No se debe almacenar agua, comida o bebida en el almacén de productos químicos.
- Limitar el acceso al almacén a personal autorizado y conocedor de los riesgos químicos.

Explosiones

Tienen su origen en el desprendimiento de gases (hidrógeno) al reaccionar el metal base con el baño de anodizado. Para prevenirlas es necesario:

- Extracción local de gases para evitar que el hidrógeno se acumule en la zona de trabajo y alcance los niveles de concentración explosivos.
- Debe estar prohibido fumar en la zona de trabajo. Señalizar.
- La zona de anodizado debe estar aislada de llamas abiertas, superficies calientes y operaciones de soldadura u otras fuentes de ignición.

6 Bibliografía

- *Metals handbook* 9th edition. Volumen 5. *Surface cleaning, finishing and coating*. American Society for Metals. 1989.
- *Metal finishing. Guidebook and directory issue*. 95. January 1995. Volume 93, number 1.
- *Ateliers de traitement de surface. Préventions des risques chimiques*. INRS 1998. Paris.
- *Material safety data sheet. Sulfuric Acid. General Chemical*. 2003.

ANODIZADO



Definición

El anodizado es un proceso electrolytíco que se emplea para crear una capa de protección mediante la oxidación de la capa superficial del metal. A nivel industrial el metal más tratado es el aluminio. Las capas anódicas presentan gran resistencia a la corrosión y constituyen una base excelente para una posterior coloración.

El anodizado consiste generalmente en un baño de ácido sulfúrico a una concentración de 186 g/L.

Productos químicos

Equipos de protección individual

(Consultar fichas seguridad química)

Riesgo continuo

Riesgo presente



Ácido sulfúrico



OBLIGACIONES

- Seguir de forma rigurosa las indicaciones de las fichas de formulación y análisis de baños.
- Los baños deben ser preparados por personal especializado.
- Conectar el sistema de aspiración de vapores desprendidos por el baño.
- Comprobar que los recipientes que contengan sustancias químicas están correctamente etiquetados, en particular transvases.
- Atender a las indicaciones del etiquetado y de las fichas de seguridad.
- Los recipientes deberán conservarse cerrados.
- Revisar envases y comprobar que no tienen fugas.
- Los bidones que contengan ácidos concentrados se abrirán periódicamente para evitar cualquier presión interna de los vapores encerrados.
- Comprobar la fijación de las piezas en los sistemas de fijación.
- Comprobar que las válvulas están cerradas antes de realizar el proceso de trasiego.
- Comprobar que los equipos a emplear están perfectamente limpios y sin restos de anteriores operaciones.
- Comprobar la capacidad de la cuba antes de realizar los trasiegos.
- Las piezas voluminosas se manipularán entre dos trabajadores.
- La carga debe ser elevada en vertical.
- Respetar los tiempos de enjuague y escurrido de piezas.
- Los ácidos concentrados se deberán añadir al baño siempre en frío.
- Cerrar válvulas al finalizar los procesos de transvase.
- La adición de materiales al baño será cuidadosa para evitar salpicaduras y/o proyecciones.
- Liberar la presión de los conductos al finalizar el proceso.
- Recoger los posibles derrames con la mayor celeridad posible.
- Utilizar las duchas de emergencia y lavaojos en caso de contacto del baño o los productos concentrados con la piel.
- Lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.

PROHIBICIONES

- Prohibido echar agua sobre los ácidos concentrados.
- Prohibido mezclar y/o almacenar sustancias incompatibles entre sí (ácidos concentrados – bases concentradas).
- Prohibido emplear ácidos concentrados junto con materias combustibles.
- Prohibido apilar recipientes que contengan ácidos concentrados.
- Prohibido utilizar absorbentes orgánicos, como serrín, en la recogida de derrames de ácidos concentrados.
- Evitar oler o probar sustancias de composición desconocida.
- Prohibido comer, beber o fumar junto a los baños de anodizado.
- Prohibido acercar objetos metálicos ajenos al proceso a las barras anódicas.
- No debe abandonarse el mando de la carga mientras exista carga suspendida.
- La carga no debe sobrevolar personas.
- No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- El ácido se deberá añadir al baño siempre en frío.
- Almacenar los ácidos concentrados en lugares frescos y secos.
- Verificar el estado de los recipientes incluidas las etiquetas.

ANÁLISIS DE RIESGOS: ANODIZADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída en altura	<ul style="list-style-type: none"> - Caída desde escaleras o plataformas elevadas. - Ataque químico de caminos, plataformas o barandillas. 	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Protección perimetral de las superficies de trabajo en altura. - Disponer de plataformas y escaleras que soporten atmósferas húmedas y corrosivas. - Tanto las plataformas como las escaleras deberán ser de superficies antideslizantes.
Caídas al mismo nivel	Superficies deslizantes.	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Emplear plataformas de tramos o suelos antideslizantes. - Establecer programas periódicos de limpieza. - Emplear calzado antideslizante. Señalizar. - Determinar tiempos de escurrido de piezas. - Recoger los derrames inmediatamente con material absorbente.
Cortes con las piezas / bastidores	Contacto con aristas o filos.	Fijación de piezas	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar guantes anticorte para colocar las piezas en los sistemas de fijación.
Golpes	<ul style="list-style-type: none"> - Choques con piezas o maquinaria en movimiento. - Presencia de objetos en zonas de paso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Fijación y extracción de piezas. - Utilización del baño. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitar la entrada de personal no autorizado en las proximidades del baño. Señalizar. - Proteger mediante resguardos mecánicos y/o con sistemas de detección de presencia las zonas de movimiento automático que pudieran interactuar con personas. - Proporcionar calzado de seguridad certificado "CE". Señalizar su uso obligatorio. - Comprobar sistemas de fijación. - Señalizar vías de circulación.
Caída de objetos	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de fijación de piezas insuficiente. - Sistema de transporte no adecuado para la carga. 	Utilización del baño. Fijación de piezas en bastidores	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar periódicamente los equipos de transporte de cargas (elementos de seguridad, desgaste de las partes móviles, limitadores de carga...). - Señalizar la carga máxima admisible de los equipos de transporte de cargas y accesorios de elevación. - Señalizar los riesgos de carga suspendida. - Dotar de sistemas de seguridad para la fijación de piezas (pestillos). - Sustituir elementos de fijación cuando se observe alguna alteración. - Utilizar equipos de transporte de cargas adecuados a las cargas.
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo manual. - Manipulación de cargas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización. - Transvase. - Carga – descarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de ayuda auxiliar manual o automática. - Configurar la estación de trabajo de forma que el rango de alturas se encuentre entre las rodillas y los hombros del trabajador en la recogida y depósito de piezas. - Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes. - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo para exposiciones prolongadas. - Uso de sistemas automáticos de carga y descarga de reactivos mediante bombeo. - Utilizar recipientes de dimensiones y pesos menores.

ANÁLISIS DE RIESGOS: ANODIZADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Riesgo eléctrico	Presencia de fluidos conductores y corrosivos, atmósferas húmedas, etc. junto a corriente eléctrica.	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar el sistema eléctrico y sus líneas en cuadros de maniobra. - Realizar mantenimientos preventivos por personal especializado, según ITC BT 30. - Comprobar y revisar empalmes e interruptores. - Disponer de toma de tierra en los equipos. - Evitar aislamientos defectuosos. - Sustituir las piezas corroídas. - Eliminar empalmes provisionales. - Disponer de accesos seguros para realizar las tareas de mantenimiento.
Reacciones intempestivas	<ul style="list-style-type: none"> - Mezcla o contacto de sustancias incompatibles entre sí. - Adición incorrecta de reactivos. - Etiquetado deficiente / mala identificación de baño, envases. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer en el puesto de trabajo de las fichas de formulación y análisis de baños. - Restringir las tareas de manipulación de productos químicos por personal autorizado y formado. - Etiquetar de manera comprensible tanques, válvulas, conducciones. - Separar conducciones de drenaje para evitar mezclas de efluentes incompatibles. - Comprobar que los recipientes, equipos, materiales, etc. están limpios y sin restos de anteriores operaciones. - Disponer de instrucciones de orden y limpieza. - Emplear sistemas de extracción para evitar la acumulación de gases reactivos (hidrógeno).
Fugas / derrames	<ul style="list-style-type: none"> - Desbordamiento de cubas en adición y trasiego de productos. - Presencia de poros, grietas o fisuras en envases, cubas y conducciones. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Las cubas tendrán resistencia química y mecánica compatible con el líquido a contener. - Las cubas deberán tener rebosaderos y cubetos de retención. - Comprobar el estado de la cuba y las conducciones para que no presenten grietas ni fisuras. - Los niveles deben estar visibles. - Introducir recipientes debajo de las válvulas para la recogida de posibles goteos. - Determinar un tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos. - Disponer de instrucciones específicas para la recogida de fugas y derrames. Formación.
Proyeccioness	<ul style="list-style-type: none"> - Reacción intempestiva (por secuencia de mezclado incorrecta). - Goteo de baño procedente de arrastres de las piezas. - Trasiego / adición de productos. - Presencia de baño en elementos auxiliares (válvulas, bombas, etc.). - Presencia de suciedad, restos de productos en cubas. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Los bidones de reactivos (ácidos concentrados) deben tener al menos un respiradero. - Regular la velocidad de entrada y salida de piezas del baño. - Los equipos / instalaciones a emplear deben estar limpios y sin restos de operaciones anteriores. - Emplear sistemas automáticos de adición de reactivos, evitando en lo posible el vertido libre desde recipientes. - Evitar las tuberías flexibles para el traslado de productos / baños y dar prioridad a las instalaciones fijas para el transvase de productos.

ANÁLISIS DE RIESGOS: ANODIZADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Contacto cutáneo / ocular	<ul style="list-style-type: none"> - Directo: fuga, proyección o reacción intempestiva. - Indirecto: ropa sucia, piezas mal enjuagadas, manos sucias, envases en mal estado, etc. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de las fichas de seguridad de productos utilizados para la formulación. - La adición de reactivos debe ser realizada personal autorizado. - Emplear equipos de protección individual: guantes, ropa, mandiles, calzado. - Mantener normas de higiene adecuada. - Determinar un tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos. - Regular la entrada y salida de piezas del baño. - Deben existir fuentes lavajos y duchas de emergencia en las proximidades del proceso. - Señalizar la ubicación de lavajos y duchas de emergencia. - Disponer de taquillas dobles para separar la ropa de trabajo de la ropa de calle. - Disponer de neutralizantes suaves en la zona de trabajo.
Inhalación de nieblas / vapores	<ul style="list-style-type: none"> - Emanaciones del baño. - Reacción de metales con el baño. - Trabajo con productos concentrados. - Ausencia de aspiración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aislamiento del proceso automatizado. - Disponer de sistemas de extracción local de gases, nieblas o vapores. - Disponer de buena ventilación del recinto. - Dotar de equipos de protección individual: mascarillas protectoras. - Realizar un control periódico de la concentración de contaminantes ambientales. - Elaborar una instrucción de trabajo y dotar de medios para trabajos en espacios confinados. - Controlar la temperatura de funcionamiento en baños calientes.
Ingestión de productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Forma directa: proyecciones. - Forma indirecta: manos sucias cuando se come, bebe o fuma. 	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño. - Promover el etiquetado de los transvases. - Señalizar la prohibición de almacenar comida o bebida en la zona de trabajo con productos químicos.
Explosiones	Desprendimiento de gases (hidrógeno).	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Extracción local de gases para evitar que se acumule hidrógeno en la zona de trabajo. - El proceso de anodizado debe estar alejado de focos de calor y/o chispas, como operaciones de soldadura, etc. - Señalizar la prohibición de generar fuentes de ignición.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE ANODIZADO

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A  Lugares de trabajo	
1. La zona de paso está limpia y ordenada, libre de obstáculos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. Los materiales de construcción de la instalación y elementos auxiliares son resistentes al ataque de productos corrosivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. En caso de fugas y derrames se siguen las instrucciones de orden y limpieza.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. Las vías de paso están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. Se dispone de suelo antideslizante o plataformas de tramos o rejilla para minimizar el contacto con suelos resbaladizos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
6. Está controlado el riesgo de caída sobre la cuba (altura de la propia cuba, barandillas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. En caso de plataformas en altura, se dispone de medios para evitar riesgo de caída en altura (barandillas, listón intermedio, rodapiés...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B  Equipos de trabajo/instalaciones	
8. Las instalaciones automáticas de alimentación y transporte de piezas disponen de resguardos que impiden el acceso a la zona de movimiento de piezas o dispositivos de seguridad que detienen el movimiento peligroso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. Las instalaciones automáticas disponen de sistemas de parada de emergencia en zonas accesibles desde el puesto de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. Se dispone de manual de instrucciones de los equipos de carga de piezas (puente grúa, polipastos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. El operario conoce el funcionamiento de los equipos de carga / descarga de piezas y los utiliza correctamente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. Está señalizado el riesgo de cargas suspendidas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. La fijación de la carga de las piezas dispone de pestillos de seguridad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. Se respeta lo dispuesto para locales con riesgo de corrosión según lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria 30 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 30).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

17. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
18. Se observa que los sistemas de fijación están en correcto estado y se inspeccionan antes de su uso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Las cubas y su interior están diseñadas para resistir química y mecánicamente a los productos que contienen.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. Las cubas disponen de rebosaderos para evitar desbordamientos dirigidos a desagües.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. Las cubas de los baños de anodizado disponen de cubetos de retención para la recogida de fugas y/o derrames.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. Las cubas de los baños de anodizado están identificadas y etiquetadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Los desagües están separados para evitar mezclas entre corrientes incompatibles (ácidos concentrados – bases concentradas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Las cubas de baños de anodizado disponen de indicador de nivel de líquido visible.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Existen detectores de nivel (alarma, o dispositivos de parada) para controlar la entrada de agua y reactivos a las cubas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
26. Se respeta la altura libre de las cubas para evitar desbordamientos (desde la superficie del líquido hasta el extremo de la cuba).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. En los sistemas de llenado / vaciado se dispone de tuberías fijas preferentemente a tuberías flexibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Las válvulas y conducciones están protegidas contra choques.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
C Sustancias químicas	
31. Se dispone de las fichas de seguridad actualizadas de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. Se dispone de fichas de formulación de baños donde se indican las operaciones a efectuar y el tratamiento a realizar	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Están suficientemente definidos los procesos de formulación mediante procedimientos escritos y son aplicados por el trabajador.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Se comprueba que las instalaciones están limpias antes y después del proceso con sustancias químicas (cubas, conducciones...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Se conocen las incompatibilidades químicas entre productos (ácidos concentrados – agua, ácidos concentrados – bases concentradas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. Se ha informado a los trabajadores sobre los riesgos en la manipulación de las sustancias peligrosas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Están suficientemente identificados y correctamente etiquetados los envases de todos los productos peligrosos, incluyendo los recipientes empleados en los transvases.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. Se revisan los envases de sustancias peligrosas para detectar fugas, cambios de color, porosidades, abolladuras, grietas...	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

39. Los envases se mantienen cerrados cuando no se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Se libera periódicamente la presión de vapor en los envases de productos ácidos (apertura periódica).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
41. Se dispone de sistemas de dosificación mecánica para el manejo y transvase de reactivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
42. Se cierran las bombas y sus válvulas asociadas cuando finaliza el proceso de transvase de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Se dispone de sistemas de retención con capacidad suficiente para contener fugas o derrames de sustancias peligrosas (cubetos, recipientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. Se dispone de instrucciones y medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas, y se aplica.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. Se dispone de disoluciones básicas débiles para la neutralización de salpicaduras o proyecciones de baño ácido concentrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. Existen duchas y fuentes lavajos próximas a los lugares donde existe el riesgo de proyección de líquidos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
47. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. El trabajador se cambia de ropa al final de la jornada y dispone de taquillas o compartimentos para tener separada la ropa de calle de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

D Incendio / explosión

49. Está prohibido fumar (señalizado) en zonas de baños de anodizado (emisión de hidrógeno).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
50. El proceso de anodizado está separado de cualquier fuente de ignición (chispas producidas por equipos, superficies calientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
51. Existen medios de extinción en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida, en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
52. Se dispone de medios alternativos al uso de serrín para la recogida de derrames de ácidos concentrados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

E Condiciones ambientales

53. Los procesos automáticos están encerrados para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. Se dispone de sistemas de cierre de cubas, con el fin de evitar emisiones de vapores.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
55. Existe extracción localizada eficaz en los focos de emisión de gases, vapores o nieblas (limpia y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. Existe un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
57. Se realiza un control periódico de la concentración ambiental de contaminantes (gases, vapores, nieblas ácidas) presentes en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
58. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
59. Está señalizado y se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
60. Existen procedimientos escritos y medios técnicos para el trabajo en espacios confinados (reparación y mantenimiento de cubas de gran tamaño, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

F Equipos de protección individual

61. Se dispone de guantes impermeables con características resistentes a ácidos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
62. Se dispone de guantes resistentes a los cortes para la manipulación de las piezas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
63. Se dispone de gafas de seguridad o pantallas faciales en operaciones que puedan generar salpicaduras (transvases, introducción manual de bastidores...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
64. Se dispone de calzado de seguridad impermeable con características antideslizantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
65. Se dispone de ropa impermeable (mandil).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
66. Se dispone de equipos de protección respiratoria para la formulación o transvase de reactivos concentrados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
67. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
68. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
69. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
70. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
71. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

72. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
73. Durante la fijación / extracción de piezas en los sistemas de fijación, el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los nudillos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
74. Durante la adición de reactivos, la altura de trabajo se encuentra a nivel de los codos del trabajador (es recomendable que se encuentre ligeramente por debajo del nivel de los codos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
75. Se dispone de medios mecánicos para la manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
76. Se trasvasan los ácidos mediante bombas, evitando en la medida de lo posible el volcado directo	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
77. Se minimizan las posturas forzadas continuadas de tronco y extremidades superiores.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
78. La fijación de piezas voluminosas se realiza entre dos trabajadores.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

H Almacenamiento

79. Los espacios previstos para el almacenamiento de los productos químicos empleados para el anodizado tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
80. Se controla que los productos químicos (especialmente ácidos concentrados) no se almacenen en zonas que puedan entrar en contacto con el agua.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
81. Los productos químicos se protegen frente a variaciones de temperatura y están alejados de fuentes de calor.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
82. Se tienen en cuenta las condiciones de almacenamiento establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria APQ 6 (Almacenamiento de líquidos corrosivos), del Reglamento de almacenamiento de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
83. Se almacenan productos químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
84. Está correctamente ventilada el área de almacenamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
85. Se limita la altura de apilamiento de los paquetes de perfiles para asegurar la estabilidad del conjunto.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
86. Se dispone de topes que eviten la caída de los paquetes de perfiles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
87. Los extremos de perfiles largos almacenados horizontalmente se mantienen protegidos frente a posibles golpes, cortes...	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
88. Limitar el acceso sólo a personal autorizado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>



Cromatizado

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

1.- Proceso de cromatizado

2.- Equipos empleados

3.- Mantenimiento

4.- Tareas relacionadas con el cromatizado

4.1.- Formulación del baño

4.2.- Fijación / extracción de piezas en bastidores / bombos

4.3.- Utilización del baño

4.4.- Mantenimiento del baño

4.5.- Transferencia del baño

4.6.- Mantenimiento de elementos auxiliares

5.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

- Caídas de personas al mismo nivel
- Golpes, cortes
- Sobreesfuerzos
- Reacciones intempestivas
- Fugas, derrames, etc.
- Proyecciones
- Contacto cutáneo / ocular
- Inhalación de vapores
- Ingestión de productos químicos

6.- Bibliografía

Anexo I.- Clasificación de los baños de cromatizado en función de su riesgo

FICHA INFORMATIVA

FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de cromatizado

El término cromatizado se aplica a los tratamientos químicos o electroquímicos de metales o recubrimientos metálicos, a partir de soluciones que contienen cromo hexavalente (ácido crómico, cromatos o dicromatos como principales constituyentes) o compuestos de cromo (III). El metal base reacciona con el baño dando origen a unas capas de conversión protectoras por formación, sobre la superficie metálica, de compuestos de Cr(III) y Cr(VI). Es decir, se provoca la formación de capas pasivas que protegen de la corrosión a la superficie metálica.

La composición de la capa de conversión varía en función del baño, las condiciones de tratamiento y la naturaleza del sustrato.

Los baños se formulan con sales crómicas, pero además pueden llevar incorporadas especies minerales u orgánicas que desempeñan diferentes funciones:

- Catálisis o activado
- Pasivación
- Reducción
- Complejación.

Su presencia resulta indispensable para que exista la formación de la capa de conversión, incorporándose en forma de ácidos o sales (sulfatos, nitratos, cloruros, fluoruros, acetatos, etc.).



Las propiedades más importantes que se derivan de la aplicación del cromatizado son:

- Aumento de la resistencia a la corrosión al actuar como barrera secundaria en el conjunto: recubrimiento metálico + cromatizado.
- Disminución de la tendencia al manchado de la superficie debido a la manipulación de la misma.
- Aumento de la adherencia en el pintado o aplicación de otros recubrimientos orgánicos.
- Obtención de colores que proporcionan un aspecto decorativo a la superficie tratada.

Los metales y recubrimientos metálicos que pueden ser cromatizados son: cinc, cadmio, cobre, estaño, plata, magnesio y aluminio.

El color de las capas de cromatos varía con el espesor y la composición de la capa y puede ser incolora, azul, amarillo iridiscente, verde oliva y negro. Los distintos colores no sólo consiguen los efectos decorativos deseados, sino que también ofrecen diferentes protecciones a la corrosión. Los colores específicos dependen del reactivo empleado y del metal base a recubrir.

Los cromatizados incoloros y azulados se prefieren cuando se desea conferir una protección tenue. Los cromatizados amarillos y verde oliva se eligen por su mayor capacidad de protección. Los cromatizados negros se emplean para conseguir atractivos efectos decorativos combinados con una capacidad de protección a la corrosión intermedia entre los amarillos y los verdes.

Las capas de cromatos también proporcionan una base ideal para posteriores capas de pintura y otros acabados orgánicos.



Las capas se suelen aplicar por inmersión (vía química o electroquímica) o por aspersión, aunque la aplicación por cepillos también se puede usar, principalmente en retoques. Igualmente, la aplicación en continuo sobre banda puede ser realizada mediante rodillos.

Debido al espesor y a la baja resistencia a la abrasión, rara vez se emplea como acabado final para aplicaciones decorativas. Sin embargo, sí es un acabado muy utilizado como pretratamiento en pinturas decorativas e industriales.

Las pinturas, lacas y acabados orgánicos se adhieren bastante bien a las capas de conversión crómica, favoreciendo la prevención de la pérdida de adhesión de la pintura por corrosión filiforme (aluminio). Esta protección continúa incluso si la capa de pintura sufre rayados que alcancen el sustrato, ya que su capacidad resiliente y autocicatrizante permite restaurar las propiedades pasivantes de la subcapa de conversión crómica.

Los baños de cromatizado presentan los siguientes componentes:

- Compuestos de cromo
- Catalizadores o activadores
- Ácidos
- Complejantes
- Otros componentes.

Los compuestos de cromo pueden ser sales de cromo hexavalente como ácido crómico anhidro, dicromato sódico, o dicromato potásico, o sales de cromo trivalente.

Las capas crómicas exhiben una baja resistividad eléctrica. Esta resistividad es tan baja que los artículos cromatizados pueden ser empleados como toma de tierra. La conductividad de la capa sometida a radiofrecuencias es extremadamente alta, lo que permite el uso de capas de cromatos como escudos eléctricos y canal de ondas. Es posible aplicar cromatizados que mantengan la conductividad eléctrica del conjunto, aunque se trata de formulaciones especiales obtenidas bajo demanda.

La composición de la película depositada es bastante indefinida, ya que contiene cantidades variables de productos de reacción y agua de hidratación, así como los iones asociados a cada sistema particular.

2 Equipos empleados

Los recipientes y bastidores para baños de cromatizados deben estar fabricados en materiales resistentes a los ácidos. Las cubas pueden fabricarse en acero inoxidable 316 o en acero bajo en carbono si está recubierto con PVC u otro material de protección adecuado.

Los bastidores pueden estar fabricados en acero bajo al carbono y deben recubrirse con materiales resistentes a ácidos.

Los equipos de calefacción del baño (serpentines o resistencias) pueden ser de acero inoxidable o de acero recubierto.

Algunos baños pueden producir lodos en el fondo de la cuba. Para evitar el contacto del lodo con las piezas, el tanque puede estar equipado con un doble fondo para la recogida de lodos.

Normalmente, la ventilación no es necesaria puesto que la mayoría de disoluciones opera a temperatura ambiente y no emite vapores; sin embargo, cuando los procesos de cromatizado se realizan en caliente, requieren ventilación, ya que la reacción con el metal tiene lugar con formación de hidrógeno.

3 Mantenimiento

Para obtener resultados consistentes en las capas de conversión, es necesario un programa de mantenimiento regular que comprenderá:

- Control de parámetros de la disolución
- Ajuste de pH
- Ajuste de componentes
- Ajuste de temperatura.

Con este seguimiento regular de la química del baño y con la definición de la cantidad adecuada de reactivos a añadir se mantendrá constante la eficacia del proceso.

La frecuencia de retirada periódica de lodos y piezas del fondo del baño depende del tipo de cromatizado. En principio, esta frecuencia es inversamente proporcional a la capacidad protectora del cromatizado.

4 Tareas relacionadas con el cromatizado

4 1 Formulación del baño

Consiste en la preparación de las disoluciones de los productos químicos que formarán parte del baño. Los productos sólidos se pesan en básculas y los líquidos se suelen medir por volumen. Posteriormente se disuelven en un volumen adecuado de agua. Para facilitar su disolución puede aplicarse agitación o calor o ambos procedimientos.

El proceso de adición de reactivos puede ser manual o automático a través de bombas y conducciones.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Proyecciones
- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular
- Sobreesfuerzos
- Fugas, derrames.

4 2 Fijación / extracción de piezas en bastidores / bombos

Consiste en la disposición de las piezas a cromatizar en el interior de los bombos o enganchados en los bastidores.

Este proceso suele ser manual en el caso de los bastidores debido a sus características, en el caso de los bombos puede realizarse de forma automática.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Golpes y cortes
- Contacto cutáneo u ocular
- Sobreesfuerzos
- Posturas forzadas y movimientos repetitivos.

4.3 Utilización del baño

Consiste en la entrada y salida de piezas del baño y la transferencia de piezas entre baños y enjuagues. Este proceso puede ser manual o automático, en función del tamaño y las características de las piezas a cromatizar.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes
- Caídas al mismo nivel
- Fugas, derrames y proyección de productos químicos
- Ingestión de productos químicos.

4.4 Mantenimiento del baño

Para que el baño funcione de forma adecuada, es necesario que todos los parámetros de formulación estén dentro de unos intervalos. Para ello es necesario realizar controles periódicos de: nivel de baño, ajustes de concentración, adición de productos, compensar pérdidas por evaporación y/o arrastre, etc. Normalmente se realiza una toma de muestra periódica y se analizan los componentes principales del baño; en función de los resultados obtenidos se añaden o compensan los reactivos necesarios.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Contacto cutáneo / ocular
- Sobreesfuerzos
- Fugas, derrames
- Proyección de productos químicos.

4.5 Transferencia del baño

Consiste en el vaciado del baño por gravedad o bombeo y su disposición en otro lugar. Esta operación se realiza con el fin de limpiar depósitos, recoger piezas del fondo o retirar el baño agotado.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Fugas, derrames
- Proyección de productos químicos.

4.6 Mantenimiento de elementos auxiliares

Estas operaciones auxiliares facilitan que todos los elementos y accesorios se encuentren en perfecto estado, con el fin de que el proceso se desarrolle de la forma más eficaz. Entre otras tareas podemos destacar: limpieza de boquillas de aspersores; limpieza de sistemas de aspersión; limpieza de tanques; revisión y/o limpieza de sistemas de extracción; revisión – limpieza – reparación de bombas; revisión – limpieza – reparación de campanas extractoras; limpieza de incrustaciones de elementos fijos y móviles: conducciones, resistencias, válvulas, etc.

Los riesgos más representativos asociados a la tarea son:

- Proyecciones de productos químicos
- Reacciones intempestivas
- Inhalación de productos químicos
- Contacto cutáneo u ocular.

5 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Caídas de personas al mismo nivel

Pueden tener su origen en los suelos deslizantes como consecuencia del goteo de baño procedente de las piezas al salir o entrar del baño.

Como medidas preventivas se puede:

- Determinar el tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos.
- Utilizar calzado impermeable con suelas de característica antideslizante. Señalizar su uso obligatorio de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Emplear suelos antideslizantes, o plataformas de tramos o rejilla que eviten que los trabajadores entren en contacto con superficies resbaladizas.
- Disponer de barras de goteo sobre los baños donde depositar los bastidores el tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos.
- En sistemas automáticos, determinar un tiempo de escurrido suficiente encima de los baños para eliminar arrastres y goteos.
- Disponer de un procedimiento de limpieza periódica. Limpiar inmediatamente las fugas o derrames para evitar charcos o suelos húmedos.



Golpes, cortes

Tanto las piezas como el propio bastidor o bombo pueden tener aristas o filos que pueden herir al operario en el proceso de manipulación. También pueden producirse caídas de objetos o choques con piezas o maquinaria en movimiento (bastidores en líneas automáticas, cadenas de proceso, etc.).

En relación a los cortes:

- Examinar la carga antes de manipularla tratando de localizar zonas que puedan resultar peligrosas en el momento de su agarre (aristas, bordes afilados, etc.).
- Utilizar guantes de seguridad anticorte marcado “CE” al colocar las piezas en los sistemas de fijación. Señalizar su uso obligatorio en el puesto de trabajo y/o en el propio equipo.

Para evitar o minimizar el riesgo de golpes debido a la presencia de personas en la trayectoria de movimiento de los bastidores:

- Impedir la entrada de personal no autorizado en la instalación y señalar dicha prohibición.
- Proteger mediante resguardos mecánicos y/o con sistemas de detección de presencia las zonas de movimiento automático que pudieran interaccionar con personas.
- Emplear sistemas de parada de emergencia (cables o pulsadores) para detener el movimiento de equipos mecánicos de transporte de piezas.
- Comprobar que los sistemas de fijación se emplean correctamente siguiendo los criterios de seguridad.
- Comprobar que las piezas están correctamente dispuestas en los bombos / bastidores para evitar riesgos de colisión y caídas.
- Delimitar vías de paso de personas.
- Utilización de calzado de seguridad.

- Señalizar las vías de circulación de personas.
- Señalizar las zonas donde haya cargas suspendidas.
- No sobrepasar la carga máxima.



Para evitar o minimizar el riesgo de tropiezo con materiales en zonas de paso:

- No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo. Retirar los objetos que obstruyan estas zonas. Establecer procedimientos de orden y limpieza.

Sobreesfuerzos

Se producen en el manejo de cargas (piezas, productos químicos...). Esta operación es especialmente importante si el proceso se realiza de forma manual.

Durante la fijación / extracción de las piezas en bastidores pueden adoptarse posturas forzadas de muñeca de forma repetitiva. La posición de la mano – muñeca dependerá de la forma y dimensiones de la pieza.

En general, para cualquier tipo de operación:

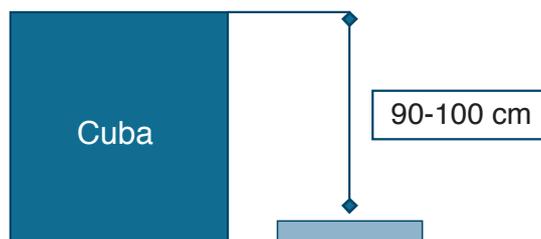
- Se dispondrá de ayuda auxiliar manual o automática cuando la carga a manejar (bidones, sacos de reactivos) sea importante. La Guía del R.D. 487/97 sobre manejo manual de cargas elaborada por el INSHT establece el peso máximo de la carga a manipular de forma continua en 25 kg, siempre que las condiciones sean ideales (sin giros de tronco, carga próxima al cuerpo, agarre adecuado, etc.) y recomienda no superar los 15 kg. En caso de superar este peso o en manipulaciones complicadas se debe realizar la manipulación con medios mecánicos o con la ayuda de otros trabajadores.
- Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas.
- Alternar con otras tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes y/o realizar pausas para permitir la recuperación muscular.
- En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a manejo de cargas o posturas forzadas, etc., se precisa una valoración específica de la carga física del puesto de trabajo.

Por lo que respecta a la manipulación de reactivos:

- Se empleará en lo posible sistemas automáticos para la adición de reactivos.
- A ser posible se emplearán contenedores de dimensiones y pesos menores, para facilitar su transporte y manipulación.
- Se empleará ayuda auxiliar mecánica en el transporte de cubas o bidones de reactivos muy voluminosos.
- Se emplearán envases seguros y ergonómicamente concebidos (facilidad de agarre).

Por lo que respecta a la introducción – extracción de cestas / bastidores en los baños de cromatizado:

- En procesos manuales, la superficie de apoyo del trabajador y las dimensiones de las piezas a introducir deberían ser tales que permitieran una manipulación de las cargas ligeramente inferior al nivel de los codos del trabajador y que la elevación de los brazos estuviera dentro de un rango medio (inferior 45°). Para el percentil 50 de la población conjunta española la altura de codos es de aproximadamente 100 cm. Compatibilizando los requerimientos ergonómicos con los de seguridad (para evitar el riesgo de caída en la cuba), la altura entre cuba y plataforma de apoyo recomendada estará entre 90 y 100 cm.



- La introducción de las cajas, cestas, bastidores, etc. en las cubas debe realizarse lo más cerca posible del borde de las mismas, para evitar manipulaciones alejadas del cuerpo. La distancia recomendable no debe superar los 25 cm. Nunca se debería superar los 60 cm.
- En procesos manuales, para evitar la carga estática producida por la sujeción mantenida de las piezas, cestas, etc. durante el tiempo de escurrido, es recomendable disponer de una barra de goteos que soporte los bastidores o cestas.

Por lo que respecta a la fijación / extracción de piezas en bastidores y bombos:

- Para reducir la tensión o el sobreesfuerzo asociado al levantamiento de cargas pesadas, la estación de trabajo debería estar configurada de forma que el rango de alturas se encuentre entre la altura de las rodillas (preferiblemente de los nudillos) y la altura de los hombros del trabajador.
- Realizar la tarea de forma que se mantenga la muñeca lo más neutra posible.

Reacciones intempestivas

Pueden tener su origen en una mezcla de productos incompatibles, aunque también pueden aparecer por una secuencia de mezclado incorrecta.

El ácido crómico no es directamente inflamable, pero sí puede dar lugar a reacciones violentas con otros compuestos debido a su poder oxidante. Puede reaccionar con azufre, fósforo, amoníaco, ácido sulfhídrico, productos orgánicos, etc. generando reacciones con explosiones o incendios.

- Sólo el personal autorizado y que conozca las reglas de seguridad correspondientes a la manipulación de productos químicos debe realizar las adiciones de los reactivos químicos al baño de cromatizado.
- Los baños deberán tener una ficha de baño, con indicaciones necesarias para su formulación, establecimiento de las condiciones de trabajo (temperatura, etc.), análisis, establecida por los proveedores de los productos, donde se indicarán las operaciones a efectuar y los tratamientos a realizar.
- Se deberán seguir cuidadosamente los procedimientos de formulación del baño.
- Se deben leer y comprender las fichas de seguridad de los productos químicos antes de iniciar el proceso.
- Conocer las incompatibilidades entre los productos utilizados.
- Definir una secuencia lógica en el movimiento de piezas con el fin de evitar errores en la introducción de piezas en los baños.
- Se deberá asegurar que todos los equipos, tuberías y conducciones están perfectamente limpios y sin restos de productos de anteriores operaciones.
- Evitar el contacto del ácido crómico con productos orgánicos, amoníaco, ácido sulfhídrico, etc.
- El ácido crómico debe ser utilizado con precaución, controlando las cantidades a manipular.
- El ácido crómico debe ser almacenado al abrigo de la humedad y alejado de productos con los que pueda reaccionar.
- El proceso debe estar alejado de focos de calor y/o chispas, como operaciones de soldadura, etc.
- No almacenar recipientes que contengan fluoruros durante largos períodos de tiempo o en grandes cantidades. Almacenarlos separados de álcalis, cianuros, sustancias orgánicas. Almacenar a temperaturas moderadas en entorno seco y bien ventilado.
- Emplear recipientes que no reaccionen con los componentes, especialmente con cromatos y fluoruros.
- Se deberá asegurar que los productos utilizados para la limpieza son compatibles con los productos del baño.
- Comprobar que las conducciones están vacías antes de realizar las operaciones de mantenimiento.



No obstante lo anterior, se deberá tener en cuenta, en el almacenamiento de sustancias químicas, lo indicado en el Real Decreto 379/2001, Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias, en particular la MIE-APQ-6 Almacenamiento de líquidos corrosivos.

Fugas, derrames, etc.

Se pueden originar en la adición o trasiego de productos por desbordamiento de cubas cuando la capacidad de la cuba es inferior al líquido que puede contener. Este riesgo puede aparecer cuando la formulación se realiza en una cuba auxiliar y posteriormente se transvasa el baño formulado. Durante la utilización del baño también se puede producir cuando el volumen de la carga (piezas) es superior al preceptivo. También se pueden originar por presencia de cubas, conducciones o envases en mal estado.

Algunas condiciones a tener en cuenta en relación con la instalación son:

- Las cubas y su recubrimiento interior deben tener una resistencia química y mecánica adecuadas y compatibles con los productos que van a contener (consultar ficha del baño según proveedor).
- Las cubas deberán tener rebosaderos y contenedores de seguridad para recogida de fugas y/o derrames.
- Los niveles deben estar visibles y, en caso de trasiego automático, deben existir detectores de nivel alto para cortar la entrada de agua y de reactivos, incluidas las cubas móviles para transferencias.
- Se deberán comprobar los tanques de almacenamiento de reactivos y las conducciones de trasiego, de forma que no tengan poros ni grietas.

En las tareas de formulación, utilización y mantenimiento se deberán tener en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Se deberán comprobar la capacidad de la cuba y los volúmenes de líquido / sólido a añadir.
- Los envases se deberán cerrar después de su utilización.
- Introducir recipientes debajo de las válvulas para recogida de posibles goteos.
- Disponer de una instrucción para la recogida de fugas y/o derrames, en que se indique los medios necesarios: equipos de protección individual a utilizar, material absorbente y material de limpieza en función del derrame, y otros medios de contención, en su caso.

Proyecciones

Pueden aparecer por reacciones intempestivas y también porque las cubas, conducciones, etc. contienen restos de baño. También se pueden originar en bombas de trasiego de productos desde grandes contenedores o por salpicaduras en el momento de añadir los productos.



- Atender a las medidas recomendadas para evitar reacciones intempestivas.
- Los tanques, válvulas y conducciones deberán estar claramente etiquetados de manera comprensible. Las etiquetas deberán indicar la naturaleza del contenido, la temperatura de trabajo, la naturaleza del peligro y su tratamiento de emergencia.
- Las adiciones de los reactivos se deberán realizar lentamente y con cuidado para evitar proyecciones. Hay que tener especial cuidado en la adición de productos sólidos.
- Se debería estudiar la posibilidad de emplear sistemas automáticos de adición de reactivos, evitando en lo posible el vertido libre desde recipientes.
- Para transferir líquido de una garrafa al baño se debe emplear un sistema basculante, un sifón o una propipeta. El líquido nunca debe ser transvasado mediante aire comprimido. El peligro está siempre presente y la garrafa puede romperse o incluso explotar y proyectar ácido al operario.

- Comprobar que las válvulas están cerradas antes de encender las bombas de trasiego.
- En sistemas automáticos, regular la velocidad de entrada y salida de piezas en el baño.
- Comprobar que las conducciones están vacías al finalizar el proceso y siempre antes de realizar operaciones de mantenimiento
- Determinar un tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos.
- Emplear equipos de protección individual, en especial de cara y manos.

Contacto cutáneo / ocular

Puede ser directo, como consecuencia de una fuga, una proyección o una reacción intempestiva; o indirecto, a través de contacto con ropa sucia, envases en mal estado, etc.

En la operación de carga y descarga de piezas, el contacto cutáneo puede tener su origen en un enjuague insuficiente de las piezas o bien en la presencia de baño en el interior de piezas de geometría complicada.

En las tareas de mantenimiento se produce cuando los elementos a revisar todavía contienen restos de baño.

De entre los posibles componentes del baño de cromatizado son de destacar el cromo hexavalente y aditivos como el fluoruro, debido a sus características especiales de toxicidad.

El cromo hexavalente (cromatos y dicromatos) es oxidante, no quema la piel inmediatamente como los ácidos comunes, pero se pueden producir serias irritaciones durante una exposición prolongada. El producto es carcinogénico para los humanos. También puede producir sensibilización de la piel por contacto y causar daño a otros órganos como el hígado o los pulmones. El cromo puede ser un agente de sensibilización tanto primaria (por contacto directo) como secundaria (alérgica), establecida durante un largo período de tiempo.

Hay que tener especial precaución con la manipulación de ciertos aditivos, especialmente de los fluoruros, ya que durante la fase de formulación se encuentran concentrados. Los fluoruros pueden atacar a plásticos, caucho y recubrimientos diversos.

Dado que el contacto con sustancias químicas puede ser derivado de reacciones intempestivas, proyecciones, fugas o derrames, las medidas descritas para evitar dichos riesgos resultan efectivas para el riesgo de contacto cutáneo / ocular.

En lo relativo a la manipulación de las piezas:

- Se deberán respetar los tiempos de enjuague y escurrido de piezas.
- Regular la entrada y salida de bastidores y dotar de medios para escurrido auxiliares para procesos manuales (barras...).
- En piezas de geometría complicada se deberá asegurar que se ha escurrido completamente el líquido de su interior.

Por lo que respecta al trabajador:

- Para procesos en vía húmeda, los equipos de protección personal deben consistir en:
 - Delantal impermeable
 - Botas de seguridad
 - Gafas de seguridad
 - Guantes hasta medio brazo.

Los equipos de protección individual deben ser seleccionados de forma adecuada, para que se adapten a la persona. Los trabajadores deben ser entrenados para su correcto uso y mantenimiento. El equipo debe ser comprobado y mantenido periódicamente para asegurar la protección del trabajador.

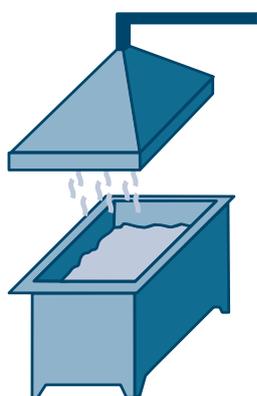
- En la manipulación del baño y la adición de productos se deben llevar guantes de goma (recomendados guantes de butilo o PVC) y caretas o protección ocular.
- Las personas susceptibles de reacciones alérgicas no deben manipular los productos químicos (cromatos...).
- En caso de contacto con las soluciones, especialmente aquellas que contengan fluoruros, se debe lavar inmediatamente con agua corriente la zona afectada y acudir a un médico lo antes posible. Deberán

existir duchas de emergencia y lavaojos en los lugares próximos a los baños.

- Las ropas contaminadas deben ser retiradas y lavadas antes de su reutilización.
- Cada trabajador debe cambiarse la ropa al empezar y finalizar su turno. La ropa de calle y de trabajo debe guardarse en bolsas separadas, de forma que no puedan contaminarse por contacto. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo (R.D. 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo).
- Mantener unas normas de higiene adecuada, en concreto lavarse las manos y la cara al finalizar la jornada y siempre antes de comer, beber o fumar.
- No manipular envases rotos o deteriorados.
- Revisar todos los envases y comprobar que no tienen fugas y que el exterior de los mismos esté limpio y seco (en especial los que contengan fluoruros).

Inhalación de vapores

Se puede producir por manipulación de productos concentrados en la formulación del baño. También por emanaciones del propio baño, especialmente cuando el baño funciona en caliente. O bien por subproductos de reacción del baño con el metal base de las piezas, por ejemplo, el hidrógeno.



El cromo hexavalente es tóxico por inhalación; el vapor puede irritar el sistema respiratorio o los pulmones. La inhalación de vapores de fluoruro es peligrosa. Durante la preparación de los baños también se puede producir la inhalación de polvo debido a que los reactivos se presentan en forma sólida.

Las medidas preventivas con respecto a la instalación:

- Aislamiento del proceso cuando no se encuentre en funcionamiento. Es recomendable la existencia de tapas móviles en los baños con el fin de evitar las emisiones o evaporación excesiva, cuando no se utilicen los baños.
- Extracción local de gases, nieblas o vapores. Estos métodos deberán reducir las emisiones hasta los límites permitidos. El material de fabricación deberá ser resistente a la corrosión.
- Si la operación puede originar gases, nieblas o vapores, habrá que proporcionar ventilación suficiente durante el transcurso de la misma.
- Realizar un control periódico de mediciones de condiciones ambientales (concentración de contaminantes presentes en la atmósfera).
- Emplear equipos de protección individual: mascarillas protectoras. Se deberá asegurar que se ajustan adecuadamente, están limpias y el filtro se cambia de forma regular.

En la reparación de ciertas cubas o espacios cerrados podría ser necesaria la introducción del trabajador en el interior de dichas cubas. En este caso el riesgo de inhalación de productos químicos puede ser agravado por un riesgo de anoxia. Este riesgo también aparece en la presencia de productos peligrosos retenidos en los equipos.

Para el caso concreto de trabajo en recintos confinados deben implantarse instrucciones específicas, que deberán estar reguladas por permisos especiales de trabajo. Entre otras cosas, se deberá tener en cuenta:

- La atmósfera en el interior debe ser analizada antes de entrar en un recinto confinado, especialmente si se tiene que soldar o realizar cualquier trabajo en caliente.
- El trabajador debe llevar ropa de trabajo adecuado, un respirador y un arnés de seguridad.
- Debe haber al menos una persona en el exterior del tanque para proporcionar asistencia inmediata en caso necesario.
- Las personas situadas en el exterior de la cuba deben tener a su disposición respiradores para el caso de que sea necesaria su entrada a la cuba.
- Es necesaria, además una formación específica de los trabajadores.

Ingestión de productos químicos

Este riesgo se puede producir de forma directa, a través de una proyección o reacción intempestiva, o por ingestión del polvo o nieblas presentes en el ambiente; o indirecta, a través de las manos sucias, ropa u objetos contaminados.

La ingestión de cromo hexavalente puede causar quemaduras graves y daños internos severos.

Además de las medidas preventivas expuestas para evitar reacciones intempestivas y proyecciones, se deberán cumplir las siguientes medidas:



- Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.
- No transvasar los reactivos a envases no etiquetados.
- Los trabajadores que manipulen reactivos químicos deben lavarse las manos y la cara antes de comer y al abandonar su puesto de trabajo tras finalizar su jornada laboral.
- Ningún empleado debe comer, beber o fumar en el área donde existan productos tóxicos. Se debe habilitar una zona separada para este propósito.
- Los trabajadores dedicados a esta tarea deberán llevar guantes de goma, calzado y ropa adecuada.
- Evitar malos hábitos: oler o probar cosas cuando no se conoce su composición.
- No se debe almacenar agua, comida o bebida en el almacén de productos químicos.
- Limitar el acceso al almacén a personal autorizado y conocedor de los riesgos químicos.

6 Bibliografía

- *Metals handbook* 9th edition. Volumen 5. *Surface cleaning, finishing and coating*. American Society for Metals. 1989.
- *Metal finishing. Guidebook and directory issue*. 95. January 1995. Volume 93, number 1.
- *Ateliers de traitement de surface. Préventions des risques chimiques*. INRS 1998. Paris.
- *Techniques de l'ingénieur. Traitements des métaux*.
- *Vertido cero en la Industria de Electrocincado del Acero. Tesis doctoral*. Gaspar Lloret Boscá. Universidad Politécnica de Valencia. 2003
- Ihobe. *Libro Blanco para la minimización de residuos y emisiones. Recubrimientos electrolíticos*.
- *Draft reference document on best available techniques for the surface treatment of metals and plastics*.

ANEXO I

Clasificación de los baños de cromatizado en función de su riesgo

La composición de los baños puede depender de su fabricante. A continuación se muestra un ejemplo:

Composición del baño	Riesgo	Frases R y S
Bifluoruro de amonio	Tóxico, corrosivo	R 25-34
Ácido nítrico	Corrosivo, comburente	R 8-35
Trióxido de cromo	Corrosivo, tóxico, comburente, nocivo	R 49-8-25-35-35-43-50/53

Riesgos conjuntos del baño

Composición del baño	Riesgo	Frases R y S
	Tóxico, corrosivo, peligroso para el medioambiente	R 49-35-22-43-51/53 P 11 S26-36/37/39-45-53-60-61

Cromatizado

Protección respiratoria	Necesaria en presencia de vapores / aerosoles.
Protección de los ojos	Precisa.
Protección de las manos	Para contacto pleno, guantes de caucho nitrilo, espesor 0,11 mm, tiempo de penetración > 480 min.
Otras medidas de protección	Llevar ropa protectora contra ácidos.
Medidas de higiene particulares	Sustituir inmediatamente la ropa contaminada y sumergir en agua. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al finalizar el trabajo. No inhalar la sustancia. Extracción.

CROMATIZADO



Definición

El cromatizado consiste en la creación de capas de conversión protectoras por formación sobre la superficie metálica de compuestos de cromo trivalente y cromo hexavalente. Estas capas pasivan la superficie metálica y la protegen de la corrosión.

Como características adicionales, este recubrimiento produce un aumento de la adherencia en el pintado o aplicación de otros recubrimientos orgánicos.

Los baños de cromatizado están compuestos principalmente por compuestos de cromo hexavalente.

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)

Equipos de protección individual

Riesgo continuo

Riesgo presente



Cromatos de sodio



OBLIGACIONES

- Seguir de forma rigurosa las indicaciones de las fichas de formulación y análisis de baños.
- Los baños deben ser preparados por personal especializado.
- Conectar el sistema de aspiración de vapores desprendidos por el baño.
- Comprobar que los recipientes que contengan sustancias químicas están correctamente etiquetados, en particular transvases.
- Atender a las indicaciones del etiquetado y de las fichas de seguridad.
- Los recipientes deberán conservarse cerrados.
- Revisar los envases y comprobar que no tienen fugas y que el exterior está limpio y seco.
- Examinar la carga antes de manipularla, localizando aristas y bordes afilados.
- Utilizar guantes al colocar las piezas en el bastidor.
- Comprobar que las piezas están correctamente dispuestas en los bombos / bastidores.
- Comprobar que las válvulas están cerradas antes de realizar el proceso de trasiego.
- Comprobar que los equipos a emplear están limpios y sin restos de anteriores operaciones.
- Comprobar la capacidad de la cuba y los volúmenes de baño o líquido a trasegar.
- Respetar los tiempos de enjuague y escurrido de piezas.
- Cerrar válvulas al finalizar los procesos de transvase.
- La adición de materiales al baño será cuidadosa para evitar salpicaduras y/o proyecciones.
- Recoger los posibles derrames con la mayor celeridad posible.
- La ropa de trabajo se almacenará separadamente de la ropa de calle.
- Cambiar la ropa contaminada por ropa limpia.
- Utilizar las duchas de emergencia y lavaojos en caso de contacto del baño o los productos concentrados con la piel.
- Lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.

PROHIBICIONES

- Prohibido comer, beber o fumar junto a los baños de cromatizado.
- Prohibido recoger las fugas de productos crómicos concentrados con absorbentes orgánicos (serrín, etc.).
- Evitar oler o probar sustancias de composición desconocida.
- Evitar el contacto del ácido crómico con productos orgánicos, amoníaco, etc.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o trabajo.
- No almacenar recipientes con fluoruros durante largos periodos de tiempo.
- Almacenar a temperaturas moderadas en entorno seco y bien ventilado.
- Verificar el estado de los recipientes incluidas las etiquetas.

ANÁLISIS DE RIESGOS: CROMATIZADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caídas de personas al mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de suelos deslizantes. - Presencia de obstáculos. 	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Emplear suelos antideslizantes o plataformas de tramos o rejillas. - Disponer de procedimientos de limpieza periódica. - Disponer de calzado antideslizante. - Determinar tiempo suficiente para eliminar arrastres y goteos. - Disponer de barras de goteo sobre los baños.
Cortes con las piezas / bastidores	Contacto con aristas o filos.	Fijación de piezas	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar guantes anticorte para colocar las piezas en los sistemas de fijación.
Golpes	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas de objetos. - Choques con piezas o maquinaria en movimiento. - Presencia de objetos en las zonas de paso. 	<ul style="list-style-type: none"> -Fijación / extracción de piezas. - Utilización del baño. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impedir la entrada de personal no autorizado al recinto. Señalizar. - Proteger mediante resguardos mecánicos y/o con sistemas de detección de presencia las zonas de movimiento automático que pudieran interactuar con personas. - Proporcionar calzado de seguridad certificado "CE". Señalizar su uso obligatorio. - Señalizar vías de circulación. - Disponer de sistemas de parada automática de bastidores o cadenas motorizadas.
Sobreesfuerzos	Manejo de cargas (envases de reactivos, piezas, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación de baño. - Fijación / extracción de piezas. - Mantenimiento de elementos auxiliares. 	<ul style="list-style-type: none"> -Disponer de ayuda auxiliar manual o automática. - Formar e informar sobre el manejo de cargas. - Configurar la estación de trabajo de forma que el rango de alturas se encuentre entre las rodillas y los hombros del trabajador en recogida y depósito de piezas. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes. - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo. - Emplear contenedores de dimensiones y pesos menores. - Emplear envases seguros y ergonómicamente concebidos.
Reacciones intempestivas	<ul style="list-style-type: none"> - Mezcla de productos incompatibles. - Secuencia de mezclado incorrecta. - Presencia de productos orgánicos junto a las sales crómicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación de baño. - Utilización de baño. - Transferencia de baño. - Mantenimiento de elementos auxiliares. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer en el puesto de trabajo de las fichas de formulación y análisis de baños. - Restringir las tareas de manipulación de productos químicos por personal autorizado y formado. - Alejar el proceso de fuentes de calor. Señalizar. - Emplear recipientes que no reaccionen con el contenido (cromatos, fluoruros...). - Definir una secuencia lógica en el movimiento de piezas y la adición de reactivos. - Elegir productos de limpieza compatibles con los productos del baño. - Disponer de instrucciones de orden y limpieza.

ANÁLISIS DE RIESGOS: CROMATIZADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Fugas / derrames	<ul style="list-style-type: none"> - Desbordamiento de cubas en adición y trasiego de productos. - Presencia de poros, grietas o fisuras en envases, cubas y conducciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación de baño. - Mantenimiento del baño. - Transferencia del baño. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dotar de cubas con resistencia química y mecánica compatible con líquido a contener. - Las cubas deberán tener rebosaderos y cubetos de retención. - Comprobar el estado de la cuba y las conducciones para que no presenten grietas ni fisuras. - Los niveles deben estar visibles. - Introducir recipientes debajo de las válvulas para recogida de posibles goteos. - Determinar un tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos. - Disponer de instrucciones específicas para la recogida de fugas y derrames. Formación.
Proyecciones	<ul style="list-style-type: none"> - Mezclado de reactivos incorrecta. - Presencia de resto de baño en el interior de conducciones, tuberías o cubas. - Goteo de las piezas al salir del baño. - Reacciones incompatibles. - Bombeo de productos. - Salpicaduras en la adición de reactivos. 	Todas excepto fijación de piezas	<ul style="list-style-type: none"> - Etiquetado de tanques, válvulas y conducciones. - Regular la velocidad de entrada y salida de piezas del baño. - Emplear sistemas automáticos de adición de reactivos, evitando en lo posible el vertido libre desde recipientes. - Transferir líquidos por medios mecánicos.
Contacto cutáneo / ocular	<ul style="list-style-type: none"> - Directo: fuga, proyección, reacción intempestiva, líquido retenido en el interior de piezas. - Indirecto: contacto con ropa sucia, envases en mal estado. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de las fichas de seguridad de productos utilizados para la formulación. - La adición de reactivos debe ser realizada por personal autorizado. - Dotar de equipos de protección individual: guantes, ropa, mandiles, calzado. - Mantener normas de higiene adecuada. - Deben existir fuentes lavajos y duchas de emergencia en las proximidades del proceso. - Dotar de taquilla para separar la ropa de trabajo de la ropa de calle. - Retirar y lavar ropas contaminadas antes de su reutilización. - Dotar de medios mecánicos para transferir líquidos. - Respetar los tiempos de enjuague y escurrido de piezas, especialmente de piezas con geometría complicada.
Inhalación de vapores	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulación de productos concentrados. - Emanaciones del baño (baños en caliente, productos de reacción, etc). - Trabajo en el interior de cubas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación de baño. - Utilización de baño. - Mantenimiento de elementos auxiliares. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aislamiento del proceso automatizado. - Disponer de sistemas de extracción local de gases, nieblas o vapores. - Disponer de buena ventilación del recinto. - Dotar de equipos de protección individual: mascarillas protectoras. - Realizar un control periódico de la concentración de contaminantes ambientales. - Elaborar una instrucción de trabajo y dotar de medios para trabajos en espacios confinados.
Ingestión de productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Directa: a través de una reacción intempestiva o una proyección. - Indirecta: a través de manos sucias, ropa u objetos contaminados. 	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño. - Promover el etiquetado de los transvases. - Señalizar la prohibición de almacenar comida o bebida en la zona de trabajo con productos químicos.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE CROMATIZADO

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A  Lugares de trabajo	
1. La zona de paso está limpia y ordenada, libre de obstáculos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. Los materiales de construcción de la instalación y elementos auxiliares son resistentes al ataque de productos corrosivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. En caso de fugas y derrames se siguen las instrucciones de orden y limpieza.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. Las vías de paso están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. Se dispone de suelo antideslizante, o plataformas de tramos o rejilla para minimizar el contacto con suelos resbaladizos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
6. Está controlado el riesgo de caída sobre la cuba (altura de la propia cuba, barandilla...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. En caso de plataformas en altura, se dispone de medios para evitar el riesgo de caída en altura (barandillas, listón intermedio, rodapiés...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B  Equipos de trabajo/instalaciones	
8. Las instalaciones automáticas de alimentación y transporte de piezas disponen de resguardos que impiden el acceso a la zona de movimiento de piezas o dispositivos de seguridad que detienen el movimiento peligroso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. Las instalaciones automáticas disponen de sistemas de parada de emergencia en zonas accesibles desde el puesto de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. Se dispone de manual de instrucciones de los equipos de carga de piezas (puente grúa, polipastos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. El operario conoce el funcionamiento de los equipos de carga / descarga de piezas y los utiliza correctamente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. Se respeta lo dispuesto para locales con riesgo de corrosión en la Instrucción Técnica Complementaria 30 del Reglamento Electrotécnico de baja tensión (ITC BT 30).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. Se inspeccionan los bastidores y los sistemas de fijación antes de iniciar el trabajo y durante la realización del mismo para evitar caídas de objetos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

17. Las cubas y su interior están diseñadas para resistir química y mecánicamente a los productos que contienen.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
18. Las cubas disponen de rebosaderos para evitar desbordamientos dirigidos a desagües.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Las cubas de los baños de cromatizado disponen de cubetos de retención para la recogida de fugas y/o derrames.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. Las cubas de los baños de cromatizado están identificadas y etiquetadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. Las cubas de baños de cromatizado disponen de indicador de nivel de líquido visible.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. Existen detectores de nivel (alarma o dispositivos de parada) para controlar la entrada de agua y reactivos a las cubas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Se respeta la altura libre de las cubas para evitar desbordamientos (desde la superficie del líquido hasta el extremo de la cuba).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

C Sustancias químicas

26. Se dispone de las fichas de seguridad actualizadas de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. Se dispone de fichas de formulación de baños donde se indican las operaciones a efectuar y el tratamiento a realizar	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Están suficientemente definidos los procesos de formulación mediante procedimientos escritos y son aplicados por el trabajador.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. Se comprueba que las instalaciones están limpias de sustancias químicas antes y después del proceso (cubas, conducciones...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. Se conocen las incompatibilidades químicas entre productos (ácido crómico – sustancias orgánicas, fluoruros – vidrio).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
31. Se ha informado a los trabajadores sobre los riesgos en la manipulación de las sustancias peligrosas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. Están suficientemente identificados y correctamente etiquetados los envases de todos los productos peligrosos incluyendo los recipientes empleados en los transvases.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Se revisan los envases de sustancias peligrosas para detectar fugas, cambios de color, porosidades, abolladuras, grietas...	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Los envases se mantienen cerrados cuando no se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Se dispone de sistemas de dosificación mecánica para el manejo y transvase de reactivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. Se cierran las bombas y sus válvulas asociadas cuando finaliza el proceso de transvase de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Se dispone de sistemas de retención con capacidad suficiente para contener fugas o derrames de sustancias peligrosas (cubetos, recipientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. Se dispone de instrucciones y medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas y se aplica.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
39. Existen duchas y fuentes lavaojos próximas a los lugares donde existe el riesgo de proyección de líquidos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
41. El trabajador se cambia de ropa al final de la jornada y dispone de taquillas o compartimentos para tener separada la ropa de calle de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

D Incendio/explosión

42. Se evita la recogida el contacto de compuestos de cromo hexavalente concentrado con materia orgánica (p.ej: serrín, disolventes orgánicos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Existen medios de extinción en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida, en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

E Condiciones ambientales

44. Los procesos automáticos están encerrados para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. En los procesos semiautomáticos o manuales se tapan las cubas que no se están utilizando.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. Existe extracción localizada eficaz en los focos de emisión de gases, vapores o nieblas (limpio y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
47. Existe un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. Se realiza un control periódico de la concentración ambiental de contaminantes (gases, vapores, nieblas ácidas) presentes en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
49. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
50. Se plantea la sustitución de procesos que utilicen cromo hexavalente por procesos que utilicen cromo trivalente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
51. Está señalizado y se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
52. Existen procedimientos escritos y medios técnicos para el trabajo en espacios confinados (reparación y mantenimiento de cubas de gran tamaño, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

F Equipos de protección individual

53. Se utilizan guantes impermeables y resistentes a soluciones corrosivas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. Se dispone de guantes resistentes a los cortes para la manipulación de las piezas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
55. Se dispone de gafas de seguridad o pantallas faciales en operaciones que puedan generar salpicaduras (transvases, introducción manual de bastidores...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. Se dispone de calzado de seguridad impermeable con características antideslizantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
57. Se utiliza ropa impermeable (mandil).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
58. Se dispone de equipos de protección respiratoria para la formulación o transvase de reactivos concentrados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
59. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
60. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
61. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
62. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
63. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

64. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
65. Durante la fijación / extracción de piezas en bastidores, perchas..., el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los nudillos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
66. Durante la adición de reactivos, alimentación de piezas a granel en bombos, cestas... la altura de trabajo se encuentra a nivel de los codos del trabajador (es recomendable que se encuentre ligeramente por debajo del nivel de los codos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
67. No se cargan ni descargan manualmente bastidores / bombos alejados del borde de la cuba (rango recomendado hasta 25 cm, no superar los 60 cm).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
68. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
69. Se trasvasan los reactivos concentrados mediante bombas, evitando en la medida de lo posible el volcado directo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
70. En procesos manuales se dispone de barras de goteos para facilitar el escurrido de las piezas	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
71. Se ha establecido un programa de formación sobre el correcto manejo de cargas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
72. Las manipulaciones evitan las posturas forzadas continuadas de muñeca.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

H Almacenamiento

73. Los espacios previstos para almacenamiento tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
74. Se controla que los fluoruros y el ácido crómico no se almacenen en zonas que puedan entrar en contacto con el agua.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
75. Los fluoruros y ácido crómico se protegen frente a variaciones de temperatura y frente a la humedad (lugares frescos y secos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
76. Se tienen en cuenta las condiciones establecidas en el Reglamento de almacenamiento de productos químicos en lo referente a los sólidos tóxicos, comburentes, R.D. 379/2001.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
77. Se almacenan productos químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
78. Está correctamente ventilada el área de almacenamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>



Fosfatado

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

1.- Proceso de fosfatado

2.- Tipos de fosfatación

- Fosfatación amorfa
- Fosfatación cristalina

3.- Componentes de los baños de fosfatación

4.- Métodos de aplicación

- Fosfatado por inmersión
- Fosfatado mediante aspersión

5.- Equipamiento

- 5.1.- Mantenimiento del equipo
- 5.2.- Factores de control
- 5.3.- Control de las soluciones

6.- Tareas relacionadas con el fosfatado

- 6.1.- Formulación del baño
- 6.2.- Utilización del baño
- 6.3.- Transvase del baño
- 6.4.- Fijación / descarga de piezas en bastidores
- 6.5.- Mantenimiento del baño
- 6.6.- Mantenimiento de elementos auxiliares

7.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

- Caídas al mismo nivel
- Golpes / cortes
- Sobreesfuerzo en el manejo de cargas
- Reacciones intempestivas
- Fugas / derrames
- Proyecciones
- Contacto cutáneo / ocular
- Inhalación de aerosoles
- Ingestión de productos químicos
- Explosiones

8.- Bibliografía

FICHA INFORMATIVA
FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de fosfatado

El fosfatado es una capa de conversión que se origina por reacción del metal base con soluciones de fosfatos ácidos de hierro, zinc o manganeso. La superficie de las piezas se recubre de una película de fosfatos de los metales citados. Esta película de fosfatos es porosa, prácticamente insoluble en agua y eléctricamente aislante.

El fosfatado se emplea principalmente como subcapa para los procesos de revestimientos orgánicos del hierro y acero, convirtiéndolo en un anclaje perfecto de recubrimientos orgánicos como pueden ser las pinturas.

Las aplicaciones más usuales del proceso de fosfatado son las siguientes:

- *Preacondicionado de superficies*, creando una subcapa apta para recibir y retener revestimientos orgánicos, y protección de las superficies contra la corrosión indeseable de las capas orgánicas.
- *Preparado de superficies* para mejorar el anclaje de capas plásticas.
- *Acondicionamiento de superficies* para operaciones de conformado de metales (extrusión en frío, trefilado y estirado de alambre), proporcionando una excelente superficie absorbente de lubricantes.
- *Mejora de la resistencia a la corrosión*, proporcionando una buena base para aplicación de ceras y aceites protectores.

2 Tipos de fosfatación

Dependiendo de la naturaleza de la capa de fosfatos formada, el proceso de fosfatado se puede dividir en:

Fosfatación amorfa

Se denomina comúnmente desengrase-fosfatado o fosfatación al hierro. Se utiliza como tratamiento previo a los recubrimientos orgánicos, siendo un proceso muy utilizado por su mantenimiento simple y su bajo coste.

Se puede aplicar por aspersión o por inmersión. Produce recubrimientos de bajo espesor, de tinte irisado, presentando mayor eficiencia cuando se aplica por aspersión.

Las capas formadas mediante la fosfatación amorfa presentan una perfecta adherencia de las pinturas y excelentes posibilidades de conformado en el caso de chapa prepintada (plegado, rayado, embutido). El mayor inconveniente radica en sus pobres características anticorrosivas.

Los baños contienen generalmente fosfato monosódico, además de aceleradores oxidantes (nitrito, molibdato, clorato, derivados nitrados orgánicos) y tensioactivos no iónicos (aspersión).

Fosfatación cristalina

Este tipo de soluciones fosfatantes son soluciones acuosas muy diluidas que contienen ácido fosfórico, un fosfato primario de un catión metálico divalente (cinc, calcio o manganeso (II)) y aceleradores (nitratos, nitritos, cloratos, etc.), así como catalizadores (níquel, cobre, etc.).

Se puede aplicar por aspersión o por inmersión. Al contrario que en la fosfatación amorfa, las capas formadas presentan mayores propiedades anticorrosivas.

3 Componentes de los baños de fosfatación

- *Ácido ortofosfórico libre*, H_3PO_4 , responsable de la estabilidad de la solución y del ataque a la superficie metálica.
- *Sales metálicas disueltas*, normalmente en forma de fosfatos de metales de hierro, cinc o manganeso. Los

fosfatos que puede formar el ácido fosfórico pueden ser de tres tipos, en función de los hidrógenos que se sustituyan:

- Primarios, $\text{Me} (\text{H}_2\text{PO}_4)_n$. Son fácilmente solubles en agua.
 - Secundarios, $\text{Me}_2 (\text{HPO}_4)_n$. La solubilidad depende del metal que contengan.
 - Terciarios, $\text{Me}_3 (\text{PO}_4)_n$. Son prácticamente insolubles.
- **Acelerantes:**
- Sustancias oxidantes
 - Compuestos de metales pesados más nobles que el hierro
 - Sustancias reductoras
 - Acelerantes orgánicos.
- **Surfactantes:** se aplican fundamentalmente en los baños de desengrase-fosfatado para favorecer la acción desengrasante y el escurrido de las piezas. También se utilizan para obtener recubrimientos de grano fino.

4 Métodos de aplicación

Las capas de fosfatado pueden ser aplicadas a una superficie por inmersión, por aspersión, o bien por una combinación de inmersión y aspersión. Ocasionalmente, una superficie puede ser recubierta por cepillado o con trapo, pero el empleo de estos métodos no es muy frecuente.

El método seleccionado dependerá de la naturaleza de la suciedad, el tamaño y la forma de las piezas, así como la cantidad.

Fosfatado por inmersión

En este método de tratamiento, las piezas metálicas se sumergen en un baño durante un tiempo determinado. Se suele utilizar para piezas pequeñas y láminas continuas.

En el caso de piezas pequeñas, éstas son cargadas en bombos giratorios que se sumergen en la solución fosfatante. Las piezas pequeñas también pueden ser colocadas en cestas y ser sumergidas en el baño para ser tratadas.

En el caso de piezas grandes de bajo volumen, éstas son sumergidas manualmente en el tanque. Ciertas piezas grandes, con forma no apropiada para ser fosfatadas por aspersión, también pueden ser tratadas por inmersión.



Fosfatado mediante aspersión

Este método de aplicación está adaptado a grandes piezas de formas más o menos simples y a sistemas en continuo. Ocasionalmente, cestas de piezas pueden ser pasadas a través de un sistema de pulverización mediante lanza, aunque no es el método preferido. El fosfatado por aspersión, debido al equipamiento requerido, es normalmente más utilizado para un alto volumen de recubrimiento de piezas.

En general, el método de fosfatado por aspersión es más rápido y produce un mayor espesor de capa que el fosfatado por inmersión.

5 Equipamiento

El montaje más sencillo es el empleado en la aplicación por inmersión. Debería constar de un número requerido de tanques, control de temperatura y nivel del baño, sistemas de desagüe y de desbordamiento, un sistema extractor para eliminar el vapor producido y dispositivos de manejo de materiales. Cuando se utilizan bombos para contener las piezas, se requieren dispositivos en cada tanque para rotar los bombos mientras éstos se encuentran sumergidos.

Los sistemas de aspersión se encuentran normalmente cerrados en un túnel o cabina para un mejor control del proceso y de la limpieza de la operación. Las piezas a fosfatar están dispuestas en bastidores, ganchos o cestas, y guiadas automáticamente a través de varias etapas de la línea de fosfatado. Se requiere control de temperatura y presión en cada nivel, así como bombas de recirculación de capacidad adecuada.

5.1 Mantenimiento del equipo

De manera periódica, el tanque de fosfatado y los equipos de aspersión deben ser drenados y limpiados con una solución ácida para desprender los lodos depositados en los serpentines de calefacción, las paredes del baño y el interior de las pistolas de aspersión. Esta operación es importante para el buen funcionamiento del equipo, ya que estas sales pueden reducir la presión y producir un calentamiento ineficaz. Además, la presencia de este tipo de sales puede dañar permanentemente el equipo y dejarlo inservible para posteriores limpiezas.

5.2 Factores de control

La frecuencia y el grado de mantenimiento de la solución dependen de los materiales utilizados y la carga de trabajo de la línea. Se deben establecer protocolos de ensayo de solución, de mantenimiento de la solución y de limpieza del sistema.

Para el correcto funcionamiento del sistema de fosfatado, se deben controlar de forma periódica los siguientes parámetros:

- Factores básicos como la temperatura, la concentración de los reactivos y el tiempo deben ser cuidadosamente controlados durante todo el proceso de fosfatado, evitando en todo momento la formación de gradientes dentro del baño.
- La duración del proceso de fosfatado para evitar que un uso prolongado del mismo deteriore el pH de la solución.
- La calidad del baño es importante para obtener un resultado final adecuado de las piezas. Para ello sería apropiado realizar controles de la dureza del agua.

5.3 Control de las soluciones

Con el fin de obtener el máximo rendimiento, es necesario llevar un control del baño. De manera general, los principales puntos de control de la solución son los siguientes:

- a) Factores químicos:
 - Composición del agua
 - Concentración de ácido total
 - Concentración de ácido libre
 - Acidez de los enjuagues previos a la fosfatación
 - Acidez de los enjuagues posteriores a la fosfatación
 - Concentración del activador del enjuague.
- b) Apariencia visual del recubrimiento.
- c) Temperatura.
- d) Presión.
- e) Nivel de la solución.

Los controles periódicos son necesarios para asegurar que el sistema está trabajando en las mejores condiciones.

6.1 Tareas relacionadas con el fosfatado

6.1.1 Formulación del baño

Consiste en la preparación de las disoluciones de los productos químicos que formarán parte del baño. Los productos sólidos se pesan en balanzas y los líquidos se miden por volumen. Posteriormente, se disuelven en un volumen adecuado de agua. Para facilitar su disolución puede aplicarse agitación, calor o ambos procedimientos.

El proceso de adición de reactivos puede ser manual o automático a través de bombas y conducciones.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Sobreesfuerzo
- Reacciones intempestivas
- Fugas o derrames asociados
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular
- Inhalación de aerosoles
- Ingestión de productos químicos.

6.1.2 Utilización del baño

Consiste en la entrada y salida de piezas del baño y la transferencia de piezas entre baños y enjuagues. Este proceso puede ser manual o automático, en función del tamaño y las características de las piezas.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Caídas al mismo nivel
- Golpes o cortes
- Sobreesfuerzo
- Reacciones intempestivas
- Fugas o derrames
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular
- Inhalación de aerosoles
- Ingestión de productos químicos
- Explosiones.

6.1.3 Transvase del baño

Consiste en el vaciado del baño por gravedad o bombeo y su disposición en otro lugar. Esta operación se realiza con el fin de limpiar las cubas, retirar lodos, recoger piezas del fondo, purificar baño en uso o para retirar el baño agotado.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Fugas o derrames
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular.

6.1.4 Fijación / descarga de piezas en bastidores

Consiste en la disposición de las piezas a fosfatar en los bastidores. Este proceso suele ser manual en el caso de los bastidores debido a sus características.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Golpes o cortes
- Sobreesfuerzo
- Contacto cutáneo u ocular.

6.5 Mantenimiento del baño

Para que el baño de fosfatado funcione de forma adecuada, es necesario que todos los parámetros de formulación estén dentro de unos intervalos. Para ello hay que realizar controles periódicos de: pH, nivel de baño, ajustes de concentración, añadir aditivos, compensar pérdidas por evaporación, arrastre, etc. Normalmente se realizan tomas de muestras periódicas y se analizan los componentes principales del baño; en función de los resultados se añaden o compensan los reactivos necesarios.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Fugas o derrames
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular.

6.6 Mantenimiento de elementos auxiliares

Estas operaciones auxiliares facilitan que todos los elementos y accesorios se encuentren en perfecto estado, con el fin de que el proceso se desarrolle de la forma más eficaz. Entre otras tareas podemos destacar: limpieza de boquillas de aspersores; limpieza de sistemas de aspersión; limpieza de tanques; revisión y/o limpieza de sistemas de extracción; revisión – limpieza – reparación de bombas; revisión – limpieza – reparación de campanas extractoras; limpieza de incrustaciones de elementos fijos y móviles: conducciones, resistencias, válvulas, etc.

Los riesgos específicos más característicos de la tarea son:

- Reacciones intempestivas
- Proyecciones
- Contacto cutáneo u ocular
- Inhalación de aerosoles.

7 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Caídas al mismo nivel

Tienen su origen en los suelos deslizantes (suelos mojados o con charcos), debidos a arrastres de baño, goteos, fugas, etc.

- El suelo debe ser antideslizante en las proximidades de los baños. Puede utilizarse plataformas de tramos o rejilla que estarán libres de grietas, orificios, tornillos que sobresalgan, tableros sueltos.
- El trabajador debe emplear calzado antideslizante. Señalizar su uso obligatorio de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disponer de barras de goteo sobre los baños donde depositar los bastidores el tiempo de escurrido suficiente para eliminar arrastres y goteos.
- En sistemas automáticos, determinar un tiempo de escurrido suficiente encima de los baños para eliminar arrastres y goteos.
- Disponer de un procedimiento de limpieza periódica. Cualquier derrame debe ser limpiado lo más rápidamente posible.

Golpes / cortes

Pueden producirse golpes en instalaciones automáticas o semiautomáticas debido al acceso de personas en la trayectoria de movimiento de los bastidores. Pueden originarse cortes con aristas o filos que pueden herir al operario durante el proceso de manipulación.

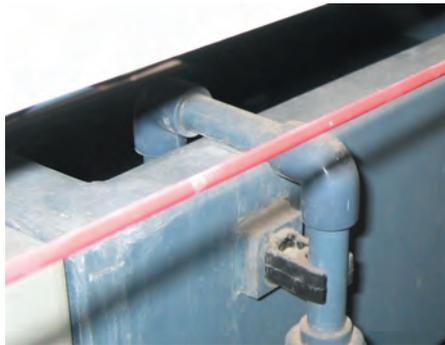
En relación con el riesgo de cortes, podemos destacar las medidas siguientes:

- Examinar la carga antes de manipularla tratando de localizar zonas que puedan resultar peligrosas en el momento de su agarre (aristas, bordes afilados, etc.).
- Utilizar guantes de seguridad anticorte marcado “CE” al colocar las piezas en el bastidor, cestas, etc.



En lo referente al riesgo de golpes, podemos destacar las medidas siguientes:

- Limitar la entrada de personal no autorizado en la zona de movimiento de los bastidores. Señalizar la prohibición de paso.
- Protección mediante resguardos mecánicos de las zonas de paso que discurren bajo cargas suspendidas o próximas a elementos en movimiento.
- Emplear sistemas de parada de emergencia (cables, pulsador tipo seta) para detener el bastidor / cadena.



- Señalizar las zonas donde existan cargas suspendidas.
- Utilización de calzado de seguridad certificado “CE”. Señalización del uso obligatorio.
- Comprobar el adecuado funcionamiento y empleo de los sistemas de fijación de piezas.
- No apilar ni almacenar materiales en proximidades de la cuba.

Sobreesfuerzo en el manejo de cargas

Esta operación es especialmente importante si la adición de productos se realiza de forma manual (productos sólidos en sacos, productos líquidos en bidones).

También está presente durante la carga y descarga manual de piezas en la entrada y salida de bastidores del baño de fosfatado.

- Para la recogida de cargas o materiales desde su punto de almacenamiento o ubicación en las proximidades del puesto, y para reducir el esfuerzo asociado al levantamiento de cargas pesadas, es recomendable que la disposición de la carga a manipular se encuentre en un rango de alturas comprendido entre la altura de las rodillas (preferiblemente de los nudillos) y la altura de los hombros del trabajador. Esto implicaría disponer de plataformas de apoyo para palets, cajas o cargas, evitando dejarlos a nivel de suelo.
- En procesos manuales, para evitar la carga estática producida por la sujeción mantenida de las piezas, cestas, etc. durante el tiempo de escurrido, es recomendable disponer de una barra de goteo que soporte los bastidores o cestas.
- La introducción de las cajas cestas, bastidores, etc. a las cubas debe realizarse lo más cerca posible del

borde de las mismas, para evitar manipulaciones alejadas del cuerpo. La distancia recomendable no debe superar los 25 cm. Nunca se debería superar los 60 cm.

- Se dispondrá de ayuda auxiliar manual o automática cuando la carga a manejar (envases de materias primas, cestas, bombos o bastidores) sea pesada. La guía del R.D 487/97 sobre manejo manual de cargas elaborada por el INSHT establece el peso máximo de la carga a manipular de forma continua en 25 kg, siempre que las condiciones sean ideales (sin giros de tronco, carga próxima al cuerpo, agarre adecuado, etc.) y es recomendable no superar los 15 kg. En caso de cargas pesadas o que impliquen manipulaciones complicadas (bastidores largos o voluminosos) o frecuencias elevadas, se recomienda el empleo de medios mecánicos (polipastos o puentes grúa) o la ayuda de otros trabajadores.
- Se emplearán envases seguros y ergonómicamente concebidos (facilidad de agarre).
- Organización del trabajo: alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes, por ejemplo, alternar posturas de pie y sentado durante la colocación de piezas en bastidores.
- Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas.
- En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a manejo de cargas o posturas forzadas, etc., se precisa una valoración específica de la carga física del puesto de trabajo.

Reacciones intempestivas

Pueden tener diferentes orígenes relacionados con el contacto de sustancias incompatibles entre sí:

- Debido a una secuencia inadecuada de adición de reactivos en la formulación o mantenimiento del baño.
- Debido a que las cubas, conducciones, etc. contengan restos de otros productos.

Las reacciones intempestivas, a su vez, pueden originar proyecciones, elevación de la temperatura de productos y/o objetos.



En general deben observarse las medidas siguientes:

- Se deben leer y comprender las fichas de seguridad de los productos químicos antes de iniciar el proceso.
- Sólo el personal autorizado y que conozca las reglas de seguridad correspondientes a la manipulación de productos químicos debe realizar las adiciones de estos reactivos al baño de fosfatación.
- Asegurar que las tuberías, conducciones y equipos a emplear (bombas, etc.) están perfectamente limpios y sin restos de productos de anteriores operaciones.
- Comprobar que las conducciones están vacías antes de realizar las operaciones de mantenimiento.
- Seguir cuidadosamente los procedimientos de formulación del baño y el orden de adición de los reactivos.
- En el caso de que el fosfatado esté integrado en una línea de baños se deberá definir una secuencia lógica en el movimiento de las piezas con el fin de evitar errores en la introducción de piezas en los baños.
- Cualquier derrame debe ser limpiado lo más rápidamente posible para impedir que reaccione con otros reactivos con los que pueda entrar en contacto.
- Trabajar a temperaturas intermedias para evitar reacciones intempestivas.
- Mantenimiento adecuado de los bastidores para evitar acumulación de sustancias químicas en su interior.
- Conocer las incompatibilidades entre productos. En particular se deberá asegurar que los productos utilizados para la limpieza son compatibles con los productos del baño.
- Debe comprobarse que el drenaje de los baños y los desagües evita el mezclado de efluentes incompatibles (concentrados ácidos o alcalinos).
- Los tanques, válvulas y conducciones deberán estar claramente etiquetados de manera comprensible. Las etiquetas deberán indicar la naturaleza del contenido, la temperatura de trabajo, la naturaleza del peligro y su tratamiento de emergencia.
- Las tapas móviles en los baños pueden protegerlos de contaminaciones externas que podrían originar reacciones intempestivas.



Fugas / derrames

Pueden producirse por desbordamiento de cubas durante la adición o trasiego de productos o piezas cuando la capacidad de la cuba es inferior al líquido que puede contener.

Este riesgo puede aparecer:

- Cuando la formulación se realiza en una cuba auxiliar y posteriormente se transvasa a la cuba destino.
- Presencia de cubas o envases de productos en mal estado.
- Cuando el volumen de carga de las piezas a tratar es superior al preceptivo.
- Goteo de líquido procedente de piezas cuando éstas salen del baño.
- Manipulación incorrecta de envases por desequilibrios, rotura del soporte, etc.

Algunas condiciones a tener en cuenta en relación con la instalación son:

- Las cubas y su recubrimiento interior deben tener una resistencia química y mecánica adecuadas y compatibles con los productos que van a contener (consultar ficha del baño según proveedor).
- Se deberá comprobar periódicamente el estado de las cubas de baños de fosfatado, tanques de almacenamiento de reactivos, conducciones, rechazando aquellas que presenten poros, grietas y/o fisuras.
- En fosfatado por aspersión se deberá comprobar el estado de la instalación para verificar que no existen poros, grietas o fisuras.
- Las cubas deberán tener rebosaderos para evitar el desbordamiento. Los rebosaderos deben estar dirigidos a desagües.
- Los niveles deben estar visibles y deben existir detectores de nivel alto para cortar la entrada de agua y de reactivos, incluidas las cubas móviles para transferencias.
- Todas las cubas deben disponer de cubetas de retención para la recogida de fugas y derrames.

Durante la adición, transvase o trasiego de productos se deberá tener en cuenta:

- Se deberá comprobar la capacidad de la cuba y los volúmenes del baño a transvasar o cantidad de producto sólido o líquido a añadir.
- Se deberá verificar que el volumen de carga es adecuado.



Para evitar la presencia de sustancias líquidas en el suelo:

- Deben escurrirse las piezas sobre el baño, utilizando en su caso las barras de goteo.
- Deben introducirse recipientes debajo de las válvulas para recogida de posibles goteos.
- Cualquier fuga o derrame debe ser recogido inmediatamente mediante material absorbente, palas y guardado en contenedores adecuados según indique la correspondiente instrucción de recogida de fugas y derrames.
- En caso de fugas o derrames importantes de producto se utilizarán los equipos de protección personal adecuados a la sustancia.

Además, respecto al uso de productos químicos y manipulación de envases:

- Los envases se deberán cerrar después de su utilización.
- Formar a los trabajadores en la manipulación segura de productos químicos.

Proyecciones

Pueden responder a diferentes causas, entre las que destacan:

- Trasiego de productos, bien durante la adición manual o en bombas de trasiego.
- Introducción o extracción manual brusca de piezas en el baño. Caída de piezas.
- Reacciones intempestivas: secuencia de mezclado de reactivos incorrecta.

Para evitar proyecciones:

- Seguir cuidadosamente los procedimientos de formulación del baño.
- En el caso de que el fosfatado esté integrado en una línea de baños se deberá definir una secuencia lógica en el movimiento de las piezas con el fin de evitar errores en la introducción de piezas en los baños.
- Las adiciones de los reactivos se deberán realizar lentamente y con cuidado para evitar proyecciones.
- Minimizar el riesgo de caída accidental de piezas de bastidores comprobando de manera periódica los sistemas de sujeción correcta de las mismas.

- Conocer las incompatibilidades entre productos. Evitar reacciones intempestivas y/o explosiones.
- Comprobar que las instalaciones y equipos a emplear (conducciones, cubas, etc.) están limpios.
- Asegurarse de que las válvulas están cerradas antes de conectar bombas de trasiego.
- Las etapas de escurrido deben estar optimizadas (por ejemplo, introduciendo barras de goteo) para evitar la contaminación entre baños y reducir los arrastres.
- Regular la velocidad de entrada y salida de piezas en el baño.
- Estudiar la posibilidad de emplear sistemas automáticos de adición de reactivos, evitando en lo posible el vertido libre desde recipientes.
- Evitar las tuberías flexibles para el traslado de productos / baños dando prioridad a las instalaciones fijas para el transvase de productos.

Contacto cutáneo / ocular

Puede ser directo como consecuencia de una fuga, una proyección o una reacción intempestiva; o indirecto a través de contacto con ropa sucia, envases en mal estado, etc.

Asimismo, durante la operación de carga y descarga de piezas, el contacto cutáneo puede tener su origen en un enjuague insuficiente de las piezas o bien por la presencia de líquido procedente del baño en el interior de piezas de geometría complicada.

Dado que el contacto con sustancias químicas puede ser derivado de reacciones intempestivas, proyecciones, fugas o derrames, las medidas descritas para evitar dichos riesgos resultan efectivas para el riesgo de contacto. No obstante, dado que no es posible asegurar que no haya contacto, debe recurrirse a las siguientes medidas:

- Las piezas, una vez fosfatadas, deberán ser enjuagadas para eliminar todas las trazas de baño residual, especialmente las de geometría complicada.
- Utilizar equipos de protección individual: guantes, mandiles, gafas de seguridad, botas. Los equipos de protección individual deben ser seleccionados de forma adecuada, para que se adapten a la persona. Los trabajadores deben ser entrenados para su correcto uso y mantenimiento. El equipo debe ser comprobado y mantenido periódicamente para asegurar la protección del trabajador.
- Para procesos en vía húmeda, los equipos de protección personal deben consistir en:
 - Mandil impermeable
 - Botas
 - Gafas de seguridad
 - Guantes hasta medio brazo.

Todos los equipos de protección personal deberán ser resistentes al ataque químico.

- Cada trabajador debe cambiarse la ropa al empezar y finalizar su turno. La ropa de calle y de trabajo debe guardarse separada, de forma que no puedan contaminarse por contacto. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo (R.D. 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo).
- Mantener unas normas de higiene adecuada, en concreto lavarse las manos y la cara al finalizar la jornada y siempre antes de comer, beber o fumar.
- Si se produce cualquier contacto con sustancias químicas, la zona afectada debe ser lavada inmediatamente con agua abundante. Deben existir duchas y lavaojos en las proximidades de la zona de trabajo y en los lugares propensos a proyecciones. La localización de estos equipos debe quedar claramente señalizada (R.D. 485/97 de señalización de seguridad y salud en el trabajo).
- En función de la composición del baño, disponer de soluciones ligeramente ácidas (vinagre) para neutralización en caso de proyecciones alcalinas o bicarbonato para las ácidas.

Inhalación de aerosoles

Se pueden producir principalmente en la manipulación de productos concentrados, por emanaciones del propio baño: baños concentrados, baños en caliente, reparaciones, limpieza, etc., caso de acceso al interior de cubas de gran tamaño.

Durante la fosfatación de acero en un baño nuevo acelerado con nitratos, se desprenden nitrógeno, hidrógeno, oxígeno y óxidos de nitrógeno. Por otra parte, la liberación de hidrógeno arrastra tras de sí nieblas de ácido fosfórico libre que, junto a los óxidos de nitrógeno desprendidos en forma de gases, son los principales agentes tóxicos que se pueden encontrar en el proceso de fosfatado.



Algunas medidas relativas a la prevención de este riesgo por lo que respecta a la instalación consisten en:

- Aislamiento de procesos automatizados durante su funcionamiento mediante instalaciones que lo cubran (tipo capota o cubiertas), confinando las sustancias emitidas por los baños o por los sistemas de aspersión durante el proceso y conduciéndolas al exterior después de haber pasado por los filtros correspondientes.
 - Aislamiento del proceso cuando no se encuentre en funcionamiento: es recomendable la existencia de tapas móviles en los baños para cerrarlos con el fin de evitar las emisiones o evaporación excesiva, cuando éstos no se utilicen.
 - Disponer de una buena ventilación del recinto.
- Los baños de tratamiento deben disponer de sistemas de extracción localizada. El diseño de los sistemas de extracción y aspiración debe estar integrado en la concepción de la cuba. La mayoría de las nieblas o vapores desprendidos en el baño son de naturaleza corrosiva, por lo que los sistemas de extracción deben estar contruidos en materiales resistentes a la corrosión.
 - Los mantenimientos, reparaciones e instalaciones (por ejemplo: filtros sucios, bajo caudal...) se deben realizar por personal cualificado, y deben incluir informes de defectos.
 - Uso de equipos de protección respiratoria. La necesidad de uso vendrá determinada principalmente por el tiempo de exposición y concentración presente en el ambiente. Hay tareas en que el tiempo de exposición puede ser reducido pero la concentración elevada como, por ejemplo, en las tareas de formulación, utilización del baño en caliente.
 - Las protecciones respiratorias deben ser adecuadas para evitar tanto la inhalación de partículas (por ejemplo, por la adición de reactivos en estado sólido) como la inhalación de nieblas y vapores inorgánicos (vapores corrosivos, etc.).
 - Los lugares en los que el uso de este equipo de protección se considere obligatorio deberán señalizarse de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
 - Con independencia de las medidas descritas, debe realizarse un control periódico de concentración de contaminantes presentes en la atmósfera de trabajo, valorando la exposición al riesgo a través de mediciones de condiciones ambientales.



En el caso de trabajos en interior de las cubas, como tareas de reparación o mantenimiento, deben implantarse instrucciones específicas en espacios confinados, que deberán estar reguladas por permisos especiales de trabajo. En esta instrucción deberán contemplarse medios como:

- Detectores de concentración de gases dentro del espacio confinado (por ejemplo, detector de triple gas).
- Equipos de protección de respiración autónoma.
- La presencia de otros trabajadores en la zona. Dispositivos de rescate.

Es necesaria, además una formación específica de los trabajadores.

Ingestión de productos químicos

Se produce de forma directa como resultado de proyecciones o de forma indirecta a través de las manos sucias cuando se come, bebe o fuma.

Para los riesgos derivados de la ingestión de productos químicos es necesario:

- Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.
- Debe estar terminantemente prohibido fumar, comer o beber en las zonas de trabajo.
- Los operarios deben seguir unas normas de higiene básicas antes de comer, beber o fumar y siempre que finalice su turno (lavarse las manos, retirar ropa contaminada, etc.).
- Retirar la ropa de trabajo al finalizar el turno.
- Evitar malos hábitos: oler o probar cosas cuando no se conoce su composición.
- No se debe almacenar agua, comida o bebida en el almacén de productos químicos.
- No transvasar los reactivos a envases no etiquetados.

Explosiones

Tienen su origen en el desprendimiento de gases (hidrógeno) al reaccionar el metal base con el baño ácido del fosfatado.

En relación con el riesgo de explosiones:

- Extracción local de gases para evitar que el hidrógeno se acumule en la zona de trabajo y alcance los niveles de concentración peligrosos.
- El proceso de fosfatado debe estar alejado de focos de calor y/o chispas, como operaciones de soldadura, etc.
- Señalizar la prohibición de generar fuentes de ignición.

8 Bibliografía

- ASM Committee on Phosphate Coating- Phosphate Coating. *Metals Handbook* 9th edition. Volume 5.
- *Metal finishing. Guidebook and directory issue*. 92nd edition, pág 116-121 y 95th edition, pág 116 –125.
- Guéguen, Théophile - *Phosphatation- Techniques de l'ingénieur- Traitements des Metaux MD3*".
- <http://www.mtas.es/insht/index.htm>.
- Gaspar Lloret Boscá. *Tratamientos de preparación previa de superficies metálicas*. Ed. Reproval.

FOSFATADO



Definición

El fosfatado consiste en la conversión de la superficie metálica en una fina capa de fosfato metálico, prácticamente insoluble en agua, y eléctricamente aislante. La superficie metálica así tratada queda protegida por una barrera compacta contra la humedad.

El fosfatado se emplea principalmente como subcapa para los procesos de revestimientos orgánicos del hierro y acero, convirtiéndolo en un anclaje perfecto de recubrimientos orgánicos como pueden ser las pinturas.

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)



- Ácido ortofosfórico libre, H_3PO_4
- Fosfatos de metales de hierro, cinc o manganeso
- Acelerantes
- Surfactantes

Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



OBLIGACIONES

- Seguir de forma rigurosa las indicaciones de las fichas de baño (formulación, análisis, mantenimiento).
- Los baños deben ser preparados por personal especializado.
- Conectar sistemas de captación de aire y controlar su buen funcionamiento.
- Atender a las indicaciones del etiquetado y de las fichas de seguridad.
- Comprobar el correcto etiquetado de recipientes de sustancias químicas, incluidos transvases.
- Los recipientes deben conservarse cerrados cuando no se estén utilizando.
- Revisar envases y comprobar que no tienen fugas.
- Examinar la carga antes de manipularla localizando zonas de difícil agarre.
- Comprobar la fijación de las piezas en los bastidores.
- Comprobar que las válvulas están cerradas antes de realizar los procesos de trasiego.
- Verificar que los equipos a emplear (conducciones, cubas, etc.) están perfectamente limpios.
- Comprobar la capacidad de la cuba antes de realizar los trasiegos.
- Adicionar de forma lenta y controlada los reactivos en el baño.
- Cerrar válvulas al terminar los procesos de transvase. Revisar estanqueidad.
- La adición de piezas o bastidores al baño será cuidadosa, evitando salpicaduras y proyecciones.
- Respetar los tiempos de enjuague y escurrido de piezas. Escurrir las piezas sobre los baños
- Verificar enjuagues correctos para eliminar trazas residuales de baño..
- Recoger los posibles derrames con la mayor celeridad posible.
- Utilizar las duchas de emergencia y lavajos en caso de contacto del baño o los productos concentrados con la piel.
- Lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.

PROHIBICIONES

- Prohibido utilizar agua en los derrames de producto sólido.
- Prohibido comer, beber o fumar junto al proceso de fosfatado.
- Prohibido almacenar comida o bebida en la proximidad de los puestos de trabajo.
- Evitar oler o probar sustancias de composición desconocida.
- Prohibido acercar fuentes de ignición al proceso de fosfatado.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- Almacenar los reactivos en lugares secos y cerrados.
- No almacenar conjuntamente las sustancias incompatibles entre sí.
- Verificar el estado de los recipientes incluidas las etiquetas.

ANÁLISIS DE RIESGOS: FOSFATADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Cáidas al mismo nivel	Suelos deslizantes debidos a fugas y/o derrames o falta de limpieza.	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar suelo antideslizante en las inmediaciones del baño (plataformas de tramos o rejilla). - Disponer de barras de goteo sobre los baños. - Emplear calzado antideslizante. - Disponer de procedimientos de limpieza periódica. - Recoger los derrames inmediatamente con material absorbente.
Cortes con las piezas / bastidores	Contacto con aristas o filos.	Fijación de piezas	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar guantes anticorte para colocar las piezas en el bastidor.
Golpes / arrastres	Bastidores en movimiento en zonas de paso.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización. - Carga – descarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección mediante resguardos mecánicos de las zonas de paso bajo las cargas suspendidas. - Emplear sistemas de parada de emergencia. - Limitar la entrada de personal no autorizado. - Señalizar el riesgo de cargas suspendidas. - Proporcionar calzado de seguridad.
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo manual. - Manipulación de cargas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización transvase. - Carga – descarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de ayuda auxiliar manual o automática. - Configurar la estación de trabajo de forma que el rango de alturas se encuentre entre las rodillas y los hombros del trabajador en recogida y depósito de piezas. - Disponer de barras de goteo sobre los baños. - Formar e informar sobre el manejo correcto de cargas. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes. - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo para exposiciones prolongadas.
Reacciones intempestivas	<ul style="list-style-type: none"> - Mezcla o contacto de sustancias incompatibles entre sí. - Adición incorrecta de reactivos. - Etiquetado deficiente / mala identificación de baño, envases. 	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer en el puesto de trabajo de las fichas de formulación y análisis de baños. - En caso de que el fosfatado esté integrado en una línea de baños, definir la secuencia lógica de movimiento de las piezas. - Restringir las tareas de manipulación de productos químicos por personal autorizado. Formación. - Etiquetar de manera comprensible tanques, válvulas, conducciones. - Separar conducciones de drenaje para evitar mezclas de efluentes incompatibles. - Comprobar que los recipientes, equipos, materiales, etc. están limpios y sin restos de anteriores operaciones. - Evitar altas temperaturas y calentamientos excesivos de soluciones. - Disponer de instrucciones de orden y limpieza.

ANÁLISIS DE RIESGOS: FOSFATADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Fugas / derrames	<ul style="list-style-type: none"> - Adición o trasiego de productos. - Sobrepasar la capacidad de la cuba. - Instalación en mal estado. - Manipulación incorrecta de envases 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización transvase. - Carga-descarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las cubas y túneles tendrán resistencia química y mecánica compatible con el líquido a contener. - Las cubas deberán tener rebosaderos y cubetos de retención. - Comprobar el estado de las cubas / túneles y las conducciones para que no presenten grietas ni fisuras. - Los niveles deben estar visibles. - Introducir recipientes debajo de las válvulas para recogida de posibles goteos. - Disponer de instrucciones específicas para la recogida de fugas y derrames. Formación.
Proyecciones	<ul style="list-style-type: none"> - Reacción intempestiva. - En bombas de trasiego desde grandes contenedores, por causa de fugas, válvulas abiertas, etc. - Como resultado de una reacción incompatible. - Por salpicaduras al añadir productos. - Al revisar o limpiar elementos que todavía contienen restos de baño. 	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de ficha de baño (formulación, análisis, mantenimiento). - Definir una secuencia lógica de movimiento de piezas. - Informar sobre incompatibilidades de productos. - Establecer un tiempo de escurrido de las piezas suficiente para eliminar arrastres y goteos. - Regular la velocidad de entrada y salida de piezas en el baño.
Contacto cutáneo / ocular	<ul style="list-style-type: none"> - Directo: fuga, proyección o reacción intempestiva. - Indirecto: ropa sucia, piezas mal enjuagadas, manos sucias, envases en mal estado, etc. 	Todas	<ul style="list-style-type: none"> - Emplear equipos de protección: guantes, mandil, ropa y calzado adecuado. - Señalización del uso obligatorio de equipos de protección individual. - Deben existir fuentes lavajos y duchas de emergencia en las proximidades del proceso. - Señalizar la ubicación de lavajos y duchas de emergencia. - Disponer de soluciones ligeramente ácidas (vinagre) para neutralización en caso de proyecciones alcalinas o bicarbonato para las ácidas.
Inhalación de nieblas / vapores	<ul style="list-style-type: none"> - En la manipulación de productos concentrados. - Por emanaciones del propio baño. Trabajo en espacios confinados 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valorar el aislamiento del proceso automatizado. - Aislamiento de los procesos cuando no estén en funcionamiento (tapas). - Disponer de sistemas de extracción local de gases, nieblas o vapores. - Disponer de buena ventilación del recinto. - Dotar de equipos de protección individual: mascarillas protectoras. - Realizar un control periódico de la concentración de contaminantes ambientales. - Elaborar una instrucción de trabajo y dotar de medios para trabajos en espacios confinados.
Ingestión de productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Forma directa: proyecciones. - Forma indirecta: manos sucias cuando se come, bebe o fuma. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación del baño. - Utilización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño. - Disponer de neutralizantes de los productos que se emplean en la empresa. - Promover el etiquetado de los transvases. - Señalizar la prohibición de almacenar comida o bebida en la zona de trabajo con productos químicos.
Explosión	Desprendimiento de gases (hidrógeno).	Utilización del baño	<ul style="list-style-type: none"> - Extracción local de gases para evitar que se acumule hidrógeno en la zona de trabajo. - El proceso de fosfatado debe estar alejado de focos de calor y/o chispas, como operaciones de soldadura, etc. - Señalizar la prohibición de generar fuentes de ignición.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE FOSFATADO

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A <input type="checkbox"/> Lugares de trabajo	
1. La zona de paso está limpia y ordenada, libre de obstáculos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. Los materiales de construcción de la instalación y elementos auxiliares son resistentes al ataque de productos corrosivos y se encuentran en buen estado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. En caso de fugas y derrames se siguen las instrucciones de orden y limpieza.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. Se dispone de suelo antideslizante, o plataformas de tramos o rejilla para minimizar el contacto con suelos resbaladizos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. Está controlado el riesgo de caída sobre la cuba (altura de la propia cuba, barandilla...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B <input type="checkbox"/> Equipos de trabajo/instalaciones	
6. Las instalaciones automáticas de alimentación y transporte de piezas disponen de dispositivos de seguridad / resguardos que impiden el acceso en la zona de movimiento de bastidores o detienen el movimiento peligroso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. Las instalaciones automáticas disponen de sistemas de parada de emergencia en zonas accesibles desde el puesto de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
8. Los sistemas automáticos / semiautomáticos disponen de manual de instrucciones de los equipos de mantenimiento (puente grúa, polipastos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. El operario conoce el funcionamiento de los equipos de mantenimiento y los utiliza correctamente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. Está señalizado el riesgo de cargas suspendidas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. La instalación está adecuada a lo dispuesto para locales con riesgo de corrosión en la Instrucción Técnica Complementaria 30 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 30).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. Se observa que los bastidores y sistemas de fijación están en correcto estado y se inspeccionan antes de su uso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. En procedimientos manuales se dispone de barras de goteo sobre la cuba.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
17. Las cubas / túneles y su interior están diseñadas para resistir química y mecánicamente a los productos que contienen.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

18. Las cubas disponen de rebosaderos para evitar desbordamientos y están dirigidos a desagües.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Las cubas de baños disponen de cubetos de retención para la recogida de fugas y/o derrames.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. Las cubas de baños disponen de tapas móviles para aislar el proceso cuando no se esté utilizando.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. Las cubas de baños están identificadas y etiquetadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. Los desagües están separados para evitar mezclas entre corrientes incompatibles (cianuros – ácidos concentrados, ácidos concentrados – bases concentradas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Los desagües permiten una rápida evacuación de las fugas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Las cubas de baños y enjuagues (incluidas las de transferencia) disponen de indicadores de nivel de líquido visibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Existen detectores de nivel (alarma o dispositivos de parada) para controlar la entrada de agua y reactivos a las cubas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
26. Se respeta la altura libre de las cubas para evitar desbordamientos (desde la superficie del líquido hasta el extremo de la cuba).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. En los sistemas de llenado / vaciado se dispone de tuberías fijas preferentemente a tuberías flexibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

C Sustancias químicas

30. Se dispone de las fichas de seguridad actualizadas de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
31. Se dispone de las fichas de fosfatado donde se indican las operaciones a efectuar y el tratamiento a realizar (formulación, condiciones de trabajo, mantenimiento, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. Se comprueba que las instalaciones están limpias antes y después del proceso con sustancias químicas (cubas, conducciones...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Se conocen las incompatibilidades químicas entre productos (ácidos concentrados – bases concentradas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Están suficientemente identificados y correctamente etiquetados los envases de todos los productos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Se ha informado a los trabajadores sobre los riesgos en la manipulación de las sustancias peligrosas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. Se revisan los envases de sustancias peligrosas para detectar fugas, cambios de color, porosidades, abolladuras, grietas...	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Los envases se mantienen cerrados cuando no se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. Se dispone de sistemas de dosificación mecánica para el manejo y transvase de reactivos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
39. Se cierran las bombas y sus válvulas asociadas cuando finaliza el proceso de transvase de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Se dispone de sistemas de retención con capacidad suficiente para contener fugas o derrames de sustancias peligrosas (cubetos, recipientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
41. Se dispone de instrucciones y medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas, y se aplica.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

42. Se dispone de disoluciones ácidas débiles o alcalinas débiles para neutralización de salpicaduras o proyecciones de baño básico o ácido concentrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Existen duchas y fuentes lavajos próximas a los lugares donde existe el riesgo de proyección de líquidos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. Se dispone de teléfonos de emergencia o de información toxicológica en las proximidades del baño o proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. El trabajador se cambia de ropa al final de la jornada y dispone de taquillas o compartimentos para tener separada la ropa de calle de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

D Incendio/explosión

47. El proceso de fosfatado está separado de cualquier fuente de ignición (chispas producidas por equipos, superficies calientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. Existen medios de extinción en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida, en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
49. Existen detectores de nivel bajo que detengan los calentadores en caso de descenso de nivel de baño.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
50. Comprobar si existe desprendimiento de hidrógeno, si el baño es ácido.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

E Condiciones ambientales

51. Los procesos automáticos están encerrados para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
52. En los procesos semiautomáticos o manuales se tapan las cubas que no se están utilizando para evitar la emisión de gases o vapores en el ambiente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
53. Existe extracción localizada eficaz en los focos de emisión de gases, vapores o nieblas (limpio y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. Existe un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
55. Se controlan periódicamente las condiciones ambientales (gases, vapores, nieblas alcalinas) presentes en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
57. Está señalizado y se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
58. Existen procedimientos escritos y medios técnicos para el trabajo en espacios confinados (reparación y mantenimiento de cubas de gran tamaño, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

F Equipos de protección individual

59. Se utilizan guantes impermeables y resistentes a soluciones corrosivas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
60. Durante la manipulación manual de las piezas se utilizan guantes resistentes a los cortes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
61. Se dispone de gafas de seguridad o pantallas faciales en operaciones que puedan generar salpicaduras (transvases, introducción manual de bastidores...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
62. Se dispone de calzado de seguridad impermeable con características antideslizantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
63. Se utiliza ropa impermeable (mandil).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

64. Durante la formulación o transvase de reactivos puros o concentrados se dispone de equipos de protección respiratoria (vapores y/o partículas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
65. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
66. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
67. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
68. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
69. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

70. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
71. Durante la fijación / extracción de piezas en bastidores, perchas..., el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los nudillos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
72. Durante la adición de reactivos, alimentación de piezas a granel en bombos, cestas... la altura de trabajo se encuentra a nivel de los codos del trabajador (es recomendable que se encuentre ligeramente por debajo del nivel de los codos).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
73. No se cargan ni descargan manualmente bastidores / bombos alejados del borde de la cuba (rango recomendado hasta 25 cm, no superar los 60 cm).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
74. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
75. Se transvasan los productos químicos mediante bombas, evitando en la medida de lo posible el volcado directo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
76. Se ha establecido un programa de formación sobre el correcto manejo de cargas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
77. En las manipulaciones se evitan las posturas forzadas continuadas de muñeca.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

H Almacenamiento

78. Los espacios previstos para almacenamiento de los productos químicos empleados para el fosfatado tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
79. Se controla que las sales corrosivas no se almacenen en zonas que puedan entrar en contacto con el agua.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
80. Las sales corrosivas se protegen frente a variaciones de temperatura y frente a la humedad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
81. Se tienen en cuenta las condiciones de almacenamiento establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria APQ 6 (Almacenamiento de líquidos corrosivos), del Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
82. Se almacenan productos químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
83. Está correctamente ventilada el área de almacenamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
84. Se limita la altura de apilamiento de los contenedores de las piezas para asegurar la estabilidad del conjunto.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES SOBRE LAS PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO

ÍTEM	OBSERVACIONES



Pintado

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

1.- Proceso de pintado y componentes de las pinturas

- 1.1.- Ligantes
- 1.2.- Disolvente o diluyente
- 1.3.- Pigmentos
- 1.4.- Carga
- 1.5.- Aditivos

2.- Tipos de pinturas

3.- Métodos de aplicación

- 3.1.- Pinturas líquidas
- 3.2.- Pinturas en polvo

4.- Pintura líquida

- 4.1.- Tareas relacionadas con la pintura líquida
 - Almacenamiento y manipulación de las pinturas
 - Aplicación de las pinturas
 - Limpieza y mantenimiento de la instalación de pintado
- 4.2.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas
 - Golpes, cortes con elementos en movimiento
 - Sobreesfuerzos, posturas forzadas y movimientos repetitivos
 - Contacto cutáneo con la pintura
 - Inhalación de los componentes volátiles presentes en la pintura
 - Incendio / explosión

5.- Pintura en polvo

- 5.1.- Tareas relacionadas con la pintura en polvo
 - Almacenamiento y manipulación de las pinturas
 - Aplicación de las pinturas
 - Limpieza y mantenimiento de la instalación de pintado
- 5.2.- Riesgos asociados y medidas preventivas
 - Golpes, cortes con elementos en movimiento
 - Sobreesfuerzos, posturas forzadas y movimientos repetitivos
 - Contacto cutáneo e inhalación de polvo
 - Riesgos de incendio y de explosión
 - Riesgos eléctricos y electrostáticos
 - Riesgos térmicos

6.- Bibliografía

FICHA INFORMATIVA
FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de pintado y componentes de las pinturas

El proceso de pintado consiste en la aplicación de un producto líquido o en polvo sobre un sustrato, con la propiedad de formar, después del secado, una película sólida y adherente con propiedades protectoras, decorativas y otras características técnicamente específicas.

Las pinturas son una mezcla compleja de diversos constituyentes, que marcarán las cualidades de la misma:

- Ligante
- Disolvente y diluyente
- Pigmento
- Carga
- Aditivos.

1 1 Ligante

El ligante se denomina también resina o barniz. Es la parte no volátil del vehículo que forma la película y aglutina el pigmento. El vehículo es el conjunto de todos los componentes de la fase líquida de la pintura. Tiene la propiedad de ser filmógeno, es decir, que después de secar o polimerizar, forma un depósito duro, transparente, uniforme y adherente.

Los ligantes pueden ser termoplásticos o termoendurecibles. Los ligantes se pueden diferenciar por los modos de secado y también por sus uniones químicas.

Riesgos toxicológicos de los ligantes

Los poliuretanos comercializados en dos partes a mezclar justo antes del empleo presentan riesgos debidos al endurecedor. Aquellos que contienen isocianatos son capaces de provocar irritación de las vías respiratorias y casos de asma a partir de valores difícilmente detectables por los métodos analíticos actuales.

El riesgo de las resinas aminadas y fenólicas viene del aldehído fórmico (formol) residual. Este producto puede causar enfermedades de la piel y asma.

Las resinas epoxídicas líquidas de masa molar inferior o igual a 700 presentan igualmente un riesgo de enfermedades dermatológicas debido a la presencia de un endurecedor aminado. Se puede encontrar también un éter capaz de causar una irritación de las vías respiratorias por inhalación y una irritación cutánea por contacto. Las resinas epoxídicas sólidas de masa molecular elevada no han mostrado este riesgo en la práctica.

Ciertas preparaciones contienen acrilatos y endurecedores que bajo radiación ultravioleta producen una acción irritante y pueden provocar alergia sobre la piel.

Los asfaltos, bitúmenes, alquitranes, pueden provocar dermatitis agravadas por las radiaciones solares (fotosensibilización). Para aquellos que provienen del carbón, existe un riesgo de cáncer de piel.

Las pinturas al caucho clorado insuficientemente estabilizadas liberan cloruro de hidrógeno, gas irritante por vía respiratoria.

1 2 Disolvente o diluyente

Es una sustancia líquida, simple o compuesta, volátil en las condiciones normales de secado, que tiene la propiedad de disolver totalmente el ligante. El grado de disolución o dispersión del polímero influye en la viscosidad, brillo, dispersión y sobre las propiedades de la película seca.

Los disolventes o diluyentes son eliminados por evaporación durante el secado de la capa de pintura. Hay una tendencia a la búsqueda de disolventes poco costosos y no tóxicos (alcoholes, agua, etc.).

Riesgos toxicológicos de los disolventes

Los disolventes desengrasan y resecan la piel, lo que favorece la aparición de dermatosis.

La inhalación de vapores provoca una acción narcótica (somnolencia, fatiga), vértigo y problemas digestivos ligeros (pérdida de apetito, náuseas), que cesan en el momento en el cual las personas no están expuestas a la exposición. Una acción sobre la sangre puede ser causada por los hidrocarburos que contengan benceno residual.

A mayores concentraciones, los vapores de ciertos disolventes provocan acciones más específicas. Por ejemplo:

- Alcohol metílico: problemas oculares.
- Alcohol n-butílico: irritación de las vías respiratorias.
- Metilglicol: ataques al sistema nervioso.
- Etilglicol: afecciones renales, pulmonares, sanguíneas.
- 2-nitropropano: dolor de cabeza, vértigo, problemas digestivos.

1.3 Pigmentos

Son productos pulverulentos, minerales u orgánicos, que absorben selectivamente diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético, apareciendo así coloreados, blancos o negros.

Los pigmentos utilizados en una pintura pueden asegurar:

- Una función inhibidora de corrosión
- Una función decorativa, coloración.

Riesgos toxicológicos de los pigmentos

Los pigmentos inorgánicos pueden causar intoxicaciones por inhalación de aerosoles durante la fabricación de las pinturas, la aplicación de las pinturas y durante los trabajos de soldadura o de decapado con antorcha de soldadura.

Los compuestos de plomo pueden provocar una enfermedad llamada saturnismo, caracterizada por problemas digestivos, sanguíneos, nerviosos y renales. Esta enfermedad está listada en la tabla de enfermedades profesionales. Las sales de cadmio provocan problemas graves de tipo respiratorio, renal y óseo. Los compuestos de zinc (sobre todo el óxido) son responsables de la “fiebre de los fundidores” (trabajos de soldadura). Los cromatos pueden ser el origen de bronquitis. El cromato básico de zinc y de potasio puede provocar lesiones cutáneas. También se le atribuye una acción cancerígena.

1.4 Carga

Es una sustancia en forma de polvo, generalmente blanca o ligeramente coloreada, empleada por sus propiedades físicas o químicas. Su utilización es importante, ya que puede contribuir a dar a la pintura propiedades como el comportamiento de impermeabilidad, resistencia química, a la abrasión, al fuego, etc.

Riesgos toxicológicos de las cargas

Las cargas son insolubles en agua y presentan a la inhalación un riesgo de neumoconiosis. Este riesgo es importante para los fabricantes de las pinturas.

1.5 Aditivos

Son productos de misión específica, utilizados en bajas proporciones. Los más importantes son los siguientes: secantes (catalizadores del proceso de oxidación), retardantes (reguladores de la evaporación), tensioactivos (humectantes, emulsionantes, antiespumantes), plastificantes (flexibilidad a la película), absorbedores de UV (resistencia a la luz).

Riesgos toxicológicos de los aditivos

En general, la concentración de aditivos que presentan las pinturas es baja (normalmente menos del 5%), por lo que los riesgos toxicológicos asociados a los mismos suelen ser reducidos.

Mención especial merece el TGIC (triglicidil isocianurato). Es un endurecedor típico para resinas poliéster de uso en pinturas resistentes al exterior. Aunque no existen datos relativos a los efectos a largo plazo de dicho compuesto, se conoce que puede penetrar en el organismo a través de la piel, por ingestión o inhalación. Ingerir o respirar TGIC puede causar daño en los pulmones, riñones y sistema digestivo. También puede generar sensibilizaciones de la piel.

2 Tipos de pinturas

- Pinturas líquidas
 - Pinturas convencionales con disolventes
 - Pinturas de alto extracto seco
 - Pinturas al agua
- Pinturas en polvo



Pinturas líquidas

Pinturas convencionales con disolventes: son pinturas líquidas que contienen en su composición disolvente, en proporción variable en cuanto al extracto seco (igual o mayor al 50%) y que producen emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC).

Pinturas de alto extracto seco: son pinturas cuya proporción de disolvente, en relación con la pintura convencional ha sido reducida de 50% a menos del 25%. Estas pinturas son menos contaminantes y más económicas que las pinturas tradicionales. Sin embargo, plantean numerosos problemas de aplicación y a veces de aspecto.

Pinturas al agua: son pinturas líquidas en las que el disolvente es agua, por lo que no se producen emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC).

Pinturas en polvo

Las pinturas en polvo son pinturas sin disolventes (100% de extracto seco), prácticamente sin emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC) y se presentan bajo formas pulverulentas. La formación de la capa se efectúa por fusión de partículas sobre la superficie a recubrir. Estos recubrimientos deben sufrir posteriormente a su aplicación un curado a temperaturas altas (150-210° C) y habitualmente es necesario precalentar las piezas.



3 Métodos de aplicación

El método de aplicación depende de varios factores: geometría de las piezas, su peso, su diseño, su cantidad, la naturaleza de la pintura, la velocidad del proceso, el coste de la pieza, la seguridad. Según el estado físico de las pinturas líquidas o en polvo, las técnicas de aplicación serán distintas:

3.1 Pinturas líquidas

Brocha y rodillo

Se utiliza en la actualidad para aplicar pinturas en objetos pesados, estructurados o de difícil acceso.

Pulverización

Neumática: consiste en transferir la pintura en las piezas en forma de finas gotas pulverizadas.



Electrostática: consiste en utilizar las fuerzas de un campo electrostático elevado para favorecer la formación y la división de las partículas de pintura dentro de la niebla de pulverización.

Inmersión

Simple: consiste en sumergir la pieza a revestir en un baño que contiene la pintura.

Electrodeposición: es un proceso de pintado por inmersión, totalmente automatizado y basado en el desplazamiento de partículas cargadas dentro de un campo eléctrico hacia el polo de signo opuesto.

Aspersión (flow coating): resulta de un compromiso entre la aplicación por pistola y la aplicación por inmersión. Las piezas a pintar circulan por una cabina cerrada y son rociadas por un gran número de jets de pinturas. El excedente de producto es reciclado tras la filtración.

En continuo (coil coating): la chapa a pintar pasa sobre una sucesión de rodillos impregnados de pintura.



3.2 Pinturas en polvo

Lecho fluidificado: consiste en precalentar las piezas a una temperatura superior a la fusión del polvo; a esta temperatura se introducen en un tanque en el que se mantiene el polvo en suspensión gracias a una corriente de aire forzado que asciende del fondo poroso del tanque. Las partículas, al entrar en contacto con la pieza caliente, funden, produciendo una capa alrededor del objeto.

Pulverización electrostática: el polvo es almacenado en un depósito, que posteriormente es conducido al interior de la pistola por aire comprimido, pasa sobre un electrodo conectado a un generador continuo de alta tensión, y se carga eléctricamente antes de ser dirigido hacia el objeto conectado a tierra. Una capa pulverulenta se deposita y se somete a cocción para formar el revestimiento definitivo.

Lecho fluidificado electrostático: asocia el principio del baño fluidificado y el de la proyección electrostática. En el baño fluidificado son introducidos conductores de alta tensión que cargan electrostáticamente las partículas en suspensión. Las piezas a revestir se conectan a tierra y no son necesariamente sumergidas en el lecho fluidificado.



4 Pintura líquida

4 1 Tareas relacionadas con la pintura líquida

Se distinguen las siguientes operaciones básicas durante el proceso de pintado de las piezas con pintura líquida:

Almacenamiento y manipulación de las pinturas

En este apartado se engloban todas las tareas previas a la fase de aplicación. Implica todas las tareas relacionadas con el almacenamiento y la preparación de las pinturas líquidas antes de su aplicación.

Los riesgos más significativos de la tarea de almacenamiento de pinturas líquidas son las siguientes:

- Contacto cutáneo
- Inhalación de los componentes volátiles presentes en la pintura
- Incendio.

Aplicación de las pinturas

En este apartado se comprenden todas las tareas relacionadas con la aplicación de la pintura. Incluye los riesgos comunes a los tipos de aplicación anteriormente comentados (brocha y rodillo, pulverización, inmersión, aspersión y en continuo).

Los riesgos más significativos asociados a la tarea son los siguientes:

- Sobreesfuerzos, posturas forzadas y movimientos repetitivos
- Golpes, cortes
- Contacto cutáneo
- Inhalación de los componentes volátiles presentes en la pintura
- Incendio.



Limpieza y mantenimiento de la instalación de pintado

Se incluyen las labores de limpieza y mantenimiento que se realizan con posterioridad a la aplicación de pintura.

Los riesgos más significativos asociados a la tarea son los siguientes:

- Contacto cutáneo
- Inhalación de los componentes volátiles presentes en la pintura
- Incendio.

4 2 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Golpes, cortes con elementos en movimiento

Este riesgo puede aparecer en instalaciones automáticas o semiautomáticas y se produce cuando hay personas en la trayectoria de movimiento de los bastidores.

- Para evitar riesgos de impacto con bastidores en movimiento se deberá limitar la entrada de personal no autorizado en el recinto. Señalizar dicha prohibición.
- Los aéreos que se encuentren a baja altura deberán tener resguardos que impidan el acceso a los mismos. Si están elevados, deberán disponer de protección que permita el paso inferior evitando la posible caída de objetos.
- Emplear sistemas de parada de emergencia (cables, pulsador tipo seta) para detener el bastidor / cadena.
- Señalizar las zonas donde existan cargas suspendidas.
- Utilización de calzado de seguridad certificado “CE”. Señalización del uso obligatorio.
- Utilizar guantes de seguridad anticorte marcado “CE” al colocar las piezas en el bastidor, cestas, etc.
- Comprobar el adecuado funcionamiento y empleo de los sistemas de fijación de piezas.
- No apilar ni almacenar materiales en las proximidades de la trayectoria de movimiento de los bastidores.

En sistemas automáticos en los que el pintado se realiza por robot existe el riesgo de acceder al interior del recinto de trabajo durante su funcionamiento normal, lo que puede originar golpes, cortes o atrapamientos.

- Para evitar dichos riesgos debe existir un encerramiento mediante resguardos asociados a dispositivos (por ejemplo, de enclavamiento y bloqueo, alfombras sensibles, barreras inmateriales...) que impida el acceso al interior de los equipos de trabajo automáticos o semiautomáticos durante su funcionamiento. La idoneidad de cada dispositivo dependerá del tipo de instalación.
- Para las tareas de mantenimiento deberá trabajarse con la máquina consignada y prohibir la entrada a personal no autorizado.

Sobreesfuerzos, posturas forzadas y movimientos repetitivos

En procesos de pintado de aplicación manual pueden adoptarse posturas forzadas y movimientos repetitivos que podrían originar problemas de tipo musculoesquelético, principalmente de la zona brazo-hombro. Además, dependiendo del tiempo de exposición pueden darse problemas de carga estática (postura de pie continuada).



Para minimizar los problemas musculoesqueléticos se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Procurar que el rango de pintado se encuentre aproximadamente entre el codo y el hombro.
- Valorar el peso de la pistola aplicadora, que tendrá que ser el mínimo posible (no es recomendable pesos superiores a 2 kg), así como un diseño ergonómico de la misma para permitir el mejor agarre posible.
- Organización del trabajo: alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes o realizar pausas.
- Formar e informar sobre la técnica de aplicación adecuada para evitar posturas forzadas.
- En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a movimientos repetitivos y/o posturas forzadas, se precisa del análisis detallado, a través de métodos específicos, para valorar la carga física del puesto de trabajo.

Podría haber un sobreesfuerzo añadido si el trabajador realiza manualmente, además, la carga y descarga de las piezas en bastidores.

- Para la recogida de piezas desde su punto de almacenamiento o ubicación en las proximidades del puesto, y para reducir el esfuerzo asociado al levantamiento de cargas pesadas, es recomendable que la disposición de la carga a manipular se encuentre en un rango de alturas comprendido entre la altura de las rodillas (preferiblemente de los nudillos) y la altura de los hombros del trabajador. Esto implicaría disponer de plataformas de apoyo para palets, cajas o cargas, evitando dejarlos a nivel de suelo.
- En caso de manipular piezas pesadas o frecuencias elevadas, se recomienda el empleo de medios mecánicos (polipastos o puentes grúa) o la ayuda de otros trabajadores.
- No disponer los puntos de origen y destino de las piezas detrás del trabajador, para evitar giros continuados de tronco.

Contacto cutáneo con la pintura

En cualquier tarea de pintado (almacenamiento, mezclado, aplicación, limpieza...) puede producirse un contacto con la pintura o con sus componentes.

Dependiendo de los componentes de la pintura, un contacto cutáneo puede producir dermatitis, reacciones alérgicas, hipersensibilidades, etc. Dicho efecto se agrava más cuanto mayor sea el tiempo de exposición.

Para evitar el contacto cutáneo una de las medidas principales consiste en el uso de equipos de protección individual: guantes, ropa protectora y protección ocular / facial. La selección de estos equipos dependerá de la



forma de aplicación de la pintura y del tipo de pintura principalmente. Señalizar el uso obligatorio de los equipos de protección individual según Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

En caso de contacto accidental de la pintura con la piel, se debe evitar en todo momento la utilización de disolventes orgánicos para eliminar la presencia de pintura en manos y brazos, ya que existe un riesgo significativo de exposición dérmica a materiales tóxicos. Se puede evitar esta fuente de exposición utilizando agentes de limpieza no peligrosos para lavar brazos y manos.

También es importante que los trabajadores adopten hábitos higiénicos correctos (lavarse las manos antes de ir a comer, no fumar, comer o beber durante la aplicación de la pintura, cambiarse la ropa de trabajo periódicamente...).

Inhalación de los componentes volátiles presentes en la pintura

La principal vía de entrada de los componentes de la pintura en el organismo es su inhalación. Los riesgos toxicológicos derivados de la inhalación de componentes de las pinturas se han comentado en el apartado de riesgos toxicológicos.

Como medidas preventivas a tener en cuenta durante el almacenamiento de los productos utilizados para el pintado:

- Deberá habilitarse un cuarto especial para el almacenamiento de las diferentes pinturas, masillas y disolventes y otros productos utilizados en el proceso de pintado. Dicho local deberá estar bien ventilado con salida al exterior del inmueble. Se deben mantener los recipientes cerrados y en buen estado.
- Del local de almacenamiento se debe retirar a diario el material necesario para su consumo en el día. En el caso de que no se utilizara en su totalidad, se deberá devolver al almacén.
- Muchas pérdidas de constituyentes volátiles se producen por contenedores parcialmente abiertos de materiales de pintura. Dichas pérdidas se pueden minimizar fácilmente cerrando los recipientes que contengan pinturas o disolventes inmediatamente después de su uso, con lo que las exposiciones a vapores se verán reducidas de forma significativa.

En la aplicación manual se deberán de tener en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- En la zona destinada al pintado debe existir un sistema de extracción que haya sido diseñado específicamente para eliminar los vapores orgánicos y para evitar que dichos vapores se extiendan por el resto de la instalación. La velocidad media del aire debe acercarse a los 0,3-0,6 m/s.
- Se deberá realizar un control de las condiciones ambientales para establecer la selección de los equipos de protección individual y medidas complementarias (verificación de eficacia del sistema de extracción).
- Utilizar protección respiratoria que proteja al operario frente a compuestos presentes en el ambiente. La selección de la protección respiratoria dependerá de la forma de aplicación de la pintura y del tipo de pintura principalmente.
- Una medida preventiva muy efectiva para la reducción de la concentración de vapores orgánicos consiste en la sustitución de las pinturas al disolvente por pinturas al agua o con bajo contenido en



disolventes orgánicos. También se debe evitar la utilización de pinturas que contengan pigmentos con metales pesados, como cromo, plomo y molibdeno.

- Otra medida preventiva que contribuye a reducir significativamente la concentración de compuestos orgánicos volátiles consiste en optimizar el proceso de aplicación. A mayor eficiencia del proceso, menos cantidad de producto desperdiciada. Por ejemplo, si se sustituyen las pistolas convencionales por pistolas de alto volumen, baja presión (HVLP), se puede aumentar la eficiencia de la transferencia, lo que se traduce en que acaba en la pieza a pintar mayor cantidad de pintura que en el ambiente del lugar de trabajo.
- Otro aspecto que influye en la reducción de vapores en el ambiente consiste en que los trabajadores reciban una formación adecuada en técnicas de aplicación de pintura. Se ha demostrado que los pintores pueden incrementar la eficiencia de la transferencia de pintura mejorando ciertos aspectos de sus técnicas de pintado. Un incremento en la eficiencia de transferencia de pintura implica menos emisión a la atmósfera de productos volátiles.

La limpieza de la instalación, bien sea manual o automática, implica generalmente el uso de disolventes volátiles para eliminar pintura residual, lo que puede provocar exposiciones cutáneas e inhalación durante esta fase productiva. Como medidas preventivas:

- La limpieza se debe llevar a cabo en zonas bien ventiladas, incluso con extracción localizada si fuera necesario, para que los pintores se aseguren de que los vapores generados en las operaciones de limpieza son eliminados rápidamente de las zonas de respiración de los trabajadores. En función de la toxicidad de las pinturas y del tiempo de exposición podrá ser necesario que los trabajadores utilicen los equipos de protección individual que correspondan (guantes, ropa de trabajo, protección respiratoria...).
- En el caso de que se disponga de limpiadores automáticos, éstos pueden ser la mayor fuente de emisión de vapores en el lugar de trabajo. Esto se debe principalmente a un mantenimiento insuficiente del equipo. Se debe revisar periódicamente el equipo y llevar a cabo con rapidez las labores de mantenimiento necesarias, con el objetivo de reducir las emisiones de vapores y asegurar un uso correcto del equipo.

Los derrames de pintura pueden ser ocasionados por un apilamiento incorrecto, recipientes en mal estado o golpes recibidos por los recipientes. Para evitar riesgos relacionados con derrames de pintura:

- Personal cualificado de la empresa deberá comprobar periódicamente que los recipientes de almacenamiento de las pinturas se encuentren en perfecto estado.
- Los recipientes deben disponer de cierre hermético y se mantendrán cerrados hasta que se utilicen. Estarán almacenados fuera de la zona de paso, en un lugar delimitado.
- En caso de que se produzca un derrame, éste deberá ser recogido siguiendo las instrucciones de la ficha de seguridad.

Incendio/ explosión

El riesgo de incendio y explosión está asociado a los disolventes, cuyos vapores son inflamables mezclados con el oxígeno del aire. Según el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, R.D. 379/2001, un líquido inflamable es aquel cuyo punto de inflamación es inferior a 55° C.

El riesgo de incendio depende directamente de la concentración en el ambiente de la mezcla inflamable. Los factores principales que determinan la concentración de la mezcla inflamable son:

- Caudal de pintura aplicada
- Contenido en disolvente de la pintura
- Método de aplicación de la pintura
- Peso molecular del disolvente
- Presión de vapor
- Temperatura de aplicación
- Condiciones del lugar de aplicación (ausencia de extracción...).

Para el almacenamiento de productos inflamables y combustibles, deben seguirse los criterios de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-001 "Almacenamiento de Productos Inflamables y Combustibles" (consultar el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112 de 10 de mayo de

2001). En concreto, se tendrá que tener en cuenta lo indicado en la sección tercera de la ITC MIE-APQ-001, que contempla las características que tienen que cumplir los almacenamientos de los recipientes móviles (armarios protegidos, salas de almacenamiento...). Para cada uno de los tipos de almacenamiento contempla aspectos como características constructivas, instalación eléctrica...

Asimismo, se debe respetar lo dispuesto para instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión según lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria 29 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 29).

Además, se deberán tener en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Deberá tenerse en cuenta la Directiva 94/9/CE sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas para el alumbrado y el equipo eléctrico. También se deberá tener en cuenta lo establecido en el Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Es muy importante evitar la acumulación de vapores, almacenando las pinturas en recintos con una ventilación adecuada.
- Se debe conservar la pintura en el embalaje original bien cerrada, para evitar la evaporación incontrolada de disolventes.
- Las pinturas se almacenarán y manipularán lejos de posibles fuentes de calor, chispa o llamas.
- Debe estar prohibido fumar en las inmediaciones de la zona de almacenamiento, manipulación y aplicación de las pinturas. Se señalará dicha prohibición, así como la presencia de sustancias peligrosas.
- Es necesario que la empresa disponga de la identificación de los riesgos potenciales de la utilización y aplicación de productos químicos. La información acerca de las propiedades de todos los componentes de un producto se encuentra en la etiqueta de éste o en la hoja de seguridad.
- Es fundamental que las fichas de seguridad estén disponibles para todo el personal que manipule los productos químicos. De esa forma, en caso de accidente, tal como derrame, incendio, intoxicación, se podrá actuar de forma rápida y eficaz.
- Las instalaciones de aplicación deben estar dotadas de extractores capaces de mantener una renovación de aire adecuada al volumen de vapores de disolvente que se produzca. La distribución en planta debe estar planificada para evitar zonas muertas en las que no circule el aire.
- La instalación de pintado, alumbrado y el equipo eléctrico debe ser antideflagrante.
- Los derrames deben ser recogidos de inmediato con un producto absorbente. Una vez utilizados los envases, serán retirados y entregados a quien corresponda, para su recuperación o eliminación.
- Se debe evitar cualquier fuente de ignición en la zona de aplicación de la pintura (herramientas eléctricas, labores de mantenimiento, soldadura...). La zona de aplicación de pintura debe encontrarse alejada de otros procesos susceptibles de producir chispas (pulido, procesos de corte...). Señalizar la prohibición de generar fuentes de ignición.
- Para evitar la producción de chispas y llamas, durante los transvases de pintura desde envases de volumen mayor de 20 litros, éstos deberán estar conectados a tierra. También deben conectarse a tierra los tanques, depósitos, tuberías, grifos e instalaciones en los que se viertan, se agiten o circulen pinturas al disolvente, para disipar la electricidad estática que se crea y acumula en las partes metálicas.
- Los trabajadores deberán cambiarse de ropa periódicamente para evitar la acumulación de productos inflamables en su ropa de trabajo.

5 Pinturas en polvo

5 1 Tareas relacionadas con las pinturas en polvo

La explotación de una unidad de aplicación de pintura en polvo conlleva esencialmente los siguientes riesgos:

- de la aplicación de la pintura en polvo
- de las operaciones de mantenimiento y de cambio de tono.

Se distinguen las siguientes operaciones básicas durante el proceso de pintado de las piezas con pintura en polvo:

Almacenamiento y manipulación de las pinturas

Se engloban todas las tareas previas a la fase de aplicación. Implica todas las tareas relacionadas con el almacenamiento y la preparación de las pinturas en polvo antes de su aplicación.

- Contacto cutáneo e inhalación de polvo
- Incendio.

Aplicación de las pinturas

En este apartado se engloban todas las tareas relacionadas con la aplicación de la pintura. Incluye los riesgos comunes a los tipos de aplicación anteriormente comentados (lecho fluidificado, pulverización electrostática, lecho fluidificado electrostático).

- Sobreesfuerzos, posturas forzadas y movimientos repetitivos
- Golpes, cortes
- Contacto cutáneo e inhalación de polvo
- Incendio
- Riesgos eléctricos / electrostáticos.

Limpieza y mantenimiento de la instalación de pintado

Se incluyen las labores de limpieza que se realizan con posterioridad a la aplicación de pintura. También engloba los procesos de cambio de color de la pintura y mantenimiento.

Los riesgos más significativos asociados a la tarea son los siguientes:

- Contacto cutáneo e inhalación de polvo
- Incendio.

5.2 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Golpes, cortes con elementos en movimiento

Este riesgo puede aparecer en instalaciones automáticas o semiautomáticas y se produce cuando hay personas en la trayectoria de movimiento de los bastidores.

- Para evitar riesgos de impacto con bastidores en movimiento se deberá limitar la entrada de personal no autorizado en el recinto. Señalizar dicha prohibición.
- Los aéreos que se encuentren a baja altura deberán tener resguardos que impidan el acceso a los mismos. Si están elevados, deberán disponer de protección que permita el paso inferior evitando la posible caída de objetos.
- Emplear sistemas de parada de emergencia (cables, pulsador tipo seta) para detener el bastidor / cadena.
- Señalizar las zonas donde existan cargas suspendidas.
- Utilización de calzado de seguridad certificado “CE”. Señalización del uso obligatorio.
- Utilizar guantes de seguridad anticorte marcado “CE” al colocar las piezas en el bastidor, cestas, etc.
- Comprobar el adecuado funcionamiento y empleo de los sistemas de fijación de piezas.
- No apilar ni almacenar materiales en las proximidades de la trayectoria de movimiento de los bastidores.

En sistemas automáticos en los que el pintado se realiza por robot existe el riesgo de acceder al interior del recinto de trabajo durante su funcionamiento normal, lo que puede originar golpes, cortes o atrapamientos.

- Para evitar dichos riesgos, debe existir un encerramiento mediante resguardos asociados a dispositivos (por ejemplo, de enclavamiento y bloqueo, alfombras sensibles, barreras inmateriales...) que impida el acceso al interior de los equipos de trabajo automáticos o semiautomáticos durante su funcionamiento. La idoneidad de cada dispositivo dependerá del tipo de instalación.
- Para las tareas de mantenimiento deberá trabajarse con la máquina consignada y prohibir la entrada a personal no autorizado.

Sobreesfuerzos, posturas forzadas y movimientos repetitivos

En procesos de pintado de aplicación manual pueden adoptarse posturas forzadas y movimientos repetitivos que podrían originar problemas de tipo musculoesquelético, principalmente de la zona brazo-hombro. Además, dependiendo del tiempo de exposición pueden darse problemas de carga estática (postura de pie continuada).

Para minimizar los problemas musculoesqueléticos se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Procurar que el rango de pintado se encuentre aproximadamente entre el codo y el hombro.
- Valorar el peso de la pistola aplicadora, que tendrá que ser el mínimo posible (no es recomendable pesos superiores a 2 kg), así como un diseño ergonómico de la misma para permitir el mejor agarre posible.
- Organización del trabajo: alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes o realizar pausas
- Formar e informar sobre la técnica de aplicación adecuada para evitar posturas forzadas.
- En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a movimientos repetitivos y/o posturas forzadas, se precisa del análisis detallado, a través de métodos específicos, para valorar la carga física del puesto de trabajo.

Podría haber un sobreesfuerzo añadido si el trabajador realiza manualmente, además, la carga y descarga de las piezas en bastidores.

- Para la recogida de piezas desde su punto de almacenamiento o ubicación en las proximidades del puesto, y para reducir el esfuerzo asociado al levantamiento de cargas pesadas, es recomendable que la disposición de la carga a manipular se encuentre en un rango de alturas comprendido entre la altura de las rodillas (preferiblemente de los nudillos) y la altura de los hombros del trabajador. Esto implicaría disponer de plataformas de apoyo para palets, cajas o cargas, evitando dejarlos a nivel de suelo.
- En caso de manipular piezas pesadas o frecuencias elevadas, se recomienda el empleo de medios mecánicos (polipastos o puentes grúa) o la ayuda de otros trabajadores.
- No disponer los puntos de origen y destino de las piezas detrás del trabajador, para evitar giros continuados de tronco.

Contacto cutáneo e inhalación de polvo

Generalmente, todas las operaciones de manipulación de pintura en polvo, como, por ejemplo, alimentación, evacuación, transvase, son susceptibles de generar un fuerte empolvamiento, pudiendo producir una exposición de los trabajadores a concentraciones elevadas de polvo.

El riesgo de intoxicación se debe a la penetración del polvo dentro del organismo, principalmente por vía respiratoria. Se debe tener en cuenta también el riesgo dérmico debido a la absorción de polvo por la piel. La naturaleza de la intoxicación depende del tipo de constituyentes de los polvos. Los contactos cutáneos repetidos pueden provocar dermatosis.

En la gran mayoría de los casos, la aplicación de la pintura se efectúa dentro de una cabina. La cabina es indispensable para minimizar la exposición a las pinturas y para evitar la dispersión del polvo dentro del resto de la instalación. Los objetos a pintar se deberán colocar dentro de las cabinas o los túneles equipados de dispositivos eficaces de evacuación del polvo.

La cabina de polvo puede ser cerrada o abierta y su ventilación puede ser vertical u horizontal a nivel del operador.

A la hora del almacenamiento de las pinturas en polvo, se deberá tener en cuenta lo establecido en el Real Decreto 379/2001, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias .

Como medidas preventivas, se pueden llevar a cabo las siguientes:

- Se deberá almacenar la pintura en polvo en locales correctamente acondicionados, evitando que se formen corrientes de aire. Deberán estar cerrados convenientemente, para evitar que se disperse en el ambiente. Asimismo, la manipulación de la pintura tendrá que realizarse con cuidado para evitar que se formen atmósferas pulverulentas.



- Deberá limpiarse periódicamente la zona de almacenamiento de la pintura en polvo, utilizando métodos que eviten su dispersión (aspiración, limpieza por vía húmeda...).
- Para disminuir la toxicidad de la pintura a aplicar se pueden adoptar medidas para sustituir las pinturas con contenido de TGIC (isocianurato de triglicidilo) por otras que no tengan TGIC o que lo tengan en un tanto por ciento más bajo, dado su carácter tóxico, irritante y mutagénico de categoría 2. Igualmente se puede hacer con otros componentes tóxicos que se encuentren presentes en las pinturas en polvo (cromo, plomo, molibdeno...).
- En función del grado de exposición del trabajador a los componentes de la pintura éste deberá llevar equipos de protección respiratoria más restrictivos (desde una mascarilla hasta una protección con respiración autónoma). Es conveniente llevar a cabo controles periódicos de las condiciones ambientales, para poder determinar los equipos de protección individual adecuados.
- Utilización de equipos de protección individual: guantes, ropa protectora que prevenga de la acumulación de cargas electrostáticas y protección ocular / facial. La selección de estos equipos dependerá de la forma de aplicación de la pintura y del tipo de pintura principalmente. Señalizar el uso obligatorio de los equipos de protección individual según Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Formación adecuada a los trabajadores en técnicas de aplicación de pintura (por ejemplo, no aplicar dirigiendo la pistola aplicadora hacia arriba).
- Para evitar retroproyección de pintura sobre el operario en aplicación electrostática, es necesario que se acerque la pistola aplicadora al objeto a pintar más que en la aplicación neumática. En caso contrario la pintura puede volverse hacia el pintor, ya que su cuerpo está unido a tierra, al igual que el objeto a pintar.
- Es muy importante que los trabajadores adopten hábitos higiénicos correctos (lavarse las manos antes de ir a comer, no fumar, comer o beber durante la aplicación de la pintura, cambiarse la ropa de trabajo periódicamente...).

Tanto el excedente de polvo no retenido sobre las piezas como los cambios de color en la pintura, tienen como resultado un exceso de producto pulverulento que hay que recuperar (overspray). Dicha cantidad de polvo puede ser importante, y las manipulaciones que tienen lugar hacen que aumente el riesgo de inhalación y de contacto cutáneo. Este riesgo no tiene lugar en las pinturas líquidas.

Las condiciones principales para que se produzca un cambio de tinta rápido y limpio son la minimización de la cantidad de polvo dentro del circuito (limitación del overspray) y que ese polvo no se adhiera a las superficies en contacto.

Por lo que respecta al mantenimiento, las actividades que generan una mayor exposición al polvo son la sustitución de los filtros de los sistemas de desempolvado y el mantenimiento regular de la cabina. Por ello, el trabajador que lleve a cabo las tareas de mantenimiento deberá trabajar con ropa protectora adecuada, así como llevar guantes y protección respiratoria cuando la exposición al polvo sea considerable.

Riesgos de incendio y de explosión

Debido a que los polvos combustibles pueden formar nubes relativamente homogéneas, una fuente de ignición podría provocar su explosión. En las fases de almacenamiento y aplicación de las pinturas en polvo, el motivo más común de incendio o explosión está en la proximidad de superficies calientes o bien en la proximidad de fuentes de ignición. Además, en la fase de aplicación de pinturas se puede producir la inflamación accidental del polvo debido a chispas originadas por el equipo de aplicación o bien por cargas electrostáticas.

Las instalaciones de aplicación y los locales deben cumplir lo dispuesto para instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión según lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria 29 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 29).

- Por lo que respecta al almacenamiento de las pinturas, en



todo momento se deberá evitar el almacenar las pinturas en las proximidades de focos de calor o posibles fuentes de ignición. Se debe tener en cuenta que la ventilación general es contraproducente, ya que ésta puede levantar las capas de polvo en forma de nube, aumentando el riesgo de incendio y explosión.

- Deberá tenerse en cuenta la Directiva 94/9/CE sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas para el alumbrado y el equipo eléctrico. También se deberá tener en cuenta lo establecido en el Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Se deberán utilizar procesos y equipos diseñados adecuadamente, con el objeto de que disminuya la generación de polvo combustible, adoptando medidas tales como aislamientos de procesos y equipos, procesos húmedos, disminución de velocidades de aplicación, etc.
- Las instalaciones de aplicación deben estar dotadas de extractores capaces de mantener una renovación de aire adecuada al volumen de polvo que se genere. La distribución en planta debe estar planificada para evitar zonas muertas en las que no circule el aire.
- Por otra parte, para evitar la propagación de las llamas una vez declarado el incendio, los elementos constituyentes de la cabina y su equipamiento deberán estar contruidos en materiales que no contribuyan a la combustión y sean suficientemente resistentes al fuego (Euroclase A o B). Es recomendable que las cabinas dispongan de un sistema de detección de incendio de tiempo de respuesta inferior a 0.5 s, cortando la alimentación eléctrica y accionando una alarma luminosa y sonora en caso de incendio.
- Deben preverse medios de extinción suficientes cerca de la zona de aplicación de pintura.
- En el caso de pulverización electrostática, para limitar los riesgos de incendio se aconseja instalar como máximo una pistola aplicadora por metro cúbico de volumen útil de la cabina.
- La pistola debe estar limpia y en buen estado para evitar la generación de chispas. Antes de limpiar la pistola se ha de detener el generador electrostático.
- Señalizar la presencia de sustancias peligrosas, así como la prohibición de fumar en el almacén de productos químicos.
- El objeto a pintar y todos los objetos que lo rodean habrán de estar puestos a tierra.
- Evitar las acumulaciones de polvo mediante su recogida o eliminación, empleando métodos de aspiración o vía húmeda.
- Evitar la pulverización sobre objetos puntiagudos que aumentan los riesgos de producción de chispas.

Riesgos eléctricos y electrostáticos

Los riesgos eléctricos se pueden producir por contactos directos, al tocar partes eléctricas bajo tensión no aisladas o porque el aislamiento es insuficiente debido a las agresiones mecánicas, o por contactos indirectos, al tocar partes conductoras que no están bajo tensión peligrosa pero que pueden estarlo bajo fallo.

Los riesgos relacionados con los fenómenos electrostáticos son debidos a las descargas electrostáticas que pueden tener lugar a partir de partes conductoras no conectadas a tierra o de grandes superficies conductoras. La chispa de ruptura puede ser peligrosa para el hombre cuando su energía es superior a 350 mJ. Se ha de tener en cuenta que la descarga electrostática puede provocar un gesto reflejo en los trabajadores, pudiendo desembocar en caída o lesión. Estas descargas también pueden ser origen de explosiones.

Para evitar riesgos eléctricos y electrostáticos, el diseño de los equipos eléctricos debe ser de tal forma que evite las acumulaciones y la formación de capas gruesas de polvo. Las instalaciones eléctricas deberán cumplir con una serie de condiciones de instalación (protección contra contactos directos, indirectos, cables, etc.) comunes para todos los emplazamientos. Se debe tener en cuenta lo dispuesto en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-24 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Además, se debe de impedir la entrada de polvo en el interior de equipos eléctricos mediante los grados de protección IP. Se utilizan los siguientes índices:

- IP5x. Protección contra la entrada perjudicial de polvo.
- IP6x. Protección total contra la entrada de polvo.

En los emplazamientos con riesgo permanente de explosión de polvo o con abundancia de polvo inflamable en el ambiente o cuando el polvo inflamable sea conductor de la electricidad, se deberá adoptar el grado IP6x.

Para evitar la formación de cargas electrostáticas se deberá comprobar mediante la puesta a tierra de la instalación y mediante la conexión equipotencial de todas las superficies conductoras.

En pistolas electrostáticas, se debe evitar cualquier contacto cutáneo con el electrodo de la pistola.

Riesgos térmicos

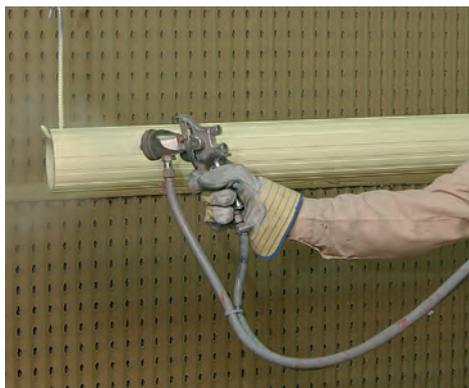
El precalentamiento de las piezas se encuentra presente en varios procesos. El trabajo sobre los materiales precalentados introduce una restricción térmica por radiación y riesgos de quemaduras por contacto físico.

Para evitar el riesgo de quemadura por contacto físico con piezas precalentadas, los trabajadores deberán tener en cuenta la radiación emitida por las piezas y utilizar guantes en el caso de que sea necesario el contacto con las mismas. El equipo deberá tener la señalización correspondiente de advertencia de riesgo por superficies calientes.

6 Bibliografía

- INRS ND 1228 *Peintures à solvants. Composition et risques toxicologiques.*
- *Autobody Refinishing General Best Shop Practices: Table 1. Safe Work Practices That Reduce Worker Exposures to Hazardous Chemicals* (<http://www.epa.gov/dfe/pubs/auto/bestpractices/bestpr.pdf>)
- *INRS Guide pratique de ventilation N° 9.2. Cabines d'application par projection de peintures en poudre.*
- García Castán et alii.- *Cuadernos de tecnología de pinturas. Cuaderno I: Las pinturas y el Medio Ambiente. Asociación Española de Técnicos en Pinturas y Afines.*

PINTADO CON PINTURA LÍQUIDA



Definición

Estas pinturas se caracterizan por contener disolventes orgánicos o mezclas, como disolventes o diluyentes del pigmento. Se pueden aplicar mediante brocha y rodillo, pulverización (neumática o electrostática), inmersión (simple o electrodeposición), aspersión (flow coating), y en continuo (coil-coating).

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)



- Resinas
- Pigmentos
- Cargas
- Aditivos

Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



OBLIGACIONES

- El equipo de pintura debe ser manejado por personal especializado.
- Conectar la captación de aire y controlar su buen funcionamiento.
- Comprobar que los envases de pintura líquida están correctamente etiquetados.
- Atender a las indicaciones del etiquetado y de las fichas de seguridad.
- Cerrar los recipientes después de su utilización.
- Comprobar el adecuado funcionamiento y empleo de los sistemas de fijación de piezas.
- Depositar la pistola en el lugar destinado para ello.
- Lavarse las manos antes de comer, beber o fumar y siempre después de manejar los productos. Utilizar los jabones destinados para ello.
- Los recipientes deben conservarse cerrados cuando no se estén utilizando.
- Mantener la pintura en su envase original.
- En caso de aplicar con pistola, depositarla en el lugar destinado para ello.
- Limpieza periódica de la zona de pintura y recogida de los derrames con la mayor celeridad posible.
- Limpieza periódica de la pistola aplicadora. Verificar buen estado.

PROHIBICIONES

- Prohibida la presencia de personas próximas a la zona de trabajo excepto los operarios de la tarea debidamente protegidos.
- Prohibido comer, fumar o beber en la zona de aplicación de pintura.
- Prohibido utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular los disolventes.
- Prohibido pintar en zonas próximas a fuentes de calor, chispas, etc.
- Prohibido lavarse con disolventes orgánicos.

Consideraciones relativas al mantenimiento/ almacenaje

- Los recipientes que contengan las pinturas deben estar perfectamente identificados y etiquetados.
- Comprobar periódicamente que los recipientes de almacenamiento de las pinturas se encuentren en perfecto estado.
- No almacenar conjuntamente las sustancias incompatibles entre sí (por ejemplo: almacenar separado de oxidantes fuertes).
- Almacenar en lugar fresco y ventilado, alejado de fuentes de calor y / o chispas.
- No apilar ni almacenar materiales en las proximidades de la trayectoria de movimiento de los bastidores.
- Para las tareas de mantenimiento, deberá trabajarse con la máquina consignada y prohibir la entrada a personal no autorizado.

ANÁLISIS DE RIESGOS: PINTURA LÍQUIDA

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Golpes, cortes con elementos en movimiento	Acceso a elementos móviles (sistemas automatizados, robots).	Pintado	<ul style="list-style-type: none"> - Resguardo fijo (vallado) que evite el acceso a zonas que no lo precisen. - Delimitar y señalizar zonas de paso. - Resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento o detección de presencia en zonas de acceso. - Verificar periódicamente el estado de los resguardos y sistemas de protección. - Proteger frente a caída de objetos las zonas de paso bajo bastidores en movimiento. - Emplear sistemas de parada de emergencia (cables, pulsador tipo seta) para detener el bastidor / cadena. - Señalizar las zonas donde existan cargas suspendidas. - Dotar de calzado de seguridad y guantes de seguridad anticorte. Señalización del uso obligatorio.
Sobreesfuerzos, posturas forzadas y movimientos repetitivos	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo de cargas. - Procesos manuales. - Manipulación de objetos voluminosos. 	Pintado	<ul style="list-style-type: none"> - Procurar que el rango de pintado se encuentre aproximadamente entre el codo y el hombro. - Dotar de pistolas aplicadoras ligeras (inferiores a 2 kg) con diseño ergonómico. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes o realizar pausas. - Formar e informar sobre la técnica de aplicación adecuada. - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo para exposiciones prolongadas. - Configurar la estación de trabajo de forma que el rango de alturas se encuentre entre las rodillas y los hombros del trabajador en recogida y depósito de piezas. - Evitar puntos de origen y destino de las piezas detrás del trabajador.
Contacto cutáneo	<ul style="list-style-type: none"> - Apertura de bidones de pintura. - Traslado de materias primas. - Preparación de mezclas. - Dilución de la pintura, etc. 	Todas las tareas	<ul style="list-style-type: none"> - Dotar de equipos de protección individual: guantes, ropa protectora y protección ocular / facial. - Realizar mantenimiento / reposición de los EPI. - Señalizar el uso obligatorio de los EPI. - Evitar la utilización de disolventes orgánicos para eliminar la presencia de pintura en manos y brazos. - Mantener limpia la zona de almacenamiento de pinturas. - Cerrar recipientes después de su utilización.
Inhalación pintado	<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de cabina de pintura. - Defectuoso sistema de captación de aire. - Apilamiento incorrecto de recipientes, recipientes en mal estado o tropiezos con recipientes. 	Carga pintura	<ul style="list-style-type: none"> - Automatización del proceso - cerramiento en cabina. - Existencia de sistema de captación de aire. - Optimización del proceso de aplicación. - Considerar la sustitución de pinturas tóxicas por otros productos menos peligrosos. - Evitar movimientos bruscos durante el proceso de carga. - Control periódico de las condiciones ambientales. - Dotar de protección respiratoria adecuada. - Realizar mantenimiento / reposición de los EPI. - Señalizar el uso obligatorio de los EPI. - Técnicas de limpieza mediante sistemas de aspiración o húmedos. - Limpieza periódica de la zona de pintura. - Comprobar el estado de los recipientes de las pinturas. - Almacenar los recipientes fuera de zonas de paso, en lugares delimitados.
Incendio / explosión	<ul style="list-style-type: none"> - Acumulación de vapores de disolventes. - Presencia de fuentes de ignición. 	Pintado	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que se cumple la ITC APQ I y revisar periódicamente. - Verificar que se cumple la ITC BT 29 y revisar periódicamente. - No fumar cerca de almacén y/o bidones de pintura. Señalizar. - Evitar fuentes de calor y/o chispas. - Evitar oxidantes fuertes junto a sustancias inflamables. - Mantener limpia y ventilada la zona de almacenamiento. - Mantener los recipientes de pintura y disolventes cerrados. - Durante los transvases de pintura desde envases de volumen mayor de 20 litros, éstos deberán estar conectados a tierra. - Conectar a tierra los tanques, depósitos, tuberías, grifos e instalaciones en los que se viertan, se agiten o circulen pinturas al disolvente.

PINTADO CON PINTURA EN POLVO



Definición

Consiste en la aplicación de pinturas sin disolvente (100% de extracto seco) que se presentan normalmente en forma pulverulenta. Se pueden aplicar por pulverización electrostática, lecho fluidificado o por lecho fluidificado electrostático.

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)



- Resinas
- Pigmentos
- Cargas
- Aditivos

Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



OBLIGACIONES

- El equipo de pintura debe ser manipulado por personal especializado.
- Conectar la captación de aire y recuperación de polvo y controlar su buen funcionamiento.
- Comprobar que los envases de pintura en polvo están correctamente etiquetados.
- Atender a las indicaciones del etiquetado y de las fichas de seguridad.
- Cerrar los recipientes después de su utilización.
- Comprobar el adecuado funcionamiento y empleo de los sistemas de fijación de piezas.
- La cabina de pintura, depósito de polvo, pistola electrostática deben estar conectados a tierra.
- En caso de aplicar con pistola electrostática, acercar la pistola a la pieza para evitar la retroproyección.
- Depositar la pistola en el lugar destinado para ello.
- Evitar contactos con el electrodo de la pistola.
- Limpieza periódica de la zona de pintura mediante sistemas de aspiración.
- Limpieza periódica de la pistola aplicadora. Verificar buen estado.
- Tener hábitos higiénicos correctos: lavarse las manos antes de comer, beber o fumar...

PROHIBICIONES

- Prohibida la presencia de personas próximas a la zona de trabajo excepto los operarios de la tarea debidamente protegidos.
- No utilizar técnicas de soplado o barrido para la limpieza.
- Prohibido realizar trabajos que generen fuentes de ignición cerca de la zona de aplicación de la pintura.
- Prohibido comer, beber o fumar durante la tarea.

Consideraciones relativas al mantenimiento/ almacenaje

- Las pinturas deben almacenarse a su temperatura recomendada para evitar el apelmazamiento en locales correctamente acondicionados.
- Los recipientes que contengan las pinturas deben estar perfectamente identificados y etiquetados.
- No almacenar conjuntamente las sustancias incompatibles entre sí.
- Almacenar la pintura en polvo evitando que se formen corrientes de aire.
- No apilar ni almacenar materiales en las proximidades de la trayectoria de movimiento de los bastidores.
- Para las tareas de mantenimiento, deberá trabajarse con la máquina consignada y prohibir la entrada a personal no autorizado.

ANÁLISIS DE RIESGOS: PINTURA EN POLVO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Golpes, cortes con elementos en movimiento	Acceso a elementos móviles (sistemas automatizados, robots).	Pintado	<ul style="list-style-type: none"> - Resguardo fijo (vallado) que evite el acceso a zonas que no lo precisen. - Delimitar y señalizar zonas de paso. - Resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento o detección de presencia en zonas de acceso. - Verificar periódicamente el estado de los resguardos y sistemas de protección. - Proteger frente a caída de objetos las zonas de paso bajo bastidores en movimiento. - Emplear sistemas de parada de emergencia (cables, pulsador tipo seta) para detener el bastidor / cadena. - Señalizar las zonas donde existan cargas suspendidas. - Dotar de calzado de seguridad y guantes de seguridad anticorte. Señalización del uso obligatorio.
Sobreesfuerzos, posturas forzadas y movimientos repetitivos	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo de cargas. - Procesos manuales. - Manipulación de objetos voluminosos. 	Pintado	<ul style="list-style-type: none"> - Procurar que el rango de pintado se encuentre aproximadamente entre el codo y el hombro. - Dotar de pistolas aplicadoras ligeras (inferiores a 2 kg) con diseño ergonómico. - Alternar tareas con exigencias musculoesqueléticas diferentes o realizar pausas. - Formar e informar sobre la técnica de aplicación adecuada. - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo para exposiciones prolongadas. - Configurar la estación de trabajo de forma que el rango de alturas se encuentre entre las rodillas y los hombros del trabajador en recogida y depósito de piezas. - Evitar puntos de origen y destino de las piezas detrás del trabajador.
Contacto cutáneo / inhalación de polvo de pintura	Polvo suspendido.	Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar corrientes de aire durante el almacenamiento de pinturas. - Cerrar recipientes después de su utilización. - Mantener limpia la zona de almacenamiento.
Contacto cutáneo / inhalación de polvo de pintura	<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de cabina de pintura. - Defectuoso sistema de captación de aire y recuperación de polvo. - Método inadecuado de carga. 	Pintado	<ul style="list-style-type: none"> - Automatización del proceso – cerramiento en cabina. - Existencia de sistema de captación de aire y recuperación de polvo. - Realizar un control periódico de exposición a polvo. - Limpieza con periodicidad adecuada de la zona de pintura. - Considerar la sustitución de pinturas tóxicas por otros productos menos peligrosos (por ejemplo: utilización de pinturas de bajo contenido o libres de TGIC) . - Optimización del proceso de aplicación. - Evitar movimientos bruscos durante el proceso de carga.

ANÁLISIS DE RIESGOS: PINTURA EN POLVO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Contacto cutáneo / inhalación de polvo de pintura	Ausencia o ineficiencia de EPI.	Pintado	<ul style="list-style-type: none"> - Dotar de mascarilla antipolvo adecuada. - Realizar mantenimiento / reposición de los EPI. - Señalizar el uso obligatorio de los EPI.
	Método inadecuado de limpieza.		<ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de limpieza mediante sistemas de aspiración o húmedos. - Limpieza periódica de la zona de pintura.
Riesgo eléctrico (cargas electroestáticas)	<ul style="list-style-type: none"> - Deficiente estado eléctrico. - Cargas electroestáticas no controladas. 	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión periódica de las condiciones eléctricas del equipo. - Verificar la estanqueidad de la instalación eléctrica al polvo. - Verificar la puesta a tierra de la cabina, depósito de polvo y de la pistola electrostática.
Incendio / explosión	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de fuentes de ignición. - Cargas electroestáticas no controladas. - Concentraciones elevadas de polvo. 	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que se cumple el Reglamento de Imacenamiento de Productos Químicos. - Las cabinas de pintura y los equipos utilizados deben estar contruidos en materiales que no contribuyan a la combustión y sean suficientemente resistentes al fuego. - Existencia de sistema de captación de aire y recuperación de polvo. - La instalación eléctrica en cabina debe ser antideflagrante. - Evitar la cercanía de procesos que generen fuentes de ignición. - Verificar la puesta a tierra de la cabina, depósito de polvo y de la pistola electrostática.
Riesgos térmicos	Contacto con piezas precalentadas.	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Dotar de guantes en el caso de que sea necesario el contacto con piezas calientes. Señalizar la advertencia de riesgo por superficies calientes.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE PINTADO CON PINTURA LÍQUIDA

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A Lugares de trabajo	
1. Se realiza la actividad en locales o cabinas diseñadas a tal efecto.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. El espacio de trabajo está limpio y ordenado, libre de obstáculos y con el equipamiento necesario.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. Se siguen las instrucciones de orden y limpieza con la periodicidad adecuada (recogida de fugas y derrames, cierre de envases, limpieza de pistolas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B Equipos de trabajo/instalaciones	
4. Se dispone de manual de instrucciones de los equipos (por ejemplo: robot, pistolas aplicadoras, cabinas de aplicación...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. El operario conoce el manejo de los equipos y los utiliza correctamente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
6. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
8. Se respeta lo dispuesto para instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión según lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria 29 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 29).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. La instalación neumática se encuentra en buen estado (fijaciones correctas, ausencia de mangueras deterioradas y fugas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. Se revisa periódicamente la instalación neumática del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. Se tiene en cuenta lo establecido en el Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. Los equipos de trabajo utilizados en atmósferas potencialmente explosivas cumplen con lo especificado en la Directiva 94/9/CE sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en tales atmósferas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. En procesos automáticos con riesgos mecánicos existen dispositivos y/o resguardos que impiden el acceso a elementos en movimiento (robots, cadenas de transporte...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. Las zonas de paso bajo bastidores en movimiento se encuentran protegidas frente a caída de objetos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. Se dispone de sistemas de parada de emergencia en zonas accesibles desde el puesto de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

17. Las zonas de alimentación de bastidores en líneas automáticas están señalizadas (prohibido el paso a personal no autorizado y cargas suspendidas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
18. Los resguardos están en condiciones adecuadas (robustez, sujeción, distancia suficiente a riesgo).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Los dispositivos de seguridad para evitar el acceso a instalaciones automáticas en movimiento (barreras inmateriales, interruptores con enclavamiento) funcionan adecuadamente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

C Sustancias químicas

22. Están suficientemente identificados y correctamente señalizados todos los productos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Se dispone de las fichas de seguridad de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Antes de la aplicación de cualquier pintura líquida se consulta su ficha de seguridad para seguir las precauciones debidas indicadas por el fabricante.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Están suficientemente definidos los procesos de preparación de la pintura para la aplicación por procedimientos escritos y son aplicados por el trabajador.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
26. Se adoptan medidas para la sustitución de pinturas tóxicas (con plomo, cadmio, molibdeno, cromatos...) por otras de menor peligrosidad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. Se observa la existencia de posibles fugas, porosidades, abolladuras, grietas... en los envases de pinturas y diluyentes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Está asegurada la retención en caso de fugas o derrames de disolventes o pintura.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. Se dispone de instrucciones y medios específicos para la limpieza de derrames y/o control de fugas, y se aplica.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. El trabajador se cambia de ropa al final de la jornada y dispone de taquillas o compartimentos para tener separada la ropa de calle de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
31. Existen duchas y fuentes lavaojos próximas al lugar de aplicación de la pintura.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. Los envases están cerrados cuando no se usan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

D Incendio/explosión

33. Se almacenan los productos inflamables según lo establecido en la APQ-I del Reglamento de almacenamiento de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Los residuos combustibles (retales, trapos de limpieza, etc.) se retiran periódicamente y se depositan en lugares seguros.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Se conectan a tierra los tanques, depósitos, tuberías, grifos e instalaciones en los que se vierten, se agitan o circulan pinturas al disolvente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. Está prohibido fumar (señalizado) en zonas donde se almacenan y manipulan pinturas y disolventes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Las pinturas y disolventes están separados de cualquier fuente de ignición (chispas producidas por equipos, superficies calientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. Existen medios de extinción en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

E Condiciones ambientales

39. Se realiza un control periódico de la concentración ambiental de contaminantes presentes en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. La zona de aplicación de pintura se encuentra aislada de otros procesos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
41. En la zona destinada al pintado existe un sistema de extracción diseñado específicamente para eliminar los vapores orgánicos (limpio y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
42. Existe un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. Se tiende a sustituir pinturas al disolvente por pinturas al agua o con bajo contenido en disolvente, siempre que sea técnicamente posible.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. Se evita la utilización de pinturas que contengan metales pesados (por ejemplo: cromo, plomo, molibdeno...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. Se ha considerado la optimización del proceso de pintado (por ejemplo: sustitución de pistolas convencionales por pistolas de alto volumen, baja presión (HVLP)).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
47. Los aplicadores de pintura han recibido formación adecuada para mejorar la eficacia del proceso, incrementando la eficiencia de la transferencia de pintura.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. Los niveles de iluminación son adecuados a las tareas (exigencias visuales altas: 500 lux).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
49. Se conoce el nivel de ruido presente en el ambiente de trabajo como resultado de las mediciones.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
50. Se cumplen las medidas preventivas tendentes a la reducción del ruido (aislamiento foco emisor, confinamiento equipos ruidosos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
51. Se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

F Equipos de protección individual

52. Se dispone de guantes y ropa de trabajo de forma que se evite el contacto cutáneo con las pinturas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
53. Se dispone de protección respiratoria con filtros específicos para compuestos orgánicos volátiles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. Se dispone de calzado de seguridad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
55. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
57. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
58. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
59. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

60. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), exposición prolongada a movimientos repetitivos y posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
--	--

61. Durante la aplicación de pintura el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los codos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
62. En la manipulación de piezas desde el almacenamiento / depósito, el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los nudillos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
63. Se valora el peso de la pistola aplicadora, así como un diseño ergonómico de la misma para permitir el mejor agarre posible.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
64. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
65. Se alternan distintas tareas en caso de realizar tareas repetitivas o que supongan mantenimiento de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
66. Se utilizan plataformas giratorias para el giro y volteo de piezas durante la aplicación de la pintura.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
67. Las manipulaciones implican posturas forzadas continuadas de muñeca.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

H Almacenamiento

68. El almacenamiento de materiales se realiza en lugares específicos para tal fin.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
69. Está correctamente ventilada el área de almacenamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
70. Los espacios previstos para almacenamiento de pinturas y disolventes tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
71. Se almacenan las pinturas y disolventes agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
72. Se tienen en cuenta las condiciones de almacenamiento establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria APQ I (Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles), del Reglamento de almacenamiento de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
73. Se limita la altura de apilamiento de los envases de pintura y/o contenedores de piezas para asegurar la estabilidad del conjunto.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE PINTADO CON PINTURA EN POLVO

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A Lugares de trabajo	
1. Se realiza la actividad en locales o cabinas diseñadas a tal efecto.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. El espacio de trabajo está limpio y ordenado, libre de obstáculos y con el equipamiento necesario.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. Se realiza una limpieza periódica de la zona de pintura mediante sistemas de aspiración, evitando la utilización de técnicas de soplado o barrido.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B Equipos de trabajo/instalaciones	
4. Se dispone de manual de instrucciones de los equipos (por ejemplo: robot, pistolas aplicadoras, cabinas de aplicación...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. El operario conoce el manejo de los equipos y los utiliza correctamente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
6. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
8. Se respeta lo dispuesto para instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión según lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria 29 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC BT 29).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. La instalación neumática se encuentra en buen estado (fijaciones correctas, ausencia de mangueras deterioradas y fugas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. Se revisa periódicamente la instalación neumática del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. Se tiene en cuenta lo establecido en el Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. Los equipos de trabajo utilizados en atmósferas potencialmente explosivas cumplen con lo especificado en la Directiva 94/9/CE sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en tales atmósferas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. En procesos automáticos con riesgos mecánicos existen dispositivos y/o resguardos que impiden el acceso a elementos en movimiento (robots, cadenas de transporte...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. Las zonas de paso bajo bastidores en movimiento se encuentran protegidas frente a caída de objetos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. Se dispone de sistemas de parada de emergencia en zonas accesibles desde el puesto de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

17. Las zonas de alimentación de bastidores en líneas automáticas están señalizadas (prohibido el paso a personal no autorizado y cargas suspendidas).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
18. Los resguardos están en condiciones adecuadas (robustez, sujeción, distancia suficiente a riesgo).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Los dispositivos de seguridad para evitar el acceso a instalaciones automáticas en movimiento (barreras inmateriales, interruptores con enclavamiento) funcionan adecuadamente.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

C Sustancias químicas

22. Están suficientemente identificados y correctamente señalizados todos los productos peligrosos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Se dispone de las fichas de seguridad de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. Antes de la aplicación de cualquier pintura en polvo se consulta su ficha de seguridad para seguir las precauciones debidas indicadas por el fabricante.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Se adoptan medidas para la sustitución de la pintura con contenido de TGIC (isocianurato de triglicidilo) por otra que no tenga TGIC o que lo tenga en un tanto por ciento más bajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
26. Se adoptan medidas para la sustitución de pinturas tóxicas (con plomo, cadmio, molibdeno, cromatos...) por otras de menor peligrosidad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. Se dispone de instrucciones y medios específicos para limpieza de fugas mediante aspirado, evitando barrido o soplado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. El trabajador se cambia de ropa al final de la jornada y dispone de taquillas o compartimentos para tener separada la ropa de calle de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. Los envases están cerrados cuando no se usan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

D Incendio/explosión

31. Se almacenan los productos inflamables según lo establecido en el Reglamento de almacenamiento de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. Los residuos que puedan contener materias combustibles o inflamables (pintura en polvo) se limpian periódicamente y se depositan en lugares seguros.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
33. Se asegura la puesta a tierra de la cabina de pintura, el depósito de polvo, la pistola electrostática y el objeto a pintar.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Está prohibido fumar (señalizado) en zonas donde se almacenan o manejan productos combustibles e inflamables.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Las materias y productos inflamables están separados de cualquier fuente de ignición (chispas producidas por equipos, superficies calientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
36. Existen medios de extinción en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida, en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

E Condiciones ambientales

37. Se realiza un control periódico de la concentración ambiental de contaminantes presentes en el lugar de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
38. La zona de aplicación de pintura se encuentra aislada de otros procesos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

39. En la zona destinada al pintado existe un sistema de extracción diseñado específicamente para eliminar el polvo en el ambiente (limpio y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Existe un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
41. Se informa a los trabajadores de los resultados de las concentraciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
42. Se evita la utilización de pinturas que contengan metales pesados (por ejemplo: cromo, plomo, molibdeno...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
43. Los aplicadores de pintura han recibido formación adecuada para mejorar la eficacia del proceso, incrementando la eficiencia de la transferencia de pintura.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. Los niveles de iluminación son adecuados a las tareas (exigencias visuales altas: 500 lux).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. Se conoce el nivel de ruido presente en el ambiente de trabajo como resultado de las mediciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. Se cumplen las medidas preventivas tendentes a la reducción del ruido (aislamiento foco emisor, confinamiento equipos ruidosos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
47. Se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

F Equipos de protección individual

49. Se dispone de ropa de protección de una pieza fabricada con materiales que prevengan la acumulación de cargas electrostáticas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
50. Se dispone de protección respiratoria contra el polvo eficaz.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
51. Se dispone de guantes para evitar el contacto cutáneo con pintura en polvo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
52. Se dispone de calzado de seguridad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
53. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
55. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
57. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

58. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), exposición prolongada a movimientos repetitivos y posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
59. Durante la aplicación de pintura el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los codos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
60. En la manipulación de piezas desde el almacenamiento / depósito, el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los nudillos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
61. Durante la aplicación de pintura el rango de alturas de trabajo se encuentra entre la altura de los hombros y la altura de los codos del trabajador (en la medida de lo posible).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

62. Se valora el peso de la pistola aplicadora, así como un diseño ergonómico de la misma para permitir el mejor agarre posible.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
63. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
64. Se alternan distintas tareas en caso de realizar tareas repetitivas o que supongan mantenimiento de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
65. Se utilizan plataformas giratorias para el giro y volteo de piezas durante la aplicación de la pintura.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
H  Almacenamiento	
65. El almacenamiento de materiales se realiza en lugares específicos para tal fin.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
66. Se evita la formación de corrientes de aire en el área de almacenamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
67. Los espacios previstos para almacenamiento de pinturas y disolventes tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
68. Se almacenan las pinturas agrupando las que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de las incompatibles.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
69. Se tienen en cuenta las condiciones de almacenamiento establecidas en el Reglamento de almacenamiento de productos químicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
70. Se limita la altura de apilamiento de los contenedores de las piezas para asegurar la estabilidad del conjunto.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>



Secado

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO

- 1.- Proceso de secado
- 2.- Métodos
- 3.- Tipos de sistemas de secado
 - 3.1.- Inmersión de piezas
 - 3.2.- Contacto con serrín (secado al Maizorb)
 - 3.3.- Centrífugas y ciclones de aire caliente forzado
 - 3.4.- Temperatura ambiente
 - 3.5.- Aire caliente (<80° C)
 - 3.6.- Horno
- 4.- Parámetros del proceso
- 5.- Reglamentaciones específicas
- 6.- Tareas relacionadas con el secado
 - Manipulación y colocación de piezas
 - Secado
 - Limpieza y mantenimiento
- 7.- Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas
 - Peligro de caída a distinto nivel de personas y objetos
 - Peligros mecánicos relacionados con el movimiento de las piezas (golpes)
 - Peligros mecánicos derivados de partes móviles de la instalación (atrapamientos)
 - Sobreesfuerzos
 - Peligro de quemadura por contacto con superficies calientes
 - Exposición a temperaturas elevadas, estrés térmico
 - Inhalación de productos químicos volátiles
 - Problemas oculares y peligro de quemaduras en ojos y piel debido a la exposición a radiaciones no ionizantes (infrarrojas o ultravioletas)
 - Riesgo de incendio / explosión
 - Peligros eléctricos (manipulación y colocación de piezas, secado, limpieza y mantenimiento)
- 8.- Bibliografía

FICHA INFORMATIVA
FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN

1 Proceso de secado

El proceso de secado / curado es uno de los procesos generales que podemos encontrar en la mayor parte de las empresas transformadoras industriales. En concreto, para el sector de tratamiento de superficies el proceso de secado permite, por una parte, eliminar la humedad de las piezas que se procesan y, por otra parte, la reticulación de la pintura aplicada sobre una pieza.

El proceso de reticulación de la pintura se denomina curado, aunque en recubrimientos en polvo también se utiliza el término polimerización.

Todos los hornos son de similares características en cuanto al tipo de operación a realizar. Es por ello que en el presente estudio van a ser estudiados de forma conjunta, destacando posibles particularidades.

2 Métodos

En el proceso de secado (eliminación de humedad de las piezas), los objetos terminados deben ser perfectamente enjuagados y resulta conveniente su inmediato secado para evitar pérdidas de brillo, oxidaciones y uniformidad del aspecto superficial.

En el caso de que el secado sea lento se puede formar una mancha sobre la superficie causada por el agua. Por ello es conveniente que se realice el enjuague previo al secado con agua desmineralizada.

El llamado “secado rápido” se puede obtener con diversos métodos:

- Inmersión en agua caliente conteniendo un poco de humectante.
- Inmersión en agua caliente conteniendo un humectante y un hidrofugante. El hidrofugante tiene la capacidad de desplazar el agua de las piezas a secar, empleándose hidrocarburos de débil viscosidad. En este sentido se suele utilizar una mezcla azeótropa (de punto de ebullición constante). Un ejemplo puede ser la formada por percloroetileno y un 16% de agua (v/v), debiendo ser realizado este tratamiento en una instalación adecuada.
- Por contacto con serrín de maíz o de madera exentos de ácido o resina. Permite un secado suave ya que actúa como absorbente. Los equipos de trabajo que se utilizan son secadoras vibratorias. Las secadoras vibratorias son máquinas vibradoras (para más información sobre el uso y descripción de los riesgos y medidas asociadas, ver el apartado de descripción y riesgos asociados y medidas preventivas del proceso de vibrado).
- Mediante centrifugas y ciclones de aire caliente forzado. Si los ciclones son del tipo de tornillo sin fin, puede incluirse en su interior serrín que actúa como absorbente de la humedad.

Dentro de los procesos de secado lento, más utilizados después de la aplicación de la pintura, podemos encontrar los siguientes procesos como más importantes:

- A temperatura ambiente
- Por aire caliente (menos de 80° C) con estufas industriales
- Horno
 - Convección (aire caliente)
 - Radiación (infrarrojos IR o ultravioleta UV)
 - Inducción.

Estos últimos son los más utilizados dentro del sector de tratamientos superficiales.

3 Tipos de sistemas de secado

3.1 Inmersión de piezas

El secado por inmersión de las piezas se realiza mediante la introducción de las piezas en cubas a través de cestas cuyo líquido se encuentra a una temperatura aproximada de 60° C.

Dicho proceso es utilizado frecuentemente después de operaciones de desengrase como tratamiento térmico previo a la utilización de hornos. El objetivo del secado rápido es evitar manchas o marcas de agua sobre las piezas recubiertas, en cuanto a su apariencia.

Por otra parte, para evitar procesos de corrosión, en determinadas piezas se debe quitar toda la humedad residual de las hendiduras.

3.2 Contacto con serrín (secado al Maizorb)

Las piezas a secar son introducidas junto con absorbentes (maíz, cáscaras de cacahuete, etc.) en máquinas vibratoras; éstas producen movimientos cíclicos que dan lugar a un secado suave, eliminando de este modo las manchas de las piezas procesadas.

Para más información sobre el funcionamiento, riesgos y medidas correctoras asociadas ver proceso "Vibración".

3.3 Centrífugas y ciclones de aire caliente forzado

Equipamiento que permite de forma rápida la eliminación de la humedad de las piezas metálicas.

3.4 Temperatura ambiente

Secado al aire, con el inconveniente de estar a expensas de las condiciones ambientales, periodos estacionales y aditivos correctores del secado, como retardantes. Suelen inducir a defectos tales como ampollas, matización por efecto del rocío, cuarteamiento, etc.

El secado al aire de las piezas se realiza colocándolas en bastidores preparados para dicho fin.

3.5 Aire caliente (<80° C)

Se utilizan estufas o equipos de aire caliente forzado que mejoran las condiciones ambientales y cuyo fin es acelerar la evaporación de los disolventes. La temperatura debe ser programada en función de la naturaleza de los ligantes y sobre todo en función de la volatilidad de los disolventes. Una temperatura elevada puede inducir defectos tales como amarilleos, cráteres, sopladuras, matizados, etc.

Las ventajas técnicas de la utilización del aire caliente son:

- Flexibilidad de utilización en relación con las formas y los colores de piezas.
- Buen transporte de la temperatura.

Los inconvenientes son:

- Dificultades para realizar subidas rápidas de temperatura.
- Tiempo de cocción global largo.
- Movimientos de aire importantes con posibilidad de crear problemas vinculados al polvo.

3.6 Horno

Son los sistemas más empleados en la actualidad, reservados al endurecimiento de la pintura cuyos ligantes secan por oxidación, evaporación o polimerización. Dentro de ellos podemos encontrar los sistemas de convección, radiación e inducción.

Tipos de hornos

- **Convección.** Son los más extendidos en los procesos industriales y utilizan el aire caliente como trasmisor del calor. Estos hornos consiguen llegar a la temperatura de curado a través del calentamiento del aire dentro del recinto donde se colocan las piezas.



Horno con carro integrado a puerta



Horno con puerta guillotina

Secan la pintura desde el exterior hasta el interior transportando el calor hacia la parte del sustrato. Si el gradiente de transmisión de la temperatura no es el adecuado, puede producir un pronto endurecimiento de la capa superior, impidiendo la óptima evaporación del disolvente.

Los intercambiadores de calor pueden ser:

- Cámaras de combustión (gasóleo, fuel, gas)
- Baterías calefactoras (aceite térmico, electricidad).

A su vez, estos hornos se pueden utilizar en forma estática (trabajo por lotes) o en forma continua (mediante línea de producción).



Horno en continuo

- **Radiación.** Utilizan como elemento trasmisor las radiaciones emitidas a una determinada longitud de onda, bien en la región del espectro infrarrojo (IR) o en la del ultravioleta (UV). El secado por radiación se produce desde el interior hacia el exterior por la absorción de la radiación, lo que provoca un mejor secado o polimerizado.

1.- Infrarrojos. Trabaja a bajas temperaturas (<100° C). El sistema de curado se basa en la absorción de radiaciones infrarrojas por la película de la pintura. Poseen un alto rendimiento con bajas pérdidas caloríficas. Las fuentes de emisión tienen una vida limitada. Presentan problemas donde existen sombras y colores. Los colores claros y metalizados tienen más dificultad de curar por este sistema.

Los hornos infrarrojos eléctricos son, en general, continuos debido a que las piezas deben estar en contacto directo con la radiación.

Principalmente existen dos tipos de hornos de infrarrojo, los de paneles y bóvedas y las estufas mixtas (infrarrojos y aire).

- a) *Paneles y bóvedas.*- Utilizado cuando la instalación está destinada a tratar productos de formas simples y poco variables (tratamiento de piezas planas), ya que permite garantizar una buena homogeneidad en la iluminación sobre la pieza. También permite conseguir una iluminación muy importante que conduce a subidas de temperatura muy rápidas sin creación de gradientes relevantes sobre la pieza.
- b) *Estufas mixtas.*- Para la adaptación de piezas de formas complicadas es necesario buscar una solución mixta que contemple, por un lado, la utilización del infrarrojo y, por otro lado, las ventajas de la utilización del aire caliente que permitirá una mejora de la homogenización y del mantenimiento de la temperatura durante el transporte.

Las ventajas de los infrarrojos son:

- Subida rápida de la temperatura.
- Posibilidad de limitar los movimientos de aire, lo que posibilita el mejor control de los problemas vinculados al polvo y a la renovación de aire.



Horno de infrarrojo en continuo

Los inconvenientes son:

- Dificultad de tratar de manera homogénea las piezas de formas complicadas (necesidad de recurrir al método mixto).
 - Dificultad de dimensionamiento (para dimensionar una estufa infrarroja hace falta la realización de ensayos).
- 2.- *Ultravioleta.* Este sistema se utiliza a temperatura ambiente, por lo que se hace recomendable a substratos sensibles al calor. A los productos aplicables por este sistema se les añaden fotoiniciadores (catalizadores) que se descomponen bajo la acción de la radiación para iniciar el curado. El tiempo de secado se reduce considerablemente, pudiendo operar entre algunos segundos y 1 minuto. También las lámparas son de vida limitada (2.000-2.500 horas) pero el consumo energético es menor.
- 3.- *Inducción.* Este sistema es producido por un solenoide recorrido por una corriente de alta frecuencia, desarrollando así un campo electromagnético que induce a la pieza corrientes de Foucault que producen calentamiento. Al igual que en el caso de la radiación, el secado se produce desde el interior hacia el exterior. Tiene la ventaja de ser un método muy rápido (segundos), por lo que se puede utilizar en procesos continuos.

El proceso de secado es una de las etapas críticas en el sector de recubrimientos. Una buena calidad de las piezas que se procesan está vinculada al respeto de los ciclos de cocción, teniendo en cuenta el tipo de pinturas utilizadas. Es por ello de vital importancia la selección del tipo (hornos y estufas que se adapten adecuadamente a las pinturas utilizadas) y la utilización adecuada de los equipos (selección de parámetros del equipo).

A continuación se adjunta una tabla con algunos de los posibles defectos que pueden ser provocados por una utilización inadecuada de los parámetros de los equipos asociados:

Defecto	Causas posibles	Medidas
Piel de naranja	- Subida demasiado lenta de la temperatura del objeto	Revisar el horno
Propiedades químicas defectuosas	- Cocción insuficiente - Temperatura demasiado alta - Temperatura demasiado baja	Bajar la temperatura de cocción
Formación de gotas	- Subida de temperatura demasiado rápida - Temperatura demasiado alta	Bajar la temperatura de cocción

Defecto	Causas posibles	Medidas
Superficies mates Amarilleo	- Cocimiento excesivo	Disminuir la temperatura de cocción
Desviación del color Desviación del brillo	- Tiempo / temperatura incorrecta	Corrección de los parámetros del horno
Superficie aceitosa	- Temperatura demasiado alta - Temperatura demasiado baja	Aumentar o bajar la temperatura
Impurezas en la película de la pintura	- Partículas ajenas se depositan durante la cocción	Limpiar el horno

El nivel de temperatura y el tiempo de transporte de las piezas (definidos por el fabricante de las pinturas) determinará la calidad y características físico-químicas de la película (o recubrimiento de las piezas). La selección del tipo de tecnología a utilizar debe garantizar la subida y el mantenimiento de la temperatura de las piezas pintadas.

4 Parámetros del proceso

Los parámetros críticos a tener en cuenta en todo proceso de secado son:

- Tipo de equipamiento utilizado (infrarrojo, por convección)
- Nivel de temperatura
- Tiempo de secado.

5 Reglamentaciones específicas

En el caso de hornos a gas se tendrán en cuenta las exigencias establecidas en el R.D. 494/1988 de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible.

Los hornos a gas (en su mayoría no fabricados en serie) son considerados aparatos de tipo único ya que se calculan, diseñan y fabrican con destino a una instalación determinada y concreta. Según el artículo 8 del R.D. 494/1988 es necesario la presentación de un proyecto ante el órgano competente donde se indique el lugar de instalación, así como las características técnicas y de funcionamiento del aparato.

La puesta en marcha y el funcionamiento del horno solo se realizará teniendo en cuenta las prescripciones establecidas en el reglamento y en la instrucción técnica complementaria ITC MIEAG 20 "Aparatos de tipo único no incluidos en una instrucción técnica complementaria específica".

Cualquier modificación en el aparato a gas que afecte a las condiciones de seguridad o a sus prestaciones dará lugar, de acuerdo con lo establecido en la instrucción técnica complementaria, a la presentación del proyecto de modificación.

En el caso de hornos a gasóleo se deberán respetar las exigencias del Reglamento sobre instalaciones petrolíferas (R.D. 2085/1994 y sus correspondientes modificaciones) y en concreto las instrucciones dadas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC MI IP 03 sobre instalaciones petrolíferas para uso propio. En la ITC MI IP 03 se dan indicaciones sobre las características técnicas y elementos de seguridad que deben tener los equipos y las conducciones que formarán parte de la instalación. Se indica así mismo la periodicidad de las revisiones e inspecciones que deben realizarse.

En el caso de hornos eléctricos se seguirán las instrucciones dadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, R.D. 842/2002, y en la ITC BT 45 "Instalación de Receptores. Aparatos de Caldeo".

6 Tareas relacionadas con el secado

Se distinguen tres operaciones básicas durante el proceso de secado de las piezas:

- 1.- Manipulación y colocación de piezas
- 2.- Secado
- 3.- Limpieza y mantenimiento.

Manipulación y colocación de piezas

Se engloban todas las tareas necesarias para la preparación de las piezas a secar, tanto de las piezas que anteriormente han pasado por los túneles de desengrase como las piezas que han pasado por las cabinas de pintura.

Las acciones previstas pueden variar dependiendo del tipo de equipamiento a utilizar:

- En el caso de la utilización de técnicas de secado rápido, las tareas son las correspondientes a la colocación de las piezas en cubas, ciclones, centrifugas o máquinas vibradoras.
- En el caso de secado a temperatura ambiente y en túneles de secado, las tareas previstas se refieren a la manipulación, colocación y desenganche de las piezas en los bastidores.
- En el caso de estufas u hornos estáticos, las tareas de manipulación comprenden las correspondientes a la colocación de las piezas en los soportes previstos según el equipo, como en carros con ruedas, vagonetas, cestas, etc., y la introducción del soporte correspondiente en el horno.



Secado

Comprende el secado en sí de las piezas, bien después de las operaciones correspondientes de desengrase, bien tras la aplicación de la pintura.

Limpieza y mantenimiento

Las tareas de limpieza y mantenimiento son las que los equipos de secado necesitan para que se mantengan las condiciones óptimas para obtener un procesado adecuado. Todas las tareas de mantenimiento y limpieza deberán realizarse según las instrucciones del fabricante del equipo, y/o el servicio de asistencia técnica correspondiente.

7 Riesgos asociados a la tarea y medidas preventivas

Peligro de caída a distinto nivel de personas y objetos, cuando se trabaja en secaderos elevados del suelo

Durante las tareas de mantenimiento, dependiendo del tipo de horno es posible que tenga que acceder un operario a la parte superior del equipo, con el consiguiente riesgo de caída a distinto nivel. El riesgo de caída a distinto nivel dependerá de la frecuencia de acceso de los operarios a la parte superior del horno.

Para minimizar este riesgo, se pueden seguir las siguientes recomendaciones:

- Disponer de protección perimetral en las zonas de trabajo y de paso cuya altura sea superior a dos metros mediante barandillas de altura mínima de 90 cm con listón intermedio y rodapié (según lo indicado en el R.D. 486/97 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo).
- Disponer de estructuras de plataformas, escaleras, etc. con materiales adecuados que resistan las condiciones del área de trabajo. Revisar periódicamente el estado de las estructuras.
- Las escaleras de mano cumplirán lo dispuesto en el R.D. 2177/2004 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de

trabajos temporales en altura, teniendo en cuenta:

- Se utilizarán escaleras de mano resistentes que sobresalgan al menos un metro sobre el plano de trabajo al que se accede.
- Se evitarán las escaleras de mano de construcción improvisada.
- Se revisarán periódicamente.
- Se utilizarán con apoyos adecuados y correcta sujeción de los mismos, debiendo colocarse con inclinación en ángulo aproximado de 75° con la horizontal, realizando el ascenso o descenso de frente a ellas.

También se pueden seguir las recomendaciones dadas en UNE EN ISO 14122-2 “Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 2: Plataformas de trabajo y pasarelas”¹.

Peligros mecánicos relacionados con el movimiento de las piezas (golpes)

El riesgo mecánico en túneles de secado se encuentra relacionado con el sistema de entrada y salida. Principalmente se debe al riesgo de golpe o impacto producido por las piezas durante su recorrido por la instalación.

Las medidas asociadas que minimizan la aparición de dichos peligros son:

- Impedir el acceso, mediante resguardo fijo (vallado), al recorrido de las piezas.
- Delimitar zonas de paso, mediante señalización.
- Habilitar zonas de paso, teniendo en cuenta la altura y anchura suficiente para el paso seguro de trabajadores y equipos.
- Disponer, en caso necesario, de protección frente a caída de objetos a diferentes alturas.
- Disponer de paradas de emergencia a lo largo del recorrido, que paren el movimiento de las piezas y el funcionamiento del horno. En el caso de que se puedan producir sobrecalentamientos, el sistema de enfriamiento del horno no debe desconectarse hasta haber alcanzado una temperatura segura.
- En el caso de hornos estáticos, utilizar equipos auxiliares adecuados teniendo en cuenta las dimensiones / peso de las piezas.

Peligros mecánicos derivados de partes móviles de la instalación (atrapamientos)

Originados por los diferentes sistemas y elementos móviles de transmisión (cadenas, correas, ventiladores del horno, etc.), principalmente de los túneles de secado que trabajan en continuo. El peligro de atrapamiento se produce cuando existe un elemento fijo y otro móvil, con distancias y velocidades que pueden variar.

Las medidas preventivas a adoptar son:

- Protección de zonas peligrosas mediante la colocación de resguardos fijos o móviles con dispositivos de enclavamiento.
- En el caso de utilización de cintas transportadoras, las zonas peligrosas de atrapamiento deberán protegerse mediante resguardos fijos.
- Disponer de dispositivos de parada de emergencia de fácil identificación y accesibilidad, en diferentes zonas de la instalación.
- Señalizar la posibilidad de aparición de riesgos de atrapamiento.
- Disponer de señales visuales y/o acústicas sobre la puesta en marcha del sistema de transmisión (movimiento) del túnel.
- Los ventiladores de hornos y estufas deben estar protegidos con resguardos fijos y las aberturas estarán a distancia suficiente de las palas para impedir el posible contacto con los dedos de la mano.
- La máquina se pondrá de nuevo en marcha no solo por el cierre de la puerta, sino también maniobrando el mando de arranque sobre el tablero de control.

Sobreesfuerzos

Puede haber un sobreesfuerzo si el trabajador realiza manualmente la carga y descarga de las piezas en bastidores, carros...

- Para la recogida de piezas desde su punto de almacenamiento o ubicación en las proximidades del puesto, y para reducir el esfuerzo asociado al levantamiento de cargas pesadas, es recomendable

¹ Para más información ver “UNE EN ISO 14122-1. Seguridad de máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 1: Selección de medios de accesos fijos entre dos niveles” “UNE EN ISO 14122-3 Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 3: Escaleras, escalas de peldaños y guardacuerpos”

que la disposición de la carga a manipular se encuentre en un rango de alturas comprendido entre la altura de las rodillas (preferiblemente de los nudillos) y la altura de los hombros del trabajador. Esto implicaría disponer de plataformas de apoyo para palets, cajas o cargas, evitando dejarlos a nivel de suelo.

- La altura de agarre de los carros se encontrará aproximadamente a la altura de los codos.
- La fuerza máxima para poner en marcha o parar un carro no debe superar nunca los 25 kg, y la fuerza máxima para mantenerlo en movimiento los 10 kg.
- En cualquier caso, para exposiciones prolongadas a movimientos repetitivos y/o posturas forzadas, se precisa del análisis detallado, a través de métodos específicos, para valorar la carga física del puesto de trabajo.

Peligro de quemadura por contacto con superficies calientes

El secado de las piezas se realiza introduciéndolas en recintos a altas temperaturas, en el caso de la utilización de hornos, estufas, etc. Evidentemente el peligro de quemadura está estrechamente ligado a dichos equipos.

Durante las operaciones de carga y descarga de las piezas existe riesgo de quemadura por contacto con superficies calientes debido a:

- El contacto con zonas del horno a altas temperaturas (durante la carga y descarga de piezas).
- La temperatura a la que se encuentran el soporte y las piezas tratadas (descarga de piezas).

Las máquinas y equipos deben estar diseñadas y fabricadas con paredes y puertas con paneles de aislamiento para evitar quemaduras por contacto o por proximidad. Según la norma EN 563, las temperaturas de la superficie no deben sobrepasar los 65° C para contactos accidentales (inferiores a 1 s).



Dado que la posibilidad de contacto con zonas a altas temperaturas es muy alta, especialmente durante la descarga de las piezas, conviene establecer medidas:

- En hornos estáticos y estufas, dispositivos que adviertan (teniendo en cuenta el periodo de enfriamiento necesario) que el horno se encuentra a una temperatura tal que un contacto accidental no provoque riesgos de quemadura.
- Utilización de guantes y ropa adecuada de protección (en hornos, estufas, inmersión en cubas, etc.).
- Se deberá señalar el uso de equipos de protección adecuados (guantes), así como la posibilidad de peligro de quemadura por la existencia de fuentes de calor.
- Señalización de peligro de superficies calientes (en hornos, estufas, inmersión en cubas).
- Utilización de medios auxiliares de manipulación que faciliten la descarga de las piezas (principalmente para hornos estáticos).
- En hornos y estufas estáticas, durante el secado de las piezas las puertas deberán estar adecuadamente cerradas.
- En el caso de túneles de secado, la construcción del túnel deberá contemplar medidas adicionales que impidan la entrada no autorizada de personal en la zona de secado y que el posible contacto con las piezas solo sea posible una vez éstas se encuentren a una temperatura que no pueda ocasionar daños a los operarios de la zona.
- La máquina estará parada antes de su apertura. Los radiadores para el calentamiento del aire de entrada producen riesgos de quemaduras por contacto, sobre todo en las operaciones de limpieza de los filtros.
- Las operaciones especiales de mantenimiento deben realizarse con la máquina parada y aislada de toda fuente peligrosa de energía, bloqueando el interruptor general de la máquina mediante el candado personal o protección equivalente. Las operaciones de mantenimiento deben ser realizadas por personal cualificado; las operaciones a realizar en áreas denominadas peligrosas deben autorizarse y ejecutarse de acuerdo con un permiso. Ver EN 746-1 "Equipos de tratamiento térmico industrial. Parte I: Requisitos comunes de seguridad para equipos de tratamiento térmico industrial".

En el caso de secado con ciclones, centrífugas y máquinas vibratorias el riesgo por contacto con partes a altas temperaturas es bajo.

En el caso de secado por técnicas de inmersión no existe peligro de quemadura durante el proceso a excepción de que se deban manipular las piezas.

Exposición a temperaturas elevadas, estrés térmico

Este riesgo puede darse durante la realización de tareas en las proximidades del horno (especialmente la carga, descarga, etc.). En función del tipo de tarea y de condiciones termohigrométricas desfavorables valoradas por el índice WBGT se puede dar una situación de estrés térmico.

Para limitar el riesgo de la exposición a temperaturas elevadas y/o de estrés térmico se proponen las siguientes recomendaciones:

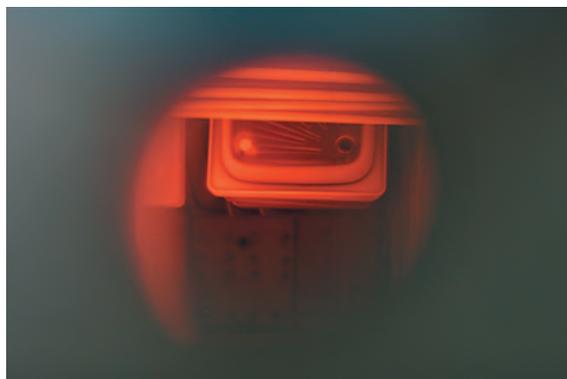
- Valoración de las condiciones de temperatura y humedad especialmente en caso de exposiciones prolongadas.
- Automatización del proceso (entrada / salida automática o semiautomática de las piezas, etc.).
- Favorecer la ventilación natural o forzada.
- Mantenimiento de las instalaciones (aislamiento y estanqueidad en hornos) para evitar pérdidas de calor al ambiente.
- Limitar la exposición bien alternando las tareas en las proximidades del horno con otras alejadas del mismo o mediante su realización por varios trabajadores para permitir la recuperación.
- Evitar la realización de tareas pesadas en las proximidades del horno.
- Utilización de ropa de trabajo adecuada (ropa que permita la circulación del aire o el vapor de agua).
- En caso necesario, utilización de equipos de protección individual (guantes, ropa de trabajo y protección facial) que protejan de las temperaturas elevadas.
- Disponer de líquido en las proximidades del horno para poder beber regularmente.
- Aclimatización de los trabajadores a las condiciones termohigrométricas. Exposición progresiva a la carga de trabajo.
- Formación / información sobre los efectos adversos de la exposición a temperaturas elevadas para reconocer los síntomas y facilitar medidas de actuación (alejamiento, proporcionar líquidos, etc.).

Inhalación de productos químicos volátiles

Durante el secado de las piezas se pueden producir vapores desprendidos de los productos químicos utilizados para tratar las piezas.

Deberán tenerse en cuenta medidas especiales sobre los peligros tóxicos derivados de la composición de los recubrimientos utilizados. Tener en cuenta la información suministrada por el fabricante del recubrimiento en las fichas de seguridad (consultar las medidas preventivas establecidas en el proceso "Pintado").

- El equipo debe estar diseñado para evacuar, mediante sistemas de extracción localizados, las posibles emisiones desprendidas durante el proceso.
- Dependiendo del tipo de sustancia introducida en el equipo, puede ser necesaria la utilización de protección respiratoria. Se deberá realizar un control de las condiciones ambientales para establecer la selección de los equipos de protección individual y medidas complementarias.
- Una vez parado el horno, deberá respetarse el periodo necesario para la evacuación de los gases, siguiendo las recomendaciones dadas por el fabricante del equipo.
- Con respecto a los hornos a gas deberán seguirse las disposiciones del Reglamento de aparatos a gas, R.D. 494/1988, que indica el procedimiento para la homologación de aparatos únicos y la correspondiente instrucción técnica de aplicación (MIE-AG 20) donde se indican las medidas de seguridad, así como las pruebas realizadas a los dispositivos de seguridad instalados.



- En cuanto a los hornos a gasóleo, se deberán respetar las exigencias dadas en la instrucción técnica complementaria ITC MI IP 03 y seguir las revisiones e inspecciones periódicas a realizar.

Problemas oculares y peligro de quemaduras en ojos y piel debido a la exposición a radiaciones no ionizantes (infrarrojas o ultravioletas)

Existen equipos de secado que utilizan lámparas infrarrojas o ultravioletas para proceder al secado de las piezas por radiación. Las radiaciones infrarrojas y ultravioletas son radiaciones no ionizantes, pueden lesionar la retina o producir opacidad en el cristalino del ojo y daños en la piel por cesión del calor.

Las medidas preventivas asociadas son:

- Evitar la exposición directa de las personas a las lámparas de infrarrojo y UV.
- Proceder a la señalización de las fuentes.
- Impedir la visión directa de las fuentes de radiación.
- Se deben proteger los registros de inspección, por ejemplo, mediante mirillas con cristales tintados con protección suficiente frente a la radiación.
- Utilización de equipos de protección individual, como las gafas de protección, que deberán tener cristales marcados con el código 4, seguido del grado de protección, que dependerá de la temperatura de la fuente, sin tener en cuenta la distancia.
- Utilización de guantes para evitar riesgos de quemadura.
- Señalización en el equipo de la obligatoriedad de uso de los equipos de protección individual.

Riesgo de incendio / explosión

La posibilidad de que se origine un riesgo de incendio / explosión viene determinada por:

- La posible generación de atmósferas explosivas debido a los vapores de las pinturas aplicadas a las piezas antes de las operaciones de secado y a la posibilidad de aparición de una posible fuente de ignición.
- El tipo de productos / sustancias que se procesan (impregnadas con pinturas, etc.).
- Como consecuencia del funcionamiento del horno / estufa o la aparición de un fallo en su funcionamiento.

Las medidas preventivas asociadas son:

- Evitar concentraciones peligrosas manteniendo sistemas de ventilación natural o forzada en la zona de manipulación de las piezas impregnadas de pintura, barniz, laca...
- Deberá existir ventilación adecuada en la zona de manipulación de piezas.
- Evitar la presencia de fuentes de ignición (prohibido fumar, operaciones con chispa, etc.).
- Trabajar en los rangos de temperatura especificados por el fabricante del equipo.
- Realizar mantenimientos preventivos teniendo en cuenta el manual de instrucciones de los equipos; en el caso de equipos a gas o gasóleo respetar las indicaciones establecidas en MIE AG 20, y MI IP 03.
- Realizar verificaciones periódicas sobre el estado de la instalación eléctrica.
- Disponer de medios de extinción de incendios según reglamentación vigente.

Con respecto a las medidas asociadas a la posibilidad de aparición de un fallo de funcionamiento son, entre otras, y teniendo en cuenta que dependerán de la tecnología de los equipos productivos utilizados:

- En el caso de hornos eléctricos, garantizar que el estado de la instalación eléctrica es adecuado y no existen deficiencias que puedan provocar fuentes de ignición accidentales.
- En el caso de hornos de combustible, disponer de dispositivos de corte de combustible y enclavadores, así como detectores de incendios y de gas inflamable.
- El diseño y construcción de los equipos será tal que se prevengan las fugas de gases calientes, productos de combustión y llamas (mediante chimeneas, aberturas, puertas, etc.).
- Deben construirse e instalarse en y sobre una estructura resistente al fuego (al menos 60 minutos), o aislarse de las fuentes de calor y encendido.
- Los equipos deben disponer de sistema de control de la temperatura, en particular para prevenir la sobretemperatura.
- Establecer procedimientos claramente definidos sobre el purgado de los gases.
- Realizar revisiones e inspecciones teniendo en cuenta las instrucciones técnicas complementarias tanto para gas como para gasóleo.

Riesgos eléctricos (manipulación y colocación de piezas, secado, limpieza y mantenimiento)

Los peligros eléctricos pueden originarse por un contacto directo o indirecto con una parte activa o bajo tensión.

Contacto directo es aquel contacto de personas con partes activas de los materiales o equipos, como, por ejemplo, el que se produce al tocar con la mano la parte conductora de un cable sometido a tensión.

Un contacto indirecto es aquel contacto de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión, como puede ser tocar con la mano la carcasa metálica de una máquina eléctrica que, por alguna avería o defecto de los aislamientos, ha quedado sometida a tensión.

La instalación eléctrica de locales y equipos de trabajo deberá cumplir con las exigencias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D.842/2002). Deberán considerarse, además, las disposiciones establecidas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Es de destacar la necesidad de protección contra contactos directos mediante el recubrimiento de partes activas de la instalación, y contra contactos indirectos mediante sistemas de protección ante derivaciones o fugas (por ejemplo, interruptores diferenciales) y conexión a tierra de la instalación.

Para evitar el riesgo eléctrico asociado a la utilización de las máquinas, en general deben realizarse verificaciones visuales previas y periódicas del estado del equipo por lo que respecta a la instalación eléctrica, como por ejemplo realizar una inspección periódica del estado del cableado, verificando que el cableado y otros elementos del sistema se encuentran en buenas condiciones (cables sin peladuras, dispositivos de protección en buenas condiciones, etc.).

Antes de realizar cualquier revisión / modificación interna a la máquina, la persona encargada del mantenimiento deberá desconectar y separar la fuente de energía eléctrica, a fin de evitar los posibles riesgos eléctricos por contacto directo o indirecto.

En hornos estáticos, donde se utilicen sistemas de manipulación de las piezas hay que dotar a los carros o vagonetas de sistemas que eliminen la posible electricidad estática acumulada.

5 Bibliografía

- *Metals Handbook. Heat treating.*
- *NTP 55: Túneles de secado de disolventes inflamables control del riesgo de explosión.* Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- *Metalografía y tratamiento térmico de los metales*

SECADO



Definición

Se emplea para eliminar humedad de piezas y para el curado o polimerización de la pintura, por medio de aire caliente o radiación.

Dependiendo del tipo de piezas a procesar existen diferentes tipos de configuraciones que permiten a la empresa facilitar las tareas relacionadas con el proceso. Los hornos y secaderos que habitualmente se encuentran en la industria de recubrimientos son hornos en continuo (túnel) y hornos estáticos. Las dimensiones de éstos dependen de las necesidades de las empresas.

Los elementos principales de los hornos / secaderos son el recinto para el calentamiento, con chimeneas de extracción de humos y evacuación del calor, y una zona para la entrada y salida de piezas.

Productos químicos

(Consultar fichas seguridad química)



Equipos de protección individual

Riesgo continuo



Riesgo presente



OBLIGACIONES

- Mantener las zonas de entrada y salida de piezas despejadas y sin obstáculos, evitando la posibilidad de caídas.
- Mantener en perfecto estado los paneles de aislamiento del horno y otro tipo de resguardos de protección.
- Mantener en perfecto estado las conducciones de extracción de aire y los filtros de partículas.
- En el caso de curado / polimerizado de pinturas, conocer las propiedades y disponer de las fichas de seguridad de las pinturas utilizadas (prestar especial atención a la temperatura aconsejada por el fabricante).
- Utilización de guantes y ropa adecuada para evitar quemaduras.
- En el caso de hornos infrarrojos o ultravioletas, utilizar protección ocular para inspección.
- Esperar el tiempo necesario para proceder a extraer o a introducir nuevas piezas en el horno.
- Antes de la puesta en marcha del horno, verificar que en el interior del horno no se encuentran personas.

PROHIBICIONES

- Prohibido entrar en el interior de túnel de secado / hornos.
- Prohibido introducir objetos diferentes a las piezas a secar.
- Prohibido circular en la zona de recorrido de las piezas, en el caso de túneles de secado.
- Prohibido fumar o generar fuentes de ignición.
- No detenerse delante de las zonas de entrada y salida de las piezas en el caso de túneles de secado.
- Evitar la realización de tareas pesadas en las proximidades del horno.

Consideraciones relativas al mantenimiento / almacenaje

- Verificar periódicamente el estado del sistema de extracción de la ventilación del equipo.
- Verificar periódicamente el estado de la instalación eléctrica de la zona.
- Verificar el estado de las paredes de revestimiento del horno.
- Verificar el estado de los elementos de extinción de incendios.
- Verificar el estado de las tuberías y dispositivos de seguridad de las instalaciones de gas y gasóleo.

ANÁLISIS DE RIESGOS: SECADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caídas en altura	Caída desde escaleras o plataformas elevadas.	Mantenimiento y limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> - Protección perimetral de las superficies de trabajo en altura (barandilla, listón intermedio, rodapié). - Utilizar escaleras de mano adecuadas a normativa.
Golpes	Elementos móviles accesibles.	Manipulación de piezas.	<ul style="list-style-type: none"> - Limitar el acceso, mediante resguardo fijo (vallado). - Colocar adecuadamente las piezas sobre los bastidores instalados en los túneles de secado. - Delimitar zonas de paso mediante señalización. - Habilitar zonas de paso para el paso seguro de trabajadores y equipos. - Disponer de paradas de emergencia a lo largo del recorrido. - En el caso de hornos estáticos utilizar equipos auxiliares adecuados teniendo en cuenta las dimensiones / peso de las piezas.
Atrapamientos	Elementos móviles de transmisión accesibles (cadenas, correas, ventiladores del horno, etc.), túneles de secado en continuo.	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulación de piezas. - Secado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar y comprobar el estado de los resguardos y sistemas de protección instalados. - Disponer de dispositivos de parada de emergencia. - Señalizar la posibilidad de aparición de riesgos de atrapamiento. - Disponer de señales visuales y/o acústicas sobre la puesta en marcha del sistema de transmisión (movimiento) del túnel. - Proteger los ventiladores de hornos y estufas.
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo de cargas. - Procesos manuales. - Manipulación de objetos voluminosos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulación de piezas. - Secado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valoración específica de la carga física por puesto de trabajo para exposiciones prolongadas. - Configurar la estación de trabajo de forma que el rango de alturas se encuentre entre las rodillas y los hombros del trabajador en recogida y depósito de piezas. - La altura de agarre de los carros se encontrará aproximadamente a la altura de los codos. - La fuerza máxima para poner en marcha o parar un carro no debe superar nunca los 25 kg y la fuerza máxima para mantenerlo en movimiento los 10 kg.
Quemadura	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto con piezas calientes. - Falta de aislamiento. 	Todas.	<ul style="list-style-type: none"> - Las máquinas y equipos deben estar diseñadas y fabricadas con paredes y puertas con paneles de aislamiento, así como todas las superficies calientes. - Comprobar que el material de aislamiento del horno está en buen estado. - Disponer de dispositivos que adviertan de la temperatura del horno. - Disponer de guantes y ropa adecuada de protección. Señalizar. - Utilización de medios auxiliares de manipulación (hornos estáticos). - Las puertas deberán ser estancas (hornos estáticos). - En túneles de secado se deberán tomar medidas para impedir la entrada no autorizada de personal en la zona de secado. - Las operaciones especiales de mantenimiento deben realizarse con la máquina parada y aislada de toda fuente peligrosa de energía.

ANÁLISIS DE RIESGOS: SECADO

RIESGO	CAUSA / ORIGEN	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS
Estrés térmico	Realización de tareas en las proximidades del horno.	Secado.	<ul style="list-style-type: none"> - Valorar las condiciones de temperatura y humedad. Valorar el riesgo de estrés térmico. - Automatización del proceso. - Favorecer la ventilación natural o forzada. - Mantenimiento de las instalaciones. - Limitar la exposición. - Disponer de ropa de trabajo que permita la circulación del aire o el vapor de agua. - Disponer de equipos de protección individual (guantes, ropa de trabajo y protección facial). - Disponer de líquido en las proximidades del horno para poder beber regularmente. - Aclimatización de los trabajadores a las condiciones termohigrométricas. Exposición progresiva a la carga de trabajo. - Formación / información sobre los efectos adversos de la exposición a temperaturas elevadas.
Riesgo eléctrico	Deficiente estado eléctrico.	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión periódica de las condiciones eléctricas del equipo. - Verificar periódicamente el estado de la instalación eléctrica según REBT. - Seguimiento de las especificaciones del manual de instrucciones.
Inhalación de productos químicos volátiles	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de extracción localizada. - Alta volatilidad de disolventes. 	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de fichas de seguridad de los productos utilizados. - Disponer de sistemas de extracción localizada eficaces. - Comprobar que el sistema de extracción se encuentra en buen estado. - Control periódico de mediciones ambientales. - Respetar tiempos de enfriamiento una vez parado el equipo. - Dotar de EPI (mascarillas).
Problemas oculares / quemaduras en ojos y piel	Exposición a radiaciones no ionizantes (infrarrojas o ultravioletas).	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar la exposición directa de las personas con las lámparas. - Proceder a la señalización de las fuentes. - Se deben proteger los registros de inspección, por ejemplo, mediante mirillas con cristales tintados con protección suficiente frente a la radiación. - Utilización de equipos de protección individual. Señalización.
Incendio / explosión	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de atmósferas explosivas. - Posibilidad de aparición de una posible fuente de ignición. - Manipulación de materiales inflamables. - Fallo de funcionamiento del horno / estufa. 	Todas las fases.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar periódicamente el estado de la instalación eléctrica. - Existencia de sistema de captación de aire. - Deberá existir ventilación adecuada en la zona de manipulación de piezas. - Evitar la presencia de fuentes de ignición (prohibido fumar, operaciones con chispa, etc.). - Trabajar en los rangos de temperatura especificados por el fabricante del equipo. - Realizar mantenimientos preventivos teniendo en cuenta el manual de instrucciones de los equipos - En el caso de equipos a gas o gasóleo respetar las indicaciones establecidas en MIE AG 20, y MI IP 03.

CUESTIONARIO DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE SECADO

Empresa: _____ Fecha de inspección: _____

Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo...): _____

Responsable/s inspección : _____

CONFORME NO CONFORME NO PROCEDE

A  Lugares de trabajo	
1. El espacio de trabajo está limpio y ordenado, libre de obstáculos y con el equipamiento auxiliar necesario (carros, medios auxiliares de sujeción y colocación de las piezas, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
2. Se siguen las instrucciones de orden y limpieza con la periodicidad adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
3. Las vías de circulación están bien señalizadas, son de anchura suficiente y con el pavimento en correcto estado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
4. En los túneles de secado están protegidas / señalizadas las zonas de paso junto a las instalaciones.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
5. Los espacios de trabajo están suficientemente protegidos de posibles riesgos externos a cada puesto (quemaduras, radiaciones ultravioleta o infrarrojas, etc.).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
B  Equipos de trabajo/instalaciones	
6. Los sistemas de alimentación de los hornos en continuo o túneles de secado disponen de resguardos que impiden que se produzcan riesgos de enganche o atrapamiento en los elementos de transmisión (cintas transportadoras, cadenas en continuo).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
7. Los hornos o túneles de secado disponen de resguardos o dispositivos que limitan el acceso a su interior (colocación de vallas de seguridad, diseño del túnel teniendo en cuenta la forma de las piezas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
8. En procesos automáticos con riesgos mecánicos (golpes, atrapamientos...), existen resguardos que impiden el acceso a elementos en movimiento o dispositivos que detienen el movimiento peligroso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
9. Las zonas de paso bajo bastidores en movimiento se encuentran protegidas frente a la caída de objetos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
10. En sistemas de alimentación automática se dispone de dispositivos de parada de emergencia accesibles desde los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
11. Existe señal de aviso de puesta en marcha (en caso de poca visibilidad desde el puesto de mando, arranque automático, puesta en marcha intempestiva...) sobre el movimiento de los elementos de transmisión.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
12. Los ciclones, centrifugas, disponen de resguardos que impiden la proyección de las piezas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
13. Los resguardos fijos están en condiciones adecuadas (robustez, sujeción, distancia suficiente a riesgo).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
14. Los hornos estáticos disponen de dispositivos que solo permiten su apertura en condiciones de seguridad (presión, temperatura...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
15. Se dispone de manual de instrucciones de los equipos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
16. El operario conoce el manejo de los equipos en sus diferentes modos de funcionamiento.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

17. Las superficies calientes accesibles a un posible riesgo de quemadura (contacto accidental) del equipo se encuentran protegidas frente a un posible contacto.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
18. Periódicamente se revisa el estado de los paneles de revestimiento, evitando que puedan encontrarse a temperaturas superiores a 60° C.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
19. Están señalizadas las zonas o depósitos que pueden encontrarse a altas temperaturas y provocar riesgos de quemadura.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
20. Los operarios no llevan elementos (tales como ropa suelta, anillos, pulseras, etc.) que puedan ser enganchados en el equipo, en concreto en los túneles de secado en los sistemas de alimentación automática.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
21. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos directos (ausencia de cables deteriorados, cuadros eléctricos dañados, conexiones deterioradas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
22. La instalación eléctrica del equipo se encuentra en buen estado frente a contactos indirectos (conexión a tierra del equipo, diferenciales...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
23. Se revisa periódicamente la instalación eléctrica del equipo por personal cualificado y el resultado de dichas revisiones queda registrado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
24. En la instalación eléctrica se tienen en cuenta las exigencias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
25. Con respecto a los hornos a gas, se tienen en cuenta las exigencias de la ITC MIE AG 20.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
26. En el caso de hornos a gasóleo se tienen en cuenta las instrucciones de la Instrucción Técnica Complementaria ITC MI IP 03.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
27. Las tuberías de gas se encuentran en buen estado (fijaciones correctas, ausencia de mangueras deterioradas y fugas...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
28. En hornos a gas o gasóleo se revisa periódicamente la instalación de distribución de gas / gasóleo y los elementos de seguridad de los equipos por personal cualificado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
29. Los hornos infrarrojos o de ultravioleta disponen de resguardos apropiados que impiden la exposición directa a la radiación a las personas (mirillas con cristales de protección).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
30. Se señala adecuadamente la utilización de fuentes no ionizantes en el equipo (ultravioleta, infrarrojos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
31. Se ha restringido el uso de los equipos a trabajadores autorizados (listado de personal autorizado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
32. Existe un plan de mantenimiento de los equipos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
C  Sustancias químicas	
33. Están suficientemente identificados y correctamente señalizados todos los productos peligrosos que se utilizan en el secado por inmersión (por ejemplo, percloroetileno).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
34. Se dispone de las fichas de seguridad de todos los productos peligrosos que se utilizan.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
35. Conocen las personas expuestas los riesgos de esas sustancias.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
D  Incendio/explosión	
36. Existe un procedimiento escrito para la descarga de gasóleo o gas en los contenedores habilitados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
37. Está prohibido fumar o generar fuentes de ignición (señalizado) en los alrededores de la instalación de secado.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

38. Los depósitos de materias y productos inflamables están separados de cualquier fuente de ignición (chispas producidas por equipos, superficies calientes...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
39. Existen medios de extinción en número suficiente, distribución correcta y de la eficacia requerida en las proximidades del proceso.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
40. Las sustancias utilizadas son compatibles con las características del horno.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
41. Dispone de dispositivos de seguridad (válvulas de seguridad, detectores de gas, detectores de escapes, etc.) que avisen y corten la alimentación en caso de mal funcionamiento del horno.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
42. Se han establecido procedimientos para el purgado de los equipos en el caso de hornos a gas o combustible.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

E Condiciones ambientales

43. Existe extracción localizada eficaz en los focos de contaminación (limpia y en correcto estado).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
44. Se dispone de un sistema de ventilación eficaz (forzada o natural).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
45. Se conocen los niveles de vapores presentes en el ambiente de trabajo como resultado de las mediciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
46. Se conocen los niveles de temperatura y humedad.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
47. Se ha valorado el riesgo de estrés térmico en función de la tarea y de las condiciones termohigrométricas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
48. Se informa a los trabajadores de los resultados de las mediciones ambientales.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
49. Se tiene en cuenta el periodo necesario para la evacuación de los gases, una vez parado el horno.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
50. Se cumplen las medidas preventivas tendentes a la reducción del ruido (aislamiento del foco emisor, confinamiento equipos ruidosos...).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
51. Los trabajadores disponen de ropa de trabajo adecuada a las condiciones termohigrométricas de la empresa (temperatura y humedad).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
52. Se cumple la prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

F Equipos de protección individual

53. Se dispone de guantes de protección para la manipulación de las piezas y soportes, zonas de los hornos o depósitos que puedan encontrarse a altas temperaturas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
54. Se dispone de calzado de seguridad frente a la caída de objetos pesados.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
55. Se dispone de protección ocular para exposiciones puntuales a radiaciones ultravioletas o infrarrojas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
56. Los equipos de protección individual se encuentran en buen estado, incluida la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
57. Está señalizado el uso obligatorio de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
58. Los equipos de protección individual se utilizan y de forma adecuada.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
59. Se lleva a cabo un correcto mantenimiento y almacenamiento de los equipos de protección individual y de la ropa de trabajo.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
60. Los trabajadores han recibido formación sobre el uso correcto de los equipos de protección individual.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>

G Carga física

61. Está valorada la carga física del trabajo (estudio ergonómico), movimiento continuado de carga, continuidad de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
62. En caso de manipulación y transporte frecuente de cargas voluminosas y/o pesadas (superior a 25 kg, recomendable a partir de 15 kg) se dispone de medios mecánicos.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
63. Se varían las tareas en caso de ser repetitivas o que supongan mantenimiento de posturas forzadas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
64. Dispone de medios auxiliares (p. ej., carros) para la manipulación de las piezas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
65. Existen medios para la manipulación y transporte de cargas pesadas y/o voluminosas.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
66. La disposición del puesto provoca giros continuados de cuello y/o espalda (p. ej., colocación de piezas en carros).	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
67. Las manipulaciones implican posturas forzadas continuadas de muñeca.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>
68. Dispone de plataformas de trabajo especiales (barandillas, rodapiés, suelos antideslizantes, escaleras de acceso) para el trabajo a distintos niveles, por ejemplo, en intervenciones de operaciones de mantenimiento, zonas de paso preparadas en túneles de secado, etc.	C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NP <input type="checkbox"/>



Información a los trabajadores

- Información a los trabajadores
- Registro de procesos y trabajadores
- Registro de entrega de información
por trabajador

Información a los trabajadores

1 Objeto

Proporcionar la información que proceda a todos los trabajadores de la organización, de conformidad con el artículo 18 de la Ley de prevención de riesgos laborales (LPRL).

2 Alcance

De forma general, el empresario adoptará las medidas adecuadas para que todos los trabajadores reciban la información referida a:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados anteriormente.
- Las medidas adoptadas en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y medidas de emergencia.

En las empresas que cuenten con representantes de los trabajadores, esta información se facilitará por el empresario a los trabajadores a través de dichos representantes; no obstante, deberá informarse directamente a cada trabajador de los riesgos específicos que afecten a su puesto de trabajo o función y de las medidas de protección y prevención aplicables a dichos riesgos.

3 Funciones y responsabilidades

Dentro de la empresa, los mandos directos de los trabajadores, los representantes de los trabajadores y los responsables con funciones específicas en materia de prevención se ocuparán de:

- Seleccionar qué aspectos de la seguridad y salud deben ser transmitidos a los trabajadores.
- Informar a los trabajadores a su cargo de los riesgos de seguridad y salud, así como de las medidas de prevención asociadas, registrando la información facilitada.
- Velar por que los trabajadores sean informados.

4 Metodología

Selección de la información a los trabajadores

En primer lugar debe determinarse, para cada trabajador (en función de su puesto), la información a entregar, que dependerá de los procesos en los que intervenga.

Para ello se utiliza el registro de procesos y trabajadores por proceso (ver modelo adjunto), que da una visión general del conjunto de la empresa, de su actividad y de la distribución de sus trabajadores.

Contenido de la información a los trabajadores

Para cada uno de los procesos definidos en el presente manual, se incorpora la siguiente información:

- Ficha informativa del proceso:
 - Descripción del proceso productivo.
 - Indicación de los equipos de protección individual a utilizar (obligatorios y recomendados, según tareas).
 - Normas y/o recomendaciones a contemplar en relación con el proceso.
 - Prohibiciones a observar en relación con el proceso.
 - Instrucciones relativas al mantenimiento / almacenaje.
- Ficha de análisis de riesgos del proceso:
 - Principales riesgos asociados al proceso relacionados con las tareas que se realizan (en función de

- cada proceso) y causa u origen previsible más común.
- Medidas preventivas para su prevención y control.

En ambas fichas deberá aparecer la fecha de actualización de la información relacionada.

Entrega de la información

Los pasos a seguir para informar a los trabajadores son:

1. Poner la información a disposición del trabajador integrado en el proceso productivo o mando directo de éste mediante su entrega o puesta a disposición en el mismo puesto de trabajo.
2. Explicar brevemente el contenido de la información facilitada.
3. Registrar y archivar la puesta a disposición de esa información. Para ello se dispone del registro de entrega de información a trabajadores (ver modelo adjunto).

Actualización de la información

De manera específica deberá tenerse en cuenta la necesidad de información a los trabajadores cuando se dé alguna de las circunstancias siguientes:

- A la incorporación de un trabajador a un proceso (nueva incorporación, cambio de puesto).
- De acuerdo con la periodicidad establecida con carácter previo.
- Ante cambios en el proceso: introducción de nuevos procesos, equipos, instalaciones, productos o sustancias que supongan modificaciones en las fichas (actualizaciones).
- Ante el incumplimiento de normas, actos inseguros, accidentes.

El registro de entrega de información (ver modelo adjunto) permite reflejar los cambios de procesos asignados a un trabajador mediante la tabla de fecha / procesos.

5 **Registros de información**

Se proponen como registros asociados a la actividad de información a los trabajadores los que facilitamos a continuación:

- Registro de procesos y trabajadores
- Registro de entrega de información por trabajador
- Ficha informativa por proceso
- Ficha de análisis de riesgos por proceso
- Estas dos fichas pueden encontrarse desarrolladas en el apartado 2 de este manual.

REGISTROS PROCESOS Y TRABAJADORES

Listado de procesos asociados

PROCESO 1: Esmerilado / pulido / lijado PROCESO 2: Proyección en seco PROCESO 3: Vibrado PROCESO 4: Decapado químico ácido PROCESO 5: Desengrase acuoso alcalino PROCESO 6: Desengrase al disolvente	PROCESO 7: Recubrimientos metálicos PROCESO 8: Anodizado PROCESO 9: Cromatizado PROCESO 10: Fosfatado PROCESO 11: Pinturas (líquida / polvo) PROCESO 12: Secado
---	--

Listado de procesos de trabajo por trabajador

PROCESOS DE TRATAMIENTO DE SUPERFICIES													
	NOMBRE TRABAJADOR	PR.1	PR.2	PR.3	PR.4	PR.5	PR.6	PR.7	PR.8	PR.9	PR.10	PR.11	PR.12
TRABAJADORES													

Listado de trabajadores por proceso de trabajo

PROCESO 1	PROCESO 2	PROCESO 3	PROCESO 4	PROCESO 5	PROCESO 6

PROCESO 7	PROCESO 8	PROCESO 9	PROCESO 10	PROCESO 11	PROCESO 12

Fecha de actualización:

ENTREGA INFORMACIÓN POR TRABAJADOR

Nombre:
Puesto de trabajo:

Fecha de incorporación del trabajador en cada proceso

Fecha	PR. 1	PR. 2	PR. 3	PR. 4	PR. 5	PR. 6	PR. 7	PR. 8	PR. 9	PR. 10	PR. 11	PR. 12

Conforme a lo establecido en el art. 18 de la Ley de prevención de riesgos laborales, y en función de las tareas que se realizan en la empresa, mediante la presente se le hace entrega de la siguiente información referente a los riesgos para su seguridad y salud, así como las medidas preventivas e instrucciones aplicables a esos riesgos.

Esta información se le entrega con el objeto de que conozca los riesgos de su puesto de trabajo y pueda desarrollar sus tareas con la mayor eficacia, utilizando los medios y medidas preventivas que la empresa pone a su disposición.

Confiamos en que seguirá correctamente las instrucciones facilitadas y quedamos a su disposición para cualquier aclaración y/o duda al respecto.

En caso de pérdida o deterioro de las instrucciones facilitadas, debe comunicarlo a la empresa con el objeto de proceder a su reposición.

INFORMACIÓN	FECHA DE ENTREGA	RECIBÍ-FIRMA

FICHA INFORMATIVA POR PROCESO

PROCESO X			
DEFINICIÓN			
IMAGEN	SUSTANCIAS QUÍMICAS	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	
		CONTINUO	RIESGO PRESENTE
NORMAS Y RECOMENDACIONES			
PROHIBICIONES			
CONSIDERACIONES RELATIVAS AL MANTENIMIENTO / ALMACENAJE			

FICHA DE ANÁLISIS DE RIESGOS POR PROCESO

Hoja n.º:
Fecha de creación:

RIESGO	ORIGEN / CAUSA	TAREA	MEDIDAS PREVENTIVAS



Formación a los trabajadores

- Ficha de procesos y trabajadores
- Actividades formativas por proceso
- Planificación de actividades formativas
- Asistencia a actividades formativas
- Actividades formativas por trabajador

Formación a los trabajadores

1 Objeto

Proporcionar formación a todos los trabajadores de la organización, de conformidad con el artículo 19 de la Ley de prevención de riesgos laborales (LPRL).

2 Alcance

Se deberá garantizar que todos los trabajadores reciban una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, en particular en todos aquellos trabajos relacionados con los procesos de tratamiento de superficies.

Esta formación se facilitará en el momento de acceso del trabajador a su puesto de trabajo o función, cuando se produzcan cambios significativos en las funciones que desempeñe o al introducir nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo.

En cualquier caso, se contemplarán acciones periódicas de formación de considerarse necesario.

3 Funciones y responsabilidades

Dentro de la empresa, los mandos directos de los trabajadores, los representantes de los trabajadores y los responsables con funciones específicas en materia de prevención se ocuparán de:

- Determinar las actividades formativas de la empresa definiendo las diferentes materias a contemplar, considerando la formación general, la formación por áreas de riesgos, la formación en función de los procesos asociados y la formación en funciones específicas de prevención dentro de la empresa.
- Seleccionar los aspectos de seguridad y salud en que deben ser formados los trabajadores en virtud de su puesto de trabajo o función.
- Planificar las acciones formativas a los trabajadores a su cargo y controlar que se llevan a cabo.
- Velar por que los trabajadores sean formados mediante el registro y control de la formación recibida por trabajador.
- Verificar la efectividad de la formación del trabajador.

4 Metodología

Materias a contemplar en la formación a los trabajadores

A. Formación general

Es una actividad orientada a conceptos generales en prevención de riesgos laborales que contemplará, entre otros, aspectos relacionados con los lugares de trabajo, medioambiente de trabajo, utilización de equipos de trabajo, condiciones ergonómicas sobre manipulación de cargas o posturas forzadas, seguridad frente al fuego, primeros auxilios, etc.

B. Formación específica por áreas de riesgo

En función de los riesgos vinculados a los procesos presentes en la empresa deberá definirse la formación específica sobre las áreas de riesgo que afecten a los trabajadores más significativamente.

Una relación indicativa y no exhaustiva de estas áreas de riesgo significativas para el sector de tratamiento de superficies puede ser la siguiente:

- Orden y limpieza.
- Riesgos de los equipos de trabajo.
- Manipulación de productos químicos. Etiquetado y fichas de seguridad.
- Exposición a contaminantes químicos ambientales.
- Exposición a contaminantes físicos. Ruido y vibraciones.
- Equipos de protección individual. Tipos, utilización y mantenimiento.
- Manejo de cargas.
- Riesgos eléctricos.
- Otros.

C. Formación específica por proceso

En función de los procesos presentes en la empresa deberá impartirse formación específica, consistente en dos partes complementarias:

- Formación específica basada en los riesgos de los procesos (fichas por proceso)
 - Ficha informativa del proceso:
 - . Descripción del proceso productivo.
 - . Indicación de los equipos de protección individual a utilizar (obligatorios y recomendados, según tareas).
 - . Normas y/o recomendaciones a contemplar en relación con el proceso.
 - . Prohibiciones a observar en relación con el proceso.
 - . Instrucciones relativas al mantenimiento / almacenaje.
 - Ficha de análisis de riesgos del proceso:
 - . Principales riesgos asociados al proceso relacionados con las tareas que se realizan (en función de cada proceso) y causa u origen previsible más común.
 - . Medidas preventivas para su prevención y control.
- Formación técnica

Centrada en la correcta realización de las tareas que comprende cada proceso (basada en instrucciones de trabajo, en la experiencia de personal de la empresa en dichos procesos, y en personal ajeno en el caso de introducción de nuevas tecnologías o equipos). Esta formación tiene un componente eminentemente práctico.

D. Formación para personal con funciones en prevención

Para la eficacia del trabajo del personal con funciones específicas en prevención y con objeto de una mejor integración de la prevención en el seno de la empresa, los mandos directos de los trabajadores y encargados, los representantes de los trabajadores y otros responsables en materia de prevención deben contar con una capacitación para el ejercicio de tales funciones, por lo que es conveniente que reciban formación en temas tales como:

- Curso básico en prevención de riesgos laborales.
- Conceptos básicos de la Ley de prevención de riesgos laborales.
- Técnicas de investigación de accidentes.
- Técnicas en inspecciones planeadas.
- Formación en el manual de buenas prácticas.
- Etc.

Selección de la formación a los trabajadores

Todo trabajador deberá recibir:

- Formación general, con independencia de su puesto de trabajo.
- Formación específica en las áreas de riesgos más significativos vinculados a los procesos de su puesto de trabajo.
- Formación específica en los procesos de su puesto de trabajo (fichas).
- Formación técnica en sus procesos.

Para ello se podrán utilizar los modelos adjuntos de ficha de procesos y trabajadores (marcando la/s casilla/s correspondiente/s) y de registro de actividades formativas por proceso.

Planificación de la formación

Una vez decididos los cursos a realizar por proceso de trabajo, deberá programarse las actuaciones formativas con objeto de llevar un control de su realización.

Para ello puede utilizarse el modelo de planificación adjunto, en el que se detallan los aspectos siguientes:

- Materia a impartir (curso)
- Duración de la actividad formativa
- Entidad formativa
- Fecha propuesta
- Fecha de ejecución
- Número de asistentes
- Lugar donde se imparte
- Coste.

De manera específica deberá tenerse en cuenta la necesidad de formación a los trabajadores cuando se dé alguna de las circunstancias siguientes:

- A la incorporación de un trabajador a un proceso (nueva incorporación, cambio de puesto).
- De acuerdo con la periodicidad establecida con carácter previo.
- Ante cambios en el proceso: introducción de nuevos procesos, equipos, instalaciones, productos o sustancias que supongan modificaciones en las fichas (actualizaciones).
- Ante el incumplimiento de normas, actos inseguros, accidentes.

La planificación de la formación será notificada a los trabajadores con la suficiente antelación.

Registro y control de las actividades formativas

Es necesario disponer de información actualizada acerca de las actividades formativas recibidas por cada uno de los trabajadores.

Para ello pueden utilizarse las siguientes fichas que se adjuntan como modelos:

- Registro y control de asistencia de trabajadores a la actividad formativa, recabando su firma, especificando la materia impartida, entidad, duración y fecha.
- Registro y control de actividades formativas por trabajador, en la que se detallan los datos del trabajador, así como las diversas actividades formativas recibidas y su fecha.

Verificación de la efectividad de actividades formativas

Es conveniente verificar la efectividad de las actividades formativas en sus dos vertientes:

- Comprensión de conocimientos transmitidos.
- Cambio de actitud en la aplicación de los conocimientos.

En el primer caso pueden utilizarse cuestionarios sencillos que permitan evaluar el grado de comprensión de los conceptos fundamentales propios de la actividad formativa. Tales cuestionarios serán realizados por la entidad formativa para cada una de las actividades formativas.

En lo relativo al cambio de actitud puede recurrirse a la implantación de inspecciones planeadas en la empresa, a través de las que es fácil detectar el cumplimiento o aplicación de las buenas prácticas. Para ello, puede utilizarse como guía la propuesta de inspecciones planeadas de este mismo manual.

5 **Registros. Formatos de formación**

Se proponen como registros asociados a la actividad de formación de los trabajadores los que facilitamos a continuación:

- Registro de procesos y trabajadores
- Registro de actividades formativas por proceso
- Registro de planificación de actividades formativas
- Registro de asistencia a actividades formativas
- Registro de actividades formativas por trabajador.

FICHA DE PROCESOS Y TRABAJADORES

Listado de procesos asociados

PROCESO 1: Esmerilado / pulido / lijado PROCESO 2: Proyección en seco PROCESO 3: Vibrado PROCESO 4: Decapado químico ácido PROCESO 5: Desengrase acuoso alcalino PROCESO 6: Desengrase al disolvente	PROCESO 7: Recubrimientos metálicos PROCESO 8: Anodizado PROCESO 9: Cromatizado PROCESO 10: Fosfatado PROCESO 11: Pinturas (líquida / polvo) PROCESO 12: Secado
---	--

Listado de procesos de trabajo por trabajador

PROCESOS DE TRATAMIENTO DE SUPERFICIES													
	NOMBRE TRABAJADOR	PR.1	PR.2	PR.3	PR.4	PR.5	PR.6	PR.7	PR.8	PR.9	PR.10	PR.11	PR.12
TRABAJADORES													

Listado de trabajadores por proceso de trabajo

PROCESO 1	PROCESO 2	PROCESO 3	PROCESO 4	PROCESO 5	PROCESO 6

PROCESO 7	PROCESO 8	PROCESO 9	PROCESO 10	PROCESO 11	PROCESO 12

Fecha de actualización:

ACTIVIDADES FORMATIVAS POR PROCESO

	FORMACIÓN POR ÁREAS DE RIESGOS												F. ESPECÍFICA			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	FPR	FT1	FT2	FT3
PR1																
PR2																
PR3																
PR4																
PR5																
PR6																
PR7																
PR8																
PR9																
PR10																
PR11																
PR12																

Listado de procesos asociados

<p>PROCESO 1: Esmerilado / pulido / lijado PROCESO 2: Proyección en seco PROCESO 3: Vibrado PROCESO 4: Decapado químico ácido PROCESO 5: Desengrase acuoso alcalino PROCESO 6: Desengrase al disolvente</p>	<p>PROCESO 7: Recubrimientos metálicos PROCESO 8: Anodizado PROCESO 9: Cromatizado PROCESO 10: Fosfatado PROCESO 11: Pinturas (líquida / polvo) PROCESO 12: Secado</p>
--	---

Listado de áreas de riesgo

<p>A1: Orden y limpieza. A2: Riesgos de los equipos de trabajo. A3: Manipulación de productos químicos. Etiquetado y fichas de seguridad. A4: Exposición a contaminantes químicos ambientales.</p>	<p>A5: Exposición a contaminantes físicos. Ruido y vibraciones. A6: Equipos de protección individual. Tipos, utilización y mantenimiento. A7: Manejo de cargas. A8: Riesgos eléctricos. A9:</p>
---	---

FPR: formación propia del proceso (ficha informativa de proceso y ficha de análisis de riesgos del proceso)

FT: formación técnica del proceso

PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES FORMATIVAS

MATERIA	ENTIDAD FORMATIVA	DURACIÓN	NÚMERO SISTENTES	LUGAR	FECHA PREVISTA	FECHA EJECUCIÓN	COSTE	OBSERVACIONES

ACTIVIDADES FORMATIVAS POR TRABAJADOR

NOMBRE:

PUESTO DE TRABAJO:

FECHA INCRESO:

ACTIVIDAD FORMATIVA	DURACIÓN	FECHA



Inspecciones planeadas

- Inspecciones planeadas
- Plan anual de inspecciones
- Cuestionario de inspección planeada
- Planificación de acciones preventivas

Inspecciones planeadas

1º Objeto

Realizar controles periódicos de las condiciones de trabajo, así como de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios para detectar situaciones potencialmente peligrosas, de conformidad con la modificación de los artículos 16.2.a y 16.2.b de la Ley de prevención de riesgos laborales (LPRL), según la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

2º Alcance

El empresario adoptará las medidas adecuadas para el control periódico de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en toda la empresa y, en particular, para los procesos de tratamiento de superficies.

En las empresas en que haya representantes de los trabajadores, se contará con los mismos para la realización y gestión de los resultados de dichas actuaciones de control.

3º Funciones y responsabilidades

Dentro de la empresa, los mandos directos de los trabajadores, los representantes de los trabajadores y los responsables con funciones específicas en materia de prevención se ocuparán de:

- Seleccionar qué aspectos de la seguridad y salud deben ser controlados de manera periódica a través de las correspondientes inspecciones, la periodicidad de tales inspecciones y las personas encargadas de ellas.
- Realizar las inspecciones de control periódicas.
- Gestionar el resultado de las inspecciones mediante la planificación y seguimiento de acciones correctoras o preventivas orientadas a la eliminación, disminución o control de los riesgos detectados.
- Informar a los trabajadores afectados de los resultados de las inspecciones realizadas y de las accionadas planificadas.

4º Metodología

Selección y planificación de los controles periódicos

En función de los procesos de tratamiento de superficies presentes en la empresa, se elegirán los cuestionarios correspondientes incluidos en el manual.

Con carácter mínimo anual, se determinará el calendario de realización de las inspecciones de los procesos de tratamiento de superficies presentes en la empresa. Para ello puede utilizarse el modelo de plan anual de inspecciones adjunto, en el que se determina:

- El/los responsable/s de la planificación y su seguimiento
- El proceso de tratamiento de superficies afectado
- El/los responsable/s de la inspección
- La fecha prevista de realización de la inspección planeada.

De estas inspecciones se harán cargo aquellas personas con funciones en materia de prevención a las que se les asigne la realización de los controles en el organigrama preventivo de la empresa, preferiblemente con formación en prevención de riesgos y en los procesos a controlar y, en su caso, con la participación de los representantes de los trabajadores en materia preventiva.

En el modelo de plan se determina (sombreado la/s casilla/s correspondiente/s) el calendario para las inspecciones, así como las personas responsables de llevarlas a cabo.

Realización de las inspecciones planeadas

Para cada uno de los procesos definidos en el presente manual, se incorpora un cuestionario en el que recoger los resultados de las inspecciones, incluido en el apartado de procesos.

Tales cuestionarios se presentan a modo de ficha, con los aspectos de seguridad y salud más significativos en referencia al proceso en cuestión, que permiten a los responsables de la realización de la inspección detectar situaciones inadecuadas, causas de situaciones potencialmente peligrosas, etc.

Para la identificación del proceso inspeccionado se cumplimentarán los datos incluidos en la cabecera:

- Nombre de la empresa
- Responsable/s de la inspección
- Fecha de la inspección
- Alcance de la inspección (sección, puesto, equipo, etc.).

Para cada una de las áreas o materias preventivas tratadas se incluyen los siguientes campos:

- Ítem: particularidad del área o materia preventiva sobre la que se realiza la verificación.
- Resultado: C (conforme), NC (no conforme) y NA (no aplicable)
- Observaciones: cualquier indicación para aclarar la situación y el resultado.

Para el mejor control de la ejecución de las inspecciones, puede utilizarse el modelo de plan anual de inspecciones adjunto, marcando (p. ej. con una x) la casilla sombreada correspondiente.

Gestión de resultados de las inspecciones planeadas

Una vez realizadas las inspecciones, se propondrán acciones correctoras y/o preventivas para la eliminación o control de las anomalías detectadas.

Estas medidas podrán ser propuestas por los responsables de cada inspección u otros responsables de la empresa relacionados con el proceso inspeccionado o con funciones prevención de riesgos laborales en la empresa, Comité de Seguridad y Salud, encargados de sección, trabajadores afectados, etc. consultando, en su caso, a la Dirección de la empresa.

Las acciones propuestas se planificarán, indicando, como mínimo, el responsable de ejecución, el plazo previsto y el coste. Para ello puede utilizarse el modelo adjunto de planificación de acciones preventivas.

Todas estas acciones deberán estar coordinadas por una persona con funciones en prevención de riesgos laborales, de manera que se integren en la planificación general de actividades preventivas de la empresa.

5 Registros de inspecciones

Se proponen como registros asociados a la actividad de inspección los que facilitamos a continuación:

- Registro del plan anual de inspecciones
- Registro de cuestionario por procesos
- Planificación de acciones preventivas.

PLAN ANUAL DE INSPECCIONES PLANEADAS

Realizado por:

Fecha:

Año:

PROCESO	RESP. INSPECCIÓN	ALCANCE (sección, puesto, equipo)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PROCESOS														

Listado de procesos asociados

PROCESO 1: Esmilado / pulido / lijado PROCESO 2: Proyección en seco PROCESO 3: Vibrado PROCESO 4: Decapado químico ácido PROCESO 5: Desengrase acuoso alcalino PROCESO 6: Desengrase al disolvente	PROCESO 7: Recubrimientos metálicos PROCESO 8: Anodizado PROCESO 9: Cromatizado PROCESO 10: Fostatado PROCESO 11: Pinturas (líquida / polvo) PROCESO 12: Secado
---	--

PLANIFICACIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS

PROCESO:	FECHA INSPECCIÓN:
RESPONSABLE/S INSPECCIÓN	

ÍTEM	ANOMALÍA DETECTADA		ACCIÓN PROPUESTA	RESPONSABLE/S	COSTE	FECHA PREVISTA	FECHA IMPLANTACIÓN
	DESCRIPCIÓN/OBSERVACIONES	RIESGO ASOCIADO					



Gestión de equipos de protección individual

- Objeto
- Alcance
- Funciones y responsabilidades
- Metodología
- Registros de inspecciones
- Ficha de EPI
- Registro de entrega de EPI
- Relación de EPI

Gestión de equipos de protección individual

1º Objeto

Plantear una sistemática a seguir por la empresa, en relación con la selección, control, mantenimiento y utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual (EPI), en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 7.2 de la Ley de prevención de riesgos laborales, por el que el empresario deberá proporcionar EPI adecuados para el desempeño de las funciones de los trabajadores y velar por su uso efectivo cuando sean necesarios.

2º Alcance

De acuerdo con el artículo 4.8 de la LPRL, así como en el artículo 2.1. del Real Decreto 773/1997 (Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual), se entiende por equipo de protección individual cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

El proceso definido para las actividades de selección, control, mantenimiento y utilización por los trabajadores de los EPI afectará a todo trabajador de la empresa que participe en la selección y compra, supervisión, utilización y mantenimiento de los mismos.

3º Funciones y responsabilidades

Dentro de la empresa, los mandos directos de los trabajadores, los representantes de los trabajadores y los responsables con funciones específicas en materia de prevención se ocuparán de:

- Seguir los criterios de utilización de protección colectiva preferiblemente a la individual, de acuerdo con los principios de la acción preventiva.
- Seleccionar los equipos de protección individual adecuados en función de las tareas a realizar.
- Verificar el cumplimiento de los requisitos legales exigibles a los EPI seleccionados.
- Establecer un plan de mantenimiento de los EPI.
- Asegurar el aprovisionamiento de los EPI necesarios.
- Distribuir y registrar la entrega de los EPI a los usuarios de la empresa.
- Velar por su utilización correcta por parte de los trabajadores, participando en las inspecciones oportunas.
- Formar e informar a los usuarios sobre la correcta utilización de los EPI.

4º Metodología

4º.1 Criterios para el empleo de los equipos de protección individual

Respetando los principios de la actividad preventiva, los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Se debe considerar, en cualquier caso, que los EPI tienen limitaciones y que la protección que confieren no es absoluta. Dichas condiciones o limitaciones en la protección ofrecida vienen marcadas por las normas que les afectan. Se deberá hacer un uso racional, de acuerdo con los riesgos de los que se pretende proteger al trabajador, así como una elección, mantenimiento y revisión adecuados.

Se atenderá a las conclusiones de las evaluaciones de riesgos que se efectúen en cuanto a los riesgos detectados para los que no es posible la incorporación de medios de protección colectiva o en tanto ésta no se haya llevado a término.

4.2 Condiciones generales a reunir por los EPI

La misión principal de un EPI es el impedir un daño, de forma que deberá tener unas prestaciones y características y reunir los requisitos que hagan posible su función, como unas condiciones generales de funcionalidad y comodidad, y permitir la realización de las tareas cuyos riesgos asociados se pretenden proteger.

Además, los EPI deberán:

- Ser compatibles y adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Contemplar las condiciones anatómicas, fisiológicas y el estado de salud del trabajador.
- Ser adecuados al usuario.

El/los responsable/s de la elección de los EPI comprobarán que reúne los requisitos establecidos en cualquier disposición legal o reglamentaria que le sea de aplicación, en particular aquellas relativas a su diseño y fabricación.

4.3 Elección de los equipos de protección personal

Debe designarse personal responsable para la elección de los EPI, que deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones y actuaciones:

- Establecer las características que debe reunir cada EPI en función de la naturaleza y magnitud de los riesgos de los que se deba proteger al trabajador, y compararlas con la información sobre los EPI disponibles en el mercado.
- Considerar los riesgos que puedan constituir los propios EPI durante su utilización.
- En cualquier caso tendrá en cuenta la normativa existente en vigor, aplicable a dicho equipo.
- Comprobar que el fabricante del mismo ha elaborado, como mínimo, una declaración de conformidad CE y el correspondiente marcado sobre cada equipo y su embalaje, de la marca CE.
- Comprobar que el equipo no interfiere en el desarrollo adecuado del proceso productivo.
- Colaborar con los propios trabajadores para que el EPI se adecue a los usuarios del mismo.
- Recabar información para la adquisición más acertada del EPI.
- En el momento en el que se decida la adquisición de un EPI, éste deberá incluirse en la relación de EPI definiendo los puestos de trabajo y/o tareas en los que se requiere su utilización.

En función de los procesos de tratamiento de superficies presentes en la empresa, y con las particularidades a tener en cuenta en función de las tareas concretas a realizar, se seleccionarán los EPI correspondientes.

Se recomienda valorar las recomendaciones del presente manual en anexo adjunto con información específica de interés para los EPI más representativos en función de los procesos estudiados (calzado, guantes, protección ocular, protección respiratoria).

4.4 Distribución y mantenimiento de equipos de protección personal

Debe disponerse de una información registrada para cada EPI adquirido. Para ello debe asignarse un responsable de confeccionar una ficha informativa de cada EPI que deberá:

- Definir los puestos de trabajo en los que se utiliza el equipo.
- Determinar las características y requisitos técnicos a reunir por el equipo, según normativa en vigor de aplicación.
- Incluir las pautas necesarias para asegurar la correcta utilización, almacenamiento, mantenimiento, limpieza y conservación en general del equipo en cuestión.
- Establecer el plan de mantenimiento y conservación para los equipos que lo requieran (atender a las especificaciones del fabricante a través del manual o instrucciones de utilización y conservación).

Esta fichas se revisarán periódicamente incluyendo nuevas necesidades detectadas, obsolescencia o necesidad de adquisición de más equipos.

La información incluida en las fichas debe comunicarse a los representantes de los trabajadores, para que conozcan la información relativa a los EPI a utilizar por puesto de trabajo o tarea, y sus características.

Para el control de la distribución y entrega de los EPI, se debe designar un responsable que registrará la entrega de los mismos a los trabajadores. Para ello podrá utilizar el documento adjunto “control de entrega de EPI”. La información que debe detallarse en el documento será:

- Identificación del EPI (código, si este fuera necesario).
- Nombre del trabajador al que se entrega el equipo.
- Fecha de entrega y firma del trabajador.
- Fecha de caducidad (en caso necesario, según información del fabricante).

Se comunicará a los trabajadores usuarios las responsabilidades en relación con el uso de EPI, destacando:

- Utilización y cuidado correcto de los EPI entregados.
- Almacenamiento correcto del equipo en el lugar destinado para ello después de su utilización.
- Informar al responsable jerárquico acerca de cualquier defecto o daño observado en el equipo; aquel deberá proceder a la sustitución del mismo por otro equivalente en adecuadas condiciones, registrándolo el responsable de registro de entrega de EPI.

Se designará responsable de supervisar la correcta utilización y conservación de los equipos entregados a los trabajadores a través de inspecciones planeadas (ver cuestionarios por procesos del manual).

4.5 Formación e información a los trabajadores

Previamente al uso de los equipos de protección personal, los trabajadores deben recibir formación e información adecuada sobre el correcto uso de los EPI necesarios, incluyendo:

- Riesgos contra los que les protegen.
- Actividades y ocasiones en las que debe utilizarse.
- Responsabilidades en relación con su utilización, mantenimiento y conservación.
- Instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

Las instrucciones o documentación informativa proporcionada por el fabricante se pondrán a disposición de los trabajadores y se incluirá actualizada junto a la “ficha de EPI” correspondiente.

Si por la complejidad del equipo de protección a utilizar se considerase oportuno, se facilitará a los trabajadores afectados formación a través de sesiones de entrenamiento específico para la utilización de los mismos.

5 Registros de inspecciones

Se proponen como registros asociados a la actividad de inspección los que facilitamos a continuación:

- Ficha de equipo de protección individual
- Relación de equipos de protección individual
- Registro de entrega de equipos de protección individual

REGISTRO DE ENTREGA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Nombre del trabajador:

Puesto de trabajo:

Responsable de la entrega:

Conforme a lo establecido en el art. 17.2 de la Ley de prevención de riesgos laborales, recibo de la empresa el/los equipo/s de protección individual que a continuación se relacionan.

Según lo establecido en el art. 29.2 de la Ley de prevención y los art. 4 y 10 del Real Decreto 773/97 sobre utilización de los equipos de protección individual, y tras haber sido informado de los trabajos y zonas en que deberé utilizarlos, así como haber recibido instrucciones para su correcto uso, acepto el compromiso de:

- Utilizar correctamente los equipos de protección individual durante la jornada de trabajo en las áreas de riesgo y guardarlos después de su utilización en el lugar indicado a tal efecto.
- Consultar cualquier duda sobre su correcta utilización, cuidando de su perfecto estado y conservación
- Solicitar un nuevo equipo en caso de pérdida o deterioro que pueda reducir su eficacia protectora.

Código del equipo Identificación (tipo y modelo)	Fecha entrega	Fecha caducidad	Firma del trabajador

RELACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Puesto de trabajo / proceso / tarea	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (CÓDIGO IDENTIFICACIÓN)											
	CÓD 1	CÓD 2	CÓD 3	CÓD 4	CÓD 5	CÓD 6	CÓD 7	CÓD 8	CÓD 9	CÓD 10	CÓD 11	CÓD 12

Listado de procesos asociados

PROCESO 1: Esmilado / pulido / lijado PROCESO 2: Proyección en seco PROCESO 3: Vibrado PROCESO 4: Decapado químico ácido PROCESO 5: Desengrase acuoso alcalino PROCESO 6: Desengrase al disolvente	PROCESO 7: Recubrimientos metálicos PROCESO 8: Anodizado PROCESO 9: Cromatizado PROCESO 10: Fosfatado PROCESO 11: Pinturas (líquida / polvo) PROCESO 12: Secado
---	--



Cuestionario de diagnóstico inicial

I. GESTIÓN (I)

I.1 ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES (TÉCNICAS, DE PREVENCIÓN, ETC.) A TODOS LOS NIVELES

- a) Sin asignación de responsabilidades.
- b) Asignación de responsabilidades parcial (solamente verbal, sólo técnica, faltan recursos humanos, etc.).
- c) Constancia documental de asignación de responsabilidades a los principios directivos.
- d) Constancia documental de asignación de responsabilidades a todos los niveles y es conocida.

I.2 IMPLICACIÓN (DE LA CADENA DE MANDOS, DEL PERSONAL, ETC.) EN LA ASUNCIÓN DE RESPONSABILIDADES

- a) Ausencia generalizada o mayoritaria de implicación.
- b) En general manifiestan interés pero no se refleja en sus actuaciones.
- c) Una parte de los mandos y directivos impulsan políticas de prevención en sus áreas de responsabilidad.
- d) La dirección exige a los mandos y directivos que apliquen políticas de prevención en sus áreas de responsabilidad.

I.3 PREVISIÓN DE RECURSOS ADECUADOS PARA LA PREVENCIÓN

- a) Sin recursos financieros ni humanos asignados a prevención o muy insuficientes.
- b) Recursos financieros y/o humanos asignados mayoritariamente a “actividades de servicio” (evaluación de riesgos, vigilancia de la salud, etc.).
- c) Recursos financieros y humanos asignados tanto a “actividades de servicio” como a “actividades de intervención” para la mejora de las condiciones de trabajo (cambios en procesos técnicos y/u organizativos).
- d) Asignación de recursos previa definición de objetivos e identificación de necesidades preventivas.

I.4 RECONOCIMIENTO DE LOS ESFUERZOS Y LOGROS EN PREVENCIÓN

- a) Ninguna iniciativa de reconocimiento por parte de la dirección.
- b) Reconocimiento verbal esporádico, llegado el caso.
- c) Política de reconocimiento sistemático individual a trabajadores y/o mandos.
- d) Política de reconocimiento sistemático individual y colectivo.

I.5 ARMONIZACIÓN PREVENCIÓN – PRODUCTIVIDAD

- a) La política de productividad se fija al margen de los criterios de prevención.
- b) Voluntad de integración prevención – producción pero sin constancia documental.
- c) Constancia documental de la voluntad política de la empresa de hacer compatibles la prevención y la productividad.
- d) La voluntad de integración prevención – productividad se plasma en la práctica.

I.6 ATENCIÓN A LOS DIFERENTES RIESGOS

a) Acciones exclusivamente dirigidas a factores de riesgo de seguridad.

b) Atención a factores de riesgo higiénico.

c) Atención a factores ergonómicos.

d) Atención a factores organizativos.

I.7 MANIFESTACIÓN DE LA MEJORA CONTINUA DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

a) Prevención mayoritariamente basada en medidas de protección personal o en modificación del comportamiento individual.

b) Prevención mayoritariamente basada en medidas de protección colectiva o en introducir cambios para mejorar las condiciones de trabajo.

c) Prioridad efectiva al control del riesgo en el origen.

d) Los cambios para mejorar las condiciones de trabajo se evalúan sistemáticamente y se van adaptando o mejorando progresivamente.

I.8 ORIENTACIÓN A RESULTADOS (VERIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS)

a) Sin documentación sobre la evaluación de la eficacia de las intervenciones preventivas.

b) Actuaciones reactivas: investigación sistemática de accidentes y/o enfermedades profesionales, etc.

c) Actuaciones proactivas: controles periódicos ambientales y/o de las condiciones de trabajo (inspecciones planeadas, etc.).

d) Integración de la vigilancia de la salud en la evaluación de eficacia.

I.9 BUENAS PRÁCTICAS EN LA REALIZACIÓN DE LAS TAREAS

a) No existen normas o procedimientos escritos en materia de salud y seguridad para la realización de tareas que impliquen riesgos.

b) Existen normas o procedimientos escritos pero son difícilmente aplicables en las condiciones habituales de organización del trabajo.

c) Las normas o procedimientos escritos son aplicables en las condiciones habituales de organización del trabajo pero nadie controla su aplicación.

d) Las normas o procedimientos escritos son aplicables en las condiciones habituales de organización del trabajo y los mandos intermedios promueven su cumplimiento.

I.10 PROCEDIMIENTOS COHERENTES DE CONSULTA

a) La empresa raramente consulta con los trabajadores o sus representantes cuestiones relacionadas con la prevención.

b) En general se informa a los trabajadores o sus representantes de decisiones ya tomadas como una mera formalidad o para solicitar su adhesión.

c) Las decisiones en materia de prevención suelen consultarse previamente con los trabajadores o sus representantes.

d) En general existe voluntad de llegar a acuerdos con los trabajadores o sus representantes sobre cuestiones preventivas.

I. GESTIÓN (II)

I.11 PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES, COMUNICACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

- a) No existe ningún mecanismo que permita la participación ni comunicación entre trabajadores y la empresa en materia de prevención.
- b) Existen fórmulas de debate y comunicación pero sobre aspectos preventivos que ya han sido decididos o llevados a la práctica por la empresa.
- c) Se hace partícipes a los trabajadores en las decisiones en materia de prevención y existe un buen flujo comunicativo (reglado y documentado) entre ambas partes, pero la empresa rara vez varía su posición sobre los aspectos preventivos tratados.
- d) La empresa incentiva la participación y comunicación con los trabajadores (reuniones periódicas) tomándolas en cuenta y llevando a la práctica sus opiniones respecto a los temas relacionados con la prevención.

I.12 PLANIFICACIÓN DE LA PREVENCIÓN

- a) Carencia de un plan de prevención. Plan no documentado.
- b) Plan de prevención parcialmente cumplimentado (falta asignar recursos económicos, etc.).
- c) Programa con plazos de ejecución, recursos económicos y humanos y asignación de responsabilidades.
- d) Programas con objetivos medibles y previsión de indicadores de eficacia.

I.13 VIGILANCIA DE LA SALUD (INCLUYENDO AL PERSONAL DE NUEVO INGRESO)

- a) Reconocimientos médicos de carácter inespecífico.
- b) Reconocimientos específicos según riesgos aunque sin objetivos predefinidos.
- c) Plan documentado de vigilancia de la salud con objetivos definidos.
- e) Los resultados de las actividades de vigilancia de la salud se utilizan como indicador de eficacia preventiva y retroalimentan la evaluación de riesgos.

I.14 FORMACIÓN (INCLUYENDO AL PERSONAL DE NUEVO INGRESO)

- a) La actividad de formación en materia de prevención, técnica, etc. es escasa o nula.
- b) La actividad formativa se reduce a cursos más o menos generales con escasa o nula definición de objetivos.
- c) La formación se planifica a partir de un diagnóstico de necesidades (técnicas, de prevención, de gestión, etc.).
- d) Se aplican sistemáticamente mecanismos de evaluación de la formación.

I.15 DOCUMENTACIÓN

- a) Sin archivos de documentación preventiva o muy deficientes.
- b) Archivos de documentación preventiva con dificultades para su recuperación.
- c) Documentación preventiva recuperable pero con dificultades para su análisis y explotación.
- d) Documentación preventiva archivada, accesible, recuperable y utilizable.

1.16 COORDINACIÓN DE LAS POLÍTICAS PREVENTIVAS: SUBCONTRATAS / ETT / AUTÓNOMOS

- a) Ausencia de actividades de coordinación en materia de prevención.
- b) Actividades de coordinación aisladas o esporádicas o deficientes.
- c) Designación por la empresa titular de una o más personas con funciones de coordinación en materia de prevención.
- d) La empresa titular promueve actividades sistemáticas de coordinación.

1.17 TRABAJADORES DE ESPECIAL SIGNIFICACIÓN: MENORES, EMBARAZADAS O EN ESTADO DE LACTANCIA, SENSIBLES

- a) No se tienen en cuenta.
- b) Sólo se tienen en cuenta de manera formal.
- c) Se hacen actuaciones sólo en caso de situaciones problemáticas.
- d) Se tienen en consideración los trabajadores de especial significación.

2. LUGARES DE TRABAJO

2.1 ORDEN Y LIMPIEZA

- a) No hay establecida ninguna norma de orden y limpieza.
- b) Sólo se limpia y ordena en caso de necesidad. Normas o instrucciones verbales generales.
- c) Normas o instrucciones de orden y limpieza, parcialmente documentadas, con falta de medios humanos y materiales, etc.
- d) Normas o instrucción específica de orden y limpieza, documentada, difundida, con medios y se comprueba su realización.

2.2 VÍAS DE CIRCULACIÓN

- a) No se establecen vías de circulación para personas y vehículos perfectamente señalizadas y libres de obstáculos.
- b) Existen vías de circulación claramente señalizadas pero no se respetan por presencia de obstáculos (materiales, equipos, etc.).
- c) Existen vías de circulación señalizadas y libres de obstáculos pero comunes para personal y vehículos.
- d) Existen vías de circulación diferenciadas entre personal y vehículos perfectamente señalizadas, dimensionadas y libres de obstáculos.

2.3 LOCALES DE DESCANSO

- a) No hay previstos locales de descanso. Se descansa en los propios puestos de trabajo o en las proximidades.
- b) Se ha improvisado un local de descanso pero que no cumple con las condiciones mínimas.
- c) Se dispone de local de descanso inadecuado (falta de dotación, falta de mantenimiento, etc.).
- d) Se dispone de un local de descanso adecuado, con medios y se mantiene.

2.4 VESTUARIOS Y ASEOS

- a) No se dispone de vestuarios. Sólo se dispone de aseos (insuficientes, de difícil acceso, mantenimiento inadecuado, etc.).
- b) Sólo se dispone de aseos de forma adecuada.
- c) Se dispone de vestuarios y aseos.
- d) Se dispone de vestuarios y aseos con el espacio y dotación suficiente (taquillas, duchas, retretes, jabón, agua fría y caliente, etc.) y se mantienen de forma adecuada.

2.5 MATERIAL DE PRIMEROS AUXILIOS

- a) No se controla la disposición de material de primeros auxilios (no hay generalmente, etc.).
- b) Se dispone de material de primeros auxilios: en cantidad insuficiente, en mal estado, sin control de la reposición, de difícil acceso, etc.
- c) Se dispone de material de primeros auxilios suficiente y accesible pero sin control sistemático; se solicita cuando se necesita.
- d) Material de primeros auxilios suficiente, accesible y con control periódico (responsable).

2.6 SEÑALIZACIÓN (SEÑALES, ADHESIVOS, CARTELES, PLANOS DE UBICACIÓN, MARCADO EN EL SUELO, ETC.)

- a) No existe ningún tipo de señalización (ni técnica, ni de prevención, etc.).
- b) Señalizado parcialmente. No se revisa ni se mantiene la señalización.
- c) Señalizado adecuadamente.
- d) Se analiza la necesidad de señalizar, se señala y se mantiene y revisa dicha señalización.

3. EQUIPOS DE TRABAJO

3.1 ADQUISICIÓN

3.1.1 MAQUINARIA NUEVA

- a) No se tiene en cuenta la seguridad de la maquinaria como un criterio más de selección junto a los criterios económicos y productivos.
- b) Se tiene en cuenta que la máquina que se compre vaya provista de elementos de seguridad fundamentales.
- c) Se exige la declaración CE de conformidad en todos los equipos que se compran.
- d) Se exige la declaración CE de conformidad y el manual de instrucciones de la máquina en el momento de la compra.

3.1.2 MAQUINARIA PREVIAMENTE UTILIZADA Y FABRICADA ANTES DE 1995

- a) No se tiene en cuenta la seguridad de la maquinaria como un criterio más de selección junto a los criterios económicos y productivos.
- b) Se adquieren equipos previamente utilizados teniendo en cuenta aspectos de la seguridad basados en la experiencia del personal de la empresa.
- c) Únicamente se adquieren equipos previamente utilizados adecuados al Real Decreto 1215/1997.
- d) A la hora de escoger un equipo además de estar adecuado al Real Decreto 1215/1997 se tienen en cuenta las condiciones y características de cada puesto de trabajo, etc.

3.2 INVENTARIO
a) No existe ningún tipo de inventario sobre el equipamiento existente en la empresa.
b) Se dispone de un sencillo inventario de los equipos principales existentes en la empresa.
c) Se tiene registrado un inventario de los equipos de trabajo así como de sus accesorios y pequeñas herramientas, sin realizar una adecuada actualización en el tiempo.
d) Se mantiene un completo inventario actualizado de todos los bienes, incluyendo equipos de trabajo, accesorios, pequeñas herramientas, recambios, epi disponibles, etc., que permite detectar fácilmente las necesidades de la empresa en equipamiento.
3.3 INSTRUCCIONES DE USO
a) No existen instrucciones de uso de los equipos de ningún tipo.
b) Se dispone de instrucciones de uso internas elaboradas en la empresa.
c) Se dispone de instrucciones de uso proporcionadas por el fabricante pero no son consultadas por los operarios ni tenidas en cuenta.
d) Se dispone de instrucciones de uso proporcionadas por el fabricante y están al alcance de los trabajadores para su consulta y aplicación.
3.4 MANTENIMIENTO
a) No existe ningún programa de mantenimiento establecido.
b) Se realizan sencillas tareas de mantenimiento por personal propio no especializado en dichas tareas.
c) Únicamente se realizan operaciones de mantenimiento correctivo (una vez producida la anomalía) por personal especializado.
d) Existe un programa de mantenimiento preventivo y correctivo adecuado con definición de frecuencias de actuación, métodos seguros de trabajo y asignación de estas tareas a personal especializado.
3.5 ADECUACIÓN
a) Los equipos fabricados antes del 1 de enero de 1995 no se adecuan a lo establecido en el R.D. 1215/1997.
b) Los equipos fabricados antes del 1 de enero de 1995 se adecuan a lo establecido en el R.D. 1215/1997 en alguno de sus puntos.
c) Algunos equipos fabricados antes del 1 de enero de 1995 se adecuan totalmente a lo establecido en el R.D. 1215/1997.
d) No se utiliza ningún equipo fabricado antes del 1 de enero de 1995 sin adecuarlo primero totalmente a lo establecido en el R.D. 1215/1997.
3.6 CONTROL DE LA EMPRESA SOBRE LAS CONDICIONES DE USO DE LOS EQUIPOS
a) No se realiza ningún control sobre las condiciones de uso de los equipos.
b) Control sobre las condiciones de uso parcial: de forma discontinua, de forma verbal, etc.
c) Control sobre las condiciones de uso mediante inspecciones planeadas.
d) Control sobre las condiciones de uso mediante inspecciones planeadas y plan de acción en función de lo detectado.

3.7 PUESTA EN MARCHA DE LOS EQUIPOS

- a) Los equipos de trabajo utilizados por primera vez son instalados en la empresa sin realizar un plan de puesta en marcha.
- b) Antes de la puesta en marcha inicial de un equipo se comprueba el buen estado de sus partes, elementos y protecciones.
- c) Se comprueba el buen estado de las partes, elementos y protecciones de los equipos en su funcionamiento inicial y tras un tiempo prolongado sin uso o tras una avería o accidente.
- d) Existe un plan de puesta en marcha y se realizan las pruebas necesarias por personal especializado.

3.8 AUTORIZACIÓN DE USO

- a) Todos los equipos de trabajo pueden ser utilizados por cualquier trabajador de la empresa indistintamente de su puesto de trabajo habitual, experiencia, etc.
- b) Cada trabajador es informado verbalmente sobre qué equipo es autorizado a manejar.
- c) Listado de equipos y personal autorizado para su uso. Comunicación por escrito de la autorización y/o prohibición.
- d) Listado con la autorización / prohibición. Comunicación por escrito y formación adecuada para el uso de los equipos.

3.9 ACCIDENTABILIDAD EN EQUIPOS

- a) No se realiza ningún registro sobre los incidentes y accidentes producidos en los equipos de trabajo.
- b) Se documentan los principales incidentes y accidentes producidos en los equipos de trabajo.
- c) Se registran todo tipo de incidentes y accidentes producidos en los equipos, analizándolos para realizar actuaciones orientadas a evitar que se repitan.
- d) Se realiza un análisis de los incidentes y accidentes, incluyendo los incidentes producidos que no se han materializado en accidente, con vistas a mejorar las condiciones de seguridad de la empresa.

4. SUSTANCIAS QUÍMICAS

4.1 ETIQUETADO

- a) No existe ningún etiquetado de productos químicos o preparados químicos en la empresa.
- b) Existen etiquetas identificativas sólo en el almacén definitivo.
- c) Existen etiquetas identificativas en el almacén definitivo y en los almacenes y/o depósitos transitorios (transvases).
- d) Existe un sistema de control de etiquetado para cualquier lugar de almacenamiento o tipo de recipiente y además toda persona que manipula estas sustancias químicas conoce perfectamente el significado de las etiquetas.

4.2 FICHAS DE SEGURIDAD

- a) No existe ningún sistema de control respecto a las fichas de seguridad.
- b) Existe un archivo de fichas de seguridad pero es incorrecto: o no está completo, o no está actualizado, o no está en castellano u otros.
- c) Existe un archivo completo de fichas de seguridad, actualizadas y en castellano al menos.
- d) Existe un archivo completo de fichas de seguridad, actualizadas y en castellano al menos, accesible al personal y visible en los puestos correspondientes en cada caso.

4.3 ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN
a) No existe almacén específico de sustancias químicas.
b) Existe un almacén para los productos que se generan en mayor cantidad.
c) Existe almacén adecuado para productos y/o residuos con condiciones adecuadas en relación con la compatibilidad de sustancias, sectorización y protección frente a fuego, detección y/o contención de fugas, etc.
d) Existe almacén adecuado para productos y/o residuos con condiciones adecuadas en relación con la compatibilidad de sustancias, sectorización y protección frente a fuego, detección y/o contención de fugas, etc., revisado con la periodicidad correspondiente.
4.4 CONDICIONES AMBIENTALES
a) No se ha establecido ninguna medida de condiciones ambientales.
b) Existen sistemas de extracción general.
c) Existen sistemas de extracción general y localizada en algunas áreas.
d) Existen sistemas de ventilación general y localizada eficaces en áreas y puestos y se realizan medidas de control ambiental periódicas.
4.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)
a) Los trabajadores no disponen de equipos de protección individual.
b) Disponen de equipos de protección individual sin control: o no los tienen todos, o no son los adecuados, etc.
c) Disponen de equipos de protección individual en función de los riesgos.
d) Disponen de equipos de protección individual en función de los riesgos y se registra, controla y se informa de la necesidad de su uso.
4.6 ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA / ACCIDENTE
a) No existe ningún tipo de procedimiento de actuación en situaciones de emergencia / accidente.
b) Existen procedimientos verbales de actuación en situaciones de emergencia / accidente.
c) Existen procedimientos escritos de actuación en las situaciones de emergencia / accidente más frecuentes.
d) Existen procedimientos escritos y actualizados de actuación para todas las situaciones de emergencia / accidente que se pudieran producir en la empresa.
4.7 SEÑALIZACIÓN
a) No existe ningún tipo de señalización ni advertencia en las zonas de peligro referente a la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas.
b) Señalizado parcialmente: solo líneas de señalización en el suelo de separación de zonas de peligro, algunas señales de obligación, peligro, advertencia o prohibición, etc.
c) Señalizado adecuadamente: existen líneas de señalización en el suelo y pictogramas en las zonas de peligro, obligación, prohibición y advertencia.
d) Además de lo señalado en c) se realiza un mantenimiento y revisión de la señalización.

4.8 HÁBITOS Y USOS

- a) No existen restricciones para fumar, comer o beber en ninguna zona.
- b) Existen restricciones en las zonas de manipulación de productos.
- c) Existen restricciones en las zonas de producción de la empresa.
- d) Existen restricciones y están definidas por escrito.

5. INCENDIO / EXPLOSIÓN

5.1 ACTUACIÓN PREVENTIVA

- a) No se controlan las condiciones de la empresa para evitar o reducir el riesgo de incendio / explosión en la empresa.
- b) El estudio de las condiciones en la empresa con vistas a identificar los riesgos potenciales de incendio / explosión se concreta únicamente en la instalación de sistemas contra incendios (extintores, BIE, detectores, etc.).
- c) Además de la instalación contra incendios se realizan acciones concretas con el fin de evitar posibles focos de ignición (no fumar, revisión de la instalación eléctrica acorde con el local, control de la temperatura en procesos exotérmicos, herramientas antichispa, etc.).
- d) Al conjunto de medidas anteriores se une el que se tiene en cuenta las condiciones de los elementos combustibles presentes en la empresa (orden y limpieza, almacenamiento adecuado, ventilación adecuada, disponer cantidades de materiales estrictamente necesarias, correcta señalización, etc.).

5.2 INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS

- a) La instalación contra incendios no se corresponde en equipamiento y ubicación a la exigible por la normativa de aplicación o definida en su caso en proyecto específico de la actividad.
- b) Únicamente se realizan las revisiones reglamentarias de la instalación contra incendios.
- c) Se realizan controles complementarios con la frecuencia adecuada de las condiciones de funcionamiento, equipamiento correcto y ubicación (asegurando accesibilidad y visibilidad) de todos los elementos de la instalación contra incendios.
- d) Además del completo control de todos los requisitos técnicos de la instalación contra incendios se realizan programas formativos para la utilización efectiva de dichos equipos por parte de los trabajadores en caso necesario.

5.3 PLAN DE EMERGENCIA

- a) No está implantado en la empresa ningún plan de emergencia y evacuación en caso de incendio / explosión u otra posible situación de emergencia.
- b) Existe un plan de emergencia pero no es conocido por el conjunto de los trabajadores de la empresa de manera que sepan cómo actuar en esos casos. Implantación parcial: reparto sólo de las consignas, etc.
- c) Todos los trabajadores han recibido las instrucciones para el caso de emergencia siguiendo las directrices del plan de emergencia. Además de repartir las consignas se ha realizado una charla informativa.
- d) El plan de emergencia es mejorado y completado con suficiente frecuencia mediante la realización de simulacros oportunos.

6. CONDICIONES AMBIENTALES FÍSICAS

6.1 CONTROL DEL RUIDO

- a) No se realiza ningún tipo de control sobre el ruido producido en la empresa, ni desde el punto de vista preventivo, ni se toman medidas de protección de ningún tipo.
- b) Se realizan mediciones de ruido y en caso necesario la protección se reduce a la entrega de los protectores auditivos a los trabajadores afectados por el ruido.
- c) Además se toman medidas para reducir la propagación del ruido y que el trabajador soporte niveles de ruido inferiores, como encerrar procesos en cabinas, barreras, etc.
- d) Al conjunto de medidas anteriores se une el que se actúa también sobre el foco generador del ruido, disminuyendo la emisión de ruido mediante equipos de reducida emisión sonora, buen mantenimiento, instalación de silenciadores, etc.

6.2 CONTROL DE OTRAS CONDICIONES: ILUMINACIÓN, TEMPERATURA, HUMEDAD, ETC.

- a) No se realiza ningún tipo de control sobre las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad, etc.).
- b) Control parcial: control de sólo algunas de las condiciones, implantación parcial de medidas (básicamente individuales).
- c) Control periódico de todas las condiciones ambientales del puesto de trabajo. Implantación de parte de las medidas.
- d) Control periódico de las condiciones e implantación y seguimiento de las medidas recomendadas.

7. INSTALACIONES AUXILIARES CON REGLAMENTACIÓN ESPECÍFICA (eléctrica, gas, aire comprimido, etc.)

7.1 CONTROL DOCUMENTAL

- a) No se dispone de ninguna documentación técnica sobre las características fundamentales de las instalaciones de la empresa.
- b) Se dispone de la documentación técnica de las instalaciones originales, pero en el caso de haber sufrido variaciones éstas no han sido documentadas.
- c) Se mantiene al día la documentación técnica referente a las instalaciones y sus sucesivas modificaciones y ampliaciones, pero no así de sus inspecciones periódicas reglamentarias.
- d) Se mantiene un control documental actualizado de las características técnicas y de cualquier tipo de actuación y revisión realizada en las instalaciones de la empresa.

7.2 MANTENIMIENTO

- a) No se realiza ningún tipo de actividad con objeto de conservar el buen estado de las instalaciones de la empresa, actuando únicamente en caso de avería.
- b) Se controlan algunos aspectos para la buena conservación de las instalaciones pero no de manera sistemática y programada.
- c) Se dispone de un programa de mantenimiento adecuado incluyendo revisiones sencillas realizadas por trabajadores de la propia empresa formados en dichas tareas y las inspecciones reglamentarias correspondientes por personal externo a la empresa.
- d) Además de las inspecciones reglamentarias se dispone de un programa de mantenimiento adecuado, incluyendo revisiones completas de toda la instalación realizadas por personal externo especializado en dichas tareas.



Etiquetado de productos químicos

- 1.- Introducción
- 2.- Descripción de las etiquetas
- 3.- Disposición de las etiquetas
- 4.- Consideraciones adicionales
- 5.- Frases R (R.D. 363/1995 Anexo III)
- 6.- Frases S (R.D.363/1995 Anexo IV)
- 7.- Bibliografía

Etiquetado de productos químicos

1 Introducción

La etiqueta de un producto químico está concebida especialmente para el usuario, permitiendo identificar el producto durante su utilización. La etiqueta señala los principales peligros presentes, tanto para el hombre como para el entorno. Indica además las precauciones / consejos que hay que tener en cuenta a la hora de su utilización o de su almacenamiento.

Organizando el material por etiquetas se mejoran las condiciones de seguridad, se reduce el tiempo de búsqueda de un producto determinado y los riesgos de confusión del producto, tanto en su utilización como en su transvase. Previene igualmente los riesgos de mezcla con productos incompatibles evitando reacciones intempestivas.

La etiqueta es útil ya que da indicaciones de cómo actuar en caso de incendio o accidente. Es importante conservar el envase del producto con su etiqueta, a fin de que en caso de accidente los servicios médicos de urgencia puedan encontrar las informaciones necesarias para los primeros auxilios.

La etiqueta de las sustancias químicas debe ser conforme a la legislación y no debe ser confundida con otras etiquetas utilizadas para el transporte de materias peligrosas. Se trata de dos reglamentaciones diferentes aunque empleen los mismos pictogramas.

2 Descripción de las etiquetas

Según el R.D.363/1995 todo envase de productos químicos deberá ostentar de manera legible e indeleble, bien en la etiqueta o impreso en el propio envase, las condiciones indicadas a continuación:

- **Nombre o denominación de la sustancia.** El nombre químico de la sustancia deberá figurar bajo una de las denominaciones enumeradas en la Directiva de sustancias o bajo la nomenclatura internacionalmente reconocida si la sustancia no figura entre ellas.
- **Nombre, dirección completa y teléfono del responsable de la comercialización** (fabricante, importador o distribuidor).
- **Símbolos e indicaciones de peligro**, que deberán ir impresos en negro sobre fondo amarillo anaranjado. Cada símbolo ocupará, por lo menos, 1/10 de la superficie de la etiqueta y en ningún caso será inferior a 1 cm².

Pictogramas de peligrosidad



Corrosivos: las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos, puedan ejercer una acción destructiva de los mismos.

Irritantes: las sustancias y preparados no corrosivos que, por contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.

Tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades puedan provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte.

Muy tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos o incluso la muerte.

Inflamables: las sustancias y preparados líquidos cuyo punto de ignición sea bajo. Identifica a aquellas sustancias que se inflaman por un contacto breve con una fuente de ignición y después de haberse separado de dicha fuente de ignición continúan quemándose.

Fácilmente inflamables: las sustancias y preparados

- que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía, o
- sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que siguen quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente, o
- en estado líquido cuyo punto de inflamación sea muy bajo, o
- que, en contacto con agua o con aire húmedo, desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas.

Extremadamente inflamables: las sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables en el aire.

Identifica a aquellas sustancias que a temperatura ambiente y en contacto con el aire arden espontáneamente.

Explosivos: las sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno del aire, puedan reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en condiciones de ensayo determinadas, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explotan.

Identifica a aquellas sustancias que pueden hacer explosión por efecto de una llama, choque o fricción.

Comburentes: las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica.

Nocivos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte.

Peligrosos para el medioambiente: las sustancias o preparados que, en caso de contacto con el medioambiente, presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medioambiente.

Cuando a un preparado se le asigna más de un símbolo, la obligación de poner uno de ellos hace facultativa la utilización de otros de acuerdo con la siguiente tabla:

Símbolo obligatorio	Símbolo facultativo
T	C y X
C	X
E	F y O

- **Frases relativas a los peligros específicos (Frases R) y relativas a consejos de prudencia (Frases S).** Estas frases deberán estar de acuerdo con las indicaciones descritas en la legislación vigente sobre sustancias y deberán ser facilitadas por el fabricante o cualquier otra persona que comercialice el preparado.

- **Número CE.** Se indicará en aquellas sustancias que lo tengan asignado, que son las incluidas en el listado del Anexo I de la Directiva 67/548/CEE y sus posteriores modificaciones y que deberán llevar también la frase “etiqueta CEE”.
- **No podrá inscribirse en el etiquetado** indicaciones tales como “no tóxico”, “inocuo” o cualquier otra indicación parecida.

3 Disposición de las etiquetas

Las indicaciones deberán estar inscritas en una etiqueta que estará sólidamente fijada en una o varias caras del envase o inscritas directamente en él, de forma que se puedan leer horizontalmente cuando el envase esté colocado en posición vertical. El tamaño de las etiquetas debe tener unas dimensiones mínimas en función de la capacidad del envase.

4 Consideraciones adicionales

La etiqueta no proporciona toda la información del producto; hay que consultar sistemáticamente, sobre todo antes del primer empleo de un producto, la ficha de datos de seguridad, y todo documento relativo a la manipulación del producto.

Ciertos productos peligrosos son almacenados a granel. Si estos productos se reacondicionan en otros envases de menor tamaño, es obligatorio reproducir la etiqueta original en los nuevos contenedores. De esta forma todo nuevo recipiente que circule por la empresa debe ser reetiquetado, para que el usuario o cualquier persona que esté en contacto con este producto pueda identificarlo inmediatamente y conocer sus riesgos.

5 Frases R (R.D. 363/1995 Anexo III)

Naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y preparados peligrosos

Frases R simples

- R1 Explosivo en estado seco.
- R2 Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R3 Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R4 Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
- R5 Peligro de explosión en caso de calentamiento.
- R6 Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.
- R7 Puede provocar incendios.
- R8 Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
- R9 Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
- R10 Inflamable.
- R11 Fácilmente inflamable.
- R12 Extremadamente inflamable.
- R14 Reacciona violentamente con el agua.
- R15 Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.
- R16 Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.
- R17 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
- R18 Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas / inflamables.
- R19 Puede formar peróxidos explosivos.
- R20 Nocivo por inhalación.
- R21 Nocivo en contacto con la piel.
- R22 Nocivo por ingestión.

- R23 Tóxico por inhalación.
- R24 Tóxico en contacto con la piel.
- R25 Tóxico por ingestión.
- R26 Muy tóxico por inhalación.
- R27 Muy tóxico en contacto con la piel.
- R28 Muy tóxico por ingestión.
- R29 En contacto con agua libera gases tóxicos.
- R30 Puede inflamarse fácilmente al usarlo.
- R31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
- R32 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.
- R33 Peligro de efectos acumulativos.
- R34 Provoca quemaduras.
- R35 Provoca quemaduras graves.
- R36 Irrita los ojos.
- R37 Irrita las vías respiratorias.
- R38 Irrita la piel.
- R39 Peligro de efectos irreversibles muy graves.
- R40 Posibles efectos cancerígenos.
- R41 Riesgo de lesiones oculares graves.
- R42 Posibilidad de sensibilización por inhalación.
- R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
- R44 Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
- R45 Puede causar cáncer.
- R46 Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
- R48 Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.
- R49 Puede causar cáncer por inhalación.
- R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- R51 Tóxico para los organismos acuáticos.
- R52 Nocivo para los organismos acuáticos.
- R53 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medioambiente acuático.
- R54 Tóxico para la flora.
- R55 Tóxico para la fauna.
- R56 Tóxico para los organismos del suelo.
- R57 Tóxico para las abejas.
- R58 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medioambiente.
- R59 Peligroso para la capa de ozono.
- R60 Puede perjudicar la fertilidad.
- R61 Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R62 Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
- R63 Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R64 Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.
- R65 Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar.
- R66 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.
- R67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.
- R68 Posibilidad de efectos irreversibles.

Combinación de frases R

- R14/15 Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables.
- R15/29 En contacto con el agua libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.
- R20/21 Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
- R20/22 Nocivo por inhalación y por ingestión.
- R20/21/22 Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- R21/22 Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.
- R23/24 Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
- R23/25 Tóxico por inhalación y por ingestión.
- R23/24/25 Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- R24/25 Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
- R26/27 Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.

R26/28 Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
R26/27/28 Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R27/28 Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
R36/37 Irrita los ojos y las vías respiratorias.
R36/38 Irrita los ojos y la piel.
R36/37/38 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.
R37/38 Irrita las vías respiratorias y la piel.
R39/23 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
R39/24 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
R39/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
R39/23/24 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
R39/23/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
R39/24/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
R39/23//24/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R39/26 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
R39/27 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
R39/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
R39/26/27 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
R39/26/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
R39/27/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
R39/26/27/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R42/43 Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.
R48/20 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
R48/21 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
R48/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
R48/20/21 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R48/20/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
R48/21/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
R48/20/21/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R48/23 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
R48/24 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
R48/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
R48/23/24 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R48/23/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
R48/24/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
R48/23/24/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R50/53 Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medioambiente acuático.
R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medioambiente acuático.
R52/53 Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medioambiente acuático.
R68/20 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.
R68/21 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel.
R68/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.
R68/20/21 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.

R68/20/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.
R68/21/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel e ingestión.
R68/20/21/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

6 Frases S (R.D. 363/1995 Anexo IV)

Consejos de prudencia relativos a las sustancias y preparados peligrosos

Frases S simples

- S1 Consérvese bajo llave.
- S2 Manténgase fuera del alcance de los niños.
- S3 Consérvese en lugar fresco.
- S4 Manténgase lejos de locales habitados.
- S5 Consérvese en... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).
- S6 Consérvese en... (gas inerte a especificar por el fabricante).
- S7 Manténgase el recipiente bien cerrado.
- S8 Manténgase el recipiente en lugar seco.
- S9 Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.
- S12 No cerrar el recipiente herméticamente.
- S13 Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.
- S14 Consérvese lejos de... (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).
- S15 Conservar alejado del calor.
- S16 Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.
- S17 Manténgase lejos de materias combustibles.
- S18 Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
- S20 No comer ni beber durante su utilización.
- S21 No fumar durante su utilización.
- S22 No respirar el polvo.
- S23 No respirar los gases / humos / vapores / aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
- S24 Evítese el contacto con la piel.
- S25 Evítese el contacto con los ojos.
- S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
- S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
- S28 En caso de contado con la piel, lávese inmediata y abundantemente con... (productos a especificar por el fabricante).
- S29 No tirar los residuos por el desagüe.
- S30 No echar jamás agua a este producto.
- S33 Evítese la acumulación de cargas electroestáticas.
- S35 Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
- S36 Úsese indumentaria protectora adecuada.
- S37 Úsense guantes adecuados.
- S38 En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.
- S39 Úsese protección para los ojos / la cara.
- S40 Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese... (a especificar por el fabricante).
- S41 En caso de incendio y/o de explosión no respire los humos.
- S42 Durante las fumigaciones / pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
- S43 En caso de incendio, utilizar... (los medios de extinción los debe especificar el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: «No usar nunca agua».)
- S45 En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta).
- S46 En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstresele la etiqueta o el envase.

- S47 Consérvase a una temperatura no superior a... °C (a especificar por el fabricante).
- S48 Consérvase húmedo con... (medio apropiado a especificar por el fabricante).
- S49 Consérvase únicamente en el recipiente de origen.
- S50 No mezclar con... (a especificar por el fabricante).
- S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
- S52 No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
- S53 Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.
- S56 Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
- S57 Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medioambiente.
- S59 Remítirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación / reciclado.
- S60 Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
- S61 Evítese su liberación al medioambiente. Recábense instrucciones específicas / las fichas de datos de seguridad.
- S62 En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstresele la etiqueta o el envase.
- S63 En caso de accidente por inhalación, alejar a la víctima de la zona contaminada y mantenerla en reposo.
- S64 En caso de ingestión, enjuáguese la boca con agua (solamente si la persona está consciente).

Combinación de frases S

- S1/2 Consérvase bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
- S3/7 Consérvase el recipiente bien cerrado y en lugar fresco.
- S3/9/14 Consérvase en lugar fresco y bien ventilado y lejos de... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
- S3/9/14/49 Consérvase únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado y lejos de... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
- S3/9/49 Consérvase únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado.
- S3/14 Consérvase en lugar fresco y lejos de... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
- S7/8 Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar seco.
- S7/9 Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado.
- S7/47 Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvase a una temperatura no superior a... °C (a especificar por el fabricante).
- S20/21 No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.
- S24/25 Evítese el contacto con los ojos y la piel.
- S27/28 Después del contacto con la piel, quítese inmediatamente toda la ropa manchada o salpicada y lávese inmediata y abundantemente con... (productos a especificar por el fabricante).
- S29/35 No tirar los residuos por el desagüe; elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
- S29/56 No tirar los residuos por el desagüe; elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
- S36/37 Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados.
- S36/37/39 Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos / la cara.
- S36/39 Úsense indumentaria adecuada y protección para los ojos / la cara.
- S37/39 Úsense guantes adecuados y protección para los ojos / la cara.
- S47/49 Consérvase únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a... °C (a especificar por el fabricante).

7 Bibliografía

- *Moi, dans mon entreprise, j'étiquette les produits méchants*. INRS 2002
- *Etiquetado de productos químicos peligrosos*. Notas prácticas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.



Calzado

- 1.- Introducción
- 2.- Elementos de protección
- 3.- Etiquetado
- 4.- Buenas prácticas, uso y mantenimiento
 - 4.1.- Utilización
 - 4.2.- Mantenimiento
- 4.3.- Sustitución del calzado
- 5.- Normativa aplicable
- 6.- Bibliografía

Calzado

1 Introducción

En el lugar de trabajo los pies del trabajador, y por los pies su cuerpo entero, pueden hallarse expuestos a riesgos de naturaleza diversa, los cuales pueden agruparse en tres grupos, según su forma de actuación:

- Lesiones en los pies producidas por acciones externas
 - Riesgos térmicos: calor frío, salpicaduras de metal fundido, llamas, etc.
 - Riesgos químicos: polvos, líquidos corrosivos, productos tóxicos o irritantes, etc.
 - Riesgos mecánicos: choques, atrapamientos, aplastamientos, perforaciones, pinchazos, etc.
- Riesgos para las personas por una acción sobre el pie
 - Riesgos eléctricos: contactos eléctricos con conductores bajo tensión, descargas electrostáticas
 - Riesgos derivados de radiaciones (rayos UV) o contaminantes (productos radioactivos)
 - Riesgos de caída por resbalamiento.
- Riesgos para la salud o molestias vinculados al uso del calzado
 - Riesgos biológicos: alergias, irritaciones, desarrollo de gérmenes patógenos
 - Otros riesgos relacionados con la salud: esguinces, luxaciones, etc.

Según la norma UNE EN ISO 20344, el calzado de uso profesional se clasifica según su altura:

- Zapato base (a)
- Bota baja o tobillera (b)
- Bota de media caña (c)
- Bota alta (d)
- Bota extra larga (e)



(a)



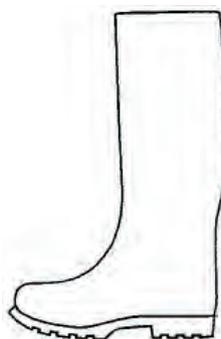
(b)



(c)



(d)



(e)

La elección del calzado deberá basarse en el estudio y la evaluación de los riesgos del puesto de trabajo. Esto comprende la duración de la exposición a los riesgos, su frecuencia y gravedad, las condiciones existentes en el trabajo y su entorno, el tipo de daños posibles para el trabajador y su constitución física.

Según el grado de protección frente a impactos, el calzado de uso profesional se puede clasificar, de mayor a menor grado de protección, en:

- Calzado de seguridad (S)
- Calzado de protección (P)
- Calzado de trabajo (O) (sin puntera de seguridad).

Existen unos requisitos básicos de seguridad para el calzado completo de uso profesional:

- Estanqueidad
- Construcción y resistencia para la realización de la suela.

Para el calzado de seguridad y protección, se exigen requisitos adicionales para la protección de los dedos (longitud del tope, resistencia al impacto, resistencia a la compresión, resistencia a la corrosión). Para otras partes del calzado hay requisitos básicos adicionales.

Algunos de los factores a tener en cuenta a la hora de seleccionar el calzado son:

- Resistencia al impacto en caída libre
- Resistencia a las proyecciones de objetos a velocidad
- Resistencia al aplastamiento
- Resistencia a la perforación
- Resistencia al plegado
- Resistencia a la corrosión de punteras y plantillas de seguridad metálicas
- Resistencia a agentes químicos
- Impermeabilidad al agua, disolventes, etc.
- Características antideslizantes de la suela
- Cierta resistencia al contacto con partículas incandescentes o a altas temperaturas.

La cuantificación de los riesgos implica la determinación de las prestaciones de los calzados para que estos sean adecuados a los riesgos de los que haya que protegerse.

2 Elementos de protección

Los elementos de protección son inamovibles y solidarios con el zapato o la bota. Estos elementos permiten asegurar la protección del pie contra un riesgo específico.

Plantilla antiperforación

Es un inserto, generalmente metálico, que se encuentra incorporado en la suela del calzado, cubriendo prácticamente toda la superficie de la suela.

Puntera de seguridad

Las punteras se sitúan sobre la parte superior del calzado protegiendo los dedos de los pies contra los riesgos de choques y aplastamientos.

Protección lateral contra cortes

Se trata de un inserto que protege la parte lateral del pie.

Protector del metatarso

Este elemento se sitúa en la parte superior del pie. Solo el calzado que dispone de puntera puede llevar este elemento de protección.

Suela antideslizante

La resistencia antideslizante se consigue gracias a:

- Una superficie soporte máxima.
- La presencia de relieves abiertos sobre los laterales que permiten la evacuación de los líquidos y los sólidos blandos.

Talón absorbente de energía

Esta propiedad se obtiene por la naturaleza del material utilizado, lo que permite caminar y permanecer de pie con gran comodidad.

Protector contra el contacto con una sierra mecánica

No existe un equipo que asegure una protección total frente a un corte con una sierra mecánica. Sin embargo, se pueden utilizar varios tipos de protección:

- Frenado de la cadena por medio de fibras con alta resistencia a los cortes.
- Deslizamiento de la cadena al contacto con el protector de forma que no pueda cortar el material.
- Desgarro de fibras de protección que bloquean la sierra.

Este tipo de protección solo esta disponible en botas de seguridad de uso profesional.

Protector contra el riesgo eléctrico

Las propiedades de protección eléctrica son aseguradas principalmente por las características de la suela. En este caso es esencial asegurar un mantenimiento regular y vigilar la contaminación química (grasa, disolventes), las incrustaciones mecánicas (chinchetas, virutas metálicas) y su desgaste.

Suela conductora. La suela conductora impide la acumulación de cargas eléctricas y reduce el riesgo de creación de una diferencia de potencial entre el suelo y la suela.

Suela antiestática. Esta suela permite minimizar la acumulación de electricidad estática, por medio de la disipación de las cargas eléctricas.

Protector aislante. Este calzado tiene como función impedir el paso de electricidad a través del cuerpo humano y de proteger el cuerpo contra los arcos eléctricos.

Protector contra el riesgo térmico

Suela aislante contra el frío. Estos calzados poseen un aislante térmico solidario con la suela, que protege contra el frío. El aislamiento proporcionado por el propio calzado se puede mejorar mediante calcetines o calentadores.

Suela aislante contra el calor. Estos modelos poseen un aislamiento térmico, solidario con la suela, que protege los pies contra el calor.

Suela resistente al calor. Para este tipo de calzado, la parte más externa de la suela no se debe deteriorar por contacto con una superficie a 300°C.

Suelas y laterales adaptados a la lucha contra el fuego. Estos protectores del pie son exclusivos para botas altas de cuero.

Botas resistentes a pequeñas proyecciones de metal fundido. El calzado está concebido para limitar la transferencia de calor y para no inflamarse o consumirse en caso de contacto con gotas de metal fundido.

Protector contra el riesgo químico

Suela resistente a los hidrocarburos. La suela no debe absorber los hidrocarburos ni agrietarse en caso de contacto.

Suela y laterales resistentes e impermeables a los productos químicos líquidos. En este caso tres parámetros caracterizan esta propiedad:

- La estanqueidad de todo el conjunto, es decir, la ausencia de paso de líquido a través de las imperfecciones del calzado. Los protectores de caucho o polímero son estancos a la mayor parte de los líquidos.
- La resistencia de los materiales a oponerse al paso del líquido de la cara externa a la cara interna.
- La resistencia a la degradación.

Protector contra la intemperie

Esta propiedad se obtiene por la presencia de un calzado impermeable al agua, gracias a:

- Una tasa débil de absorción de agua cuando el calzado está sumergido en ella.
- Una buena estanqueidad de la unión entre la suela y el resto del calzado.

3 Etiquetado

Cada ejemplar de calzado debe estar clara y permanentemente marcado con la información siguiente:

- Talla.
- Marca o identificación del fabricante.
- Nombre o referencia del modelo.
- Fecha de fabricación (trimestre / año)
- País de fabricación
- Marcado CE
- Número de la norma armonizada aplicada para la evaluación de su conformidad con las exigencias esenciales de salud y seguridad.
- Símbolo/s correspondientes a la protección ofrecida o categoría correspondiente. A modo de ejemplo:
43 – XX – XXX – 01/06 – España – CE – EN 20345 – SI - P

Por lo que respecta a los símbolos de especificaciones particulares:

P	Resistencia a la perforación
E	Absorción de energía en la zona del tacón
C	Resistencia eléctrica. Calzado conductor
A	Resistencia eléctrica. Calzado antiestático
HI	Aislamiento frente al calor
CI	Aislamiento frente al frío
WRU	Penetración y absorción de agua en el empeine
HRO	Resistencia al calor por contacto en la suela
ORO	Resistencia a los hidrocarburos en la suela
M	Protección de los metatarsos contra los choques
Doble triángulo	Protector aislante (clase 00, 0, 1, 2, 3 y 4)

4 Buenas prácticas, uso y mantenimiento

4.1 Utilización

Los criterios de uso a tener en cuenta, después de una correcta elección del calzado de seguridad son:

- Buena utilización
- Tiempo de uso.

Las condiciones en las que un calzado de seguridad debe utilizarse, en particular por lo que se refiere al tiempo durante el cual haya de llevarse, se determinarán en función de:

- La gravedad del riesgo
- Frecuencia de la exposición al riesgo
- Características del puesto de trabajo de cada usuario.

En particular los riesgos debidos a la suciedad, desgaste o deterioro del calzado, han de ser resueltos por medio de:

- Controles periódicos
- Respeto de las instrucciones de mantenimiento del suministrador
- Almacenamiento correcto.

4.2 Mantenimiento

El calzado debe ser objeto de un control regular. Si su estado es deficiente se deberá dejar de utilizar, reparar o reformar.

A continuación se muestran las precauciones relativas al mantenimiento:

- Usuario

- El usuario de los calzados tiene el deber de cuidar su perfecto estado y conservación.
- Como medida de higiene diaria, se deberán lavar los pies y cambiarse los calcetines diariamente. Se recomienda cambiar cada día de calzado, por ejemplo, utilizar alternativamente dos pares de botas o zapatos.
- Los artículos de cuero, por motivos de higiene, solo pueden utilizarse por un único usuario.
- El sudor del pie tiene un olor desagradable debido a la descomposición de las bacterias y contribuye, además, a la destrucción rápida del interior del calzado. Se puede evitar la aparición de bacterias y hongos mediante un tratamiento antimicrobiano efectuado bien en el momento de la fabricación del calzado, bien de modo regular durante su utilización.

- Calzado

Para el mantenimiento del calzado se recomienda:

- Limpiarlo regularmente
- Secarlo cuando este húmedo
- Utilizar los productos de limpieza corrientes que se hallan en el mercado.

4.3 Sustitución del calzado

Los criterios que se deben establecer para la sustitución de un calzado son los siguientes (lista no exhaustiva y meramente informativa):

- Rotura o deformación de la puntera o plantilla
- Roturas de cualquier parte componente del calzado
- Grietas o alteraciones de montaje
- Deformaciones permanentes que impidan una correcta adaptación al pie
- Aumento considerable del peso debido a las condiciones de uso.

En el caso de que el calzado haya sufrido un accidente, las pautas de deshecho deberán ser observadas con extrema minuciosidad.

5 Normativa aplicable

Las normas aplicables al calzado son las siguientes:

- UNE-EN ISO 20344:2005. Equipos de protección personal. Métodos de ensayo para calzado.
- UNE-EN ISO 20345:2005. Equipo de protección individual. Calzado de seguridad.
- UNE-EN ISO 20346:2005. Equipo de protección personal. Calzado de protección.
- UNE-EN ISO 20347:2005. Equipo de protección personal. Calzado de trabajo.

6 Bibliografía

- *Guía orientativa para la selección y utilización de EPI, calzado de uso profesional*. INSHT.
- *Safety Footwear*. Canada's National Occupational Health and Safety Resource.
- *Foot Comfort and Safety at Work*. Canada's National Occupational Health and Safety Resource.
- *Les articles chaussants de protection*. Choix et utilisation. INRS. Christine Boust. 2000.



Proteccion ocular/facial

- 1.- Introducción
- 2.- Elección del equipo protector
- 3.- Problemas originados por la utilización de los EPI
- 4.- Mantenimiento de los EPI
- 5.- Normativa aplicable
- 6.- Bibliografía

Protección ocular / facial

1 Introducción

En el lugar de trabajo, los ojos y la cara de los trabajadores pueden ser susceptibles a la exposición de riesgos de naturaleza diversa:

- Riesgo mecánico

El riesgo mecánico se manifiesta en la mayor parte de los casos en operaciones de mecanizado donde se proyectan partículas con una energía cinética importante: virutas metálicas. Este riesgo existe también en las actividades donde se crean nubes de polvo, así como en presencia de proyección de líquido o de materias sólidas fundidas.

- Riesgo químico

El riesgo químico aparecerá cuando existan proyecciones de sustancias. También puede originarse en forma de nube de polvo, aerosoles, de gases o vapores.

Otros riesgos oculares, aunque con menor incidencia en el sector de tratamiento de superficies, son: riesgo biológico, riesgo relacionado con radiaciones ópticas, riesgo térmico, presencia de arco eléctrico.

A la hora de considerar la protección ocular y facial, se suelen subdividir los protectores existentes en dos grandes grupos en función de la zona protegida:

- Si el protector sólo protege los ojos, se habla de “gafas de protección”
- Si además de los ojos, el protector protege parte o la totalidad de la cara u otras zonas de la cabeza, se habla de “pantallas de protección”.

A continuación y a título meramente ilustrativo, se incluyen algunos ejemplos de protectores oculares / faciales:



Gafas de seguridad con protección lateral



Gafas máscara



Pantalla facial

En función del riesgo a prevenir pueden utilizarse distintos tipos de protectores que se muestran en la siguiente tabla:

Riesgos a prevenir		Tipos de protectores del ojo y de la cara		
		Gafas con protección lateral	Gafas máscara	Pantallas faciales
Choques de partículas lanzadas a gran velocidad	Impacto de baja energía	X	X	X
	Impacto de media energía		X	X
	Impacto de alta energía			X
Gotas de líquidos			X	
Proyección de líquidos				X
Polvo grueso > 5 micras			X	
Gas y gotas finas < 5 micras			X	
Arco eléctrico de corto circuito				X
Proyección de metales fundidos y de sólidos calientes			X	X
Soldadura con gas		X	X	X
Soldadura con arco				X
Radiación ultravioleta		X	X	X
Radiación infrarroja		X	X	X
Radiación láser		X	X	X
Radiación solar		X	X	X
Calor radiante				X

2 Elección del equipo protector

La elección de un equipo de protección requiere un conocimiento adecuado tanto de los riesgos del puesto de trabajo y su entorno (luminosidad, variación de la temperatura que puede originar nieblas, exposición a la intemperie, etc.), como de las características de la propia actividad (trabajo de desbaste o de precisión, percepción necesaria de formas y colores, posición del trabajador).

Estas características deben ser conocidas y evaluadas con el fin de elegir correctamente los EPI. Una vez identificadas, permiten guiar la elección hacia un protector adaptado en términos de neutralidad óptica, de fijación sobre la cara o de tratamiento antivaho, por ejemplo.

3 Problemas originados por la utilización de los EPI

Llevar gafas de protección o cualquier otro tipo de protección facial puede suponer una incomodidad a la hora de realizar una tarea, lo que puede originar cierta oposición al empleo de EPI, cuando se ponen a disposición de los trabajadores.

Esta resistencia se puede traducir en una negativa del trabajador a su utilización con argumentos como:

- Molestia en el trabajo
- Incompatibilidad con las tareas a realizar
- Incomodidad
- Aspecto antiestético
- Fatiga visual, aparición de dolor de cabeza

- Mala adaptación
- Formación de sudor
- Alteración del color
- Etc.

Escuchar atentamente estos comentarios del trabajador permitirá elegir un protector efectivo y adaptarlo a los riesgos del puesto de trabajo.

Sin embargo, ciertos problemas de adaptación pueden ser el resultado de una necesidad de corrección ocular, una iluminación insuficiente de los puestos de trabajo, la elección de un protector no apropiado (modelos que presentan una neutralidad óptica insuficiente, por ejemplo) o de una alteración de los oculares (oculares rayados, manchas, etc.).

4 Mantenimiento de los EPI

Con el fin de asegurar una protección eficaz contra riesgos, los protectores oculares y faciales deben mantenerse útiles, duraderos y resistentes frente a numerosas acciones e influencias de modo que su función protectora quede garantizada durante toda su vida útil. Entre las influencias que pueden amenazar la eficacia protectora de los protectores oculares y faciales cabe citar:

- Almacenamiento, mantenimiento, limpieza inadecuados
- Frío, humedad, radiaciones ultravioleta
- Productos químicos (aceites, disolventes, ácidos)
- Elección errónea, utilización errónea
- Utilización (desgaste, deterioro, ensuciamiento).

5 Normativa aplicable

Todos los protectores oculares deben cumplir los requisitos establecidos por la norma UNE-EN 166, que recoge la construcción general, materiales y requisitos básicos.

De acuerdo con el riesgo que se pretende cubrir ha de cumplir:

EN 169	Filtros de soldadura
EN 170	Filtros para el ultravioleta
EN 171	Filtros para el infrarrojo
EN 172	Filtros de protección solar para uso laboral
EN 175	Equipos para la protección de los ojos y la cara durante la soldadura y técnicas afines
EN 1731	Protectores faciales de malla para uso industrial y no industrial frente a riesgos mecánicos y/o calor.

La protección ocular se consigue con dos elementos: montura y oculares. La combinación de ambos, con sus características particulares, da lugar a distintos tipos de equipos entre los que habrá que elegir el equipo de protección individual adecuado. A continuación describimos de forma genérica el mercado que ha de incorporar cada uno de ellos:

Marcado de montura

- Siglas CE e identificación del fabricante
- Número de la norma
- Campo de uso (de acuerdo con la siguiente numeración):

Sin símbolo	Uso básico
3	Gotitas o proyecciones de líquidos
4	Polvos gruesos > 5 micras
5	Gas y polvos finos < 5 micras
8	Arco eléctrico de cortocircuito
9	Metal fundido y sólidos calientes

Nota: si tiene más de un campo de uso, la montura se marcará con las cifras correspondientes por orden creciente.

- Resistencia al impacto de partículas a gran velocidad

S	Solidez reforzada
F	Impacto a baja energía (aplicable a todos los protectores)
B	Impacto a media energía (sólo aplicable a gafas de montura integral y a pantallas faciales)
A	Impacto a alta energía (sólo aplicable a pantallas faciales)

- Máxima clase de protección ocular compatible con la montura

Marcado de oculares

- Clase de protección (sólo filtros) n.º de código + n.º correspondiente al grado de protección del filtro.

Número de código	
2	Filtro ultravioleta, puede alterar el reconocimiento de los colores
3	Filtro ultravioleta que permite buen reconocimiento del color
4	Filtro infrarrojo
5	Filtro solar sin requisitos para el infrarrojo
6	Filtro solar con requisitos para el infrarrojo

- Identificación del fabricante
- Clase óptica

1	Trabajos continuos
2	Trabajos intermitentes
3	Trabajos ocasionales, con prohibición expresa de uso permanente

- Resistencia mecánica

S	Solidez reforzada
F	Impacto a baja energía (aplicable a todos los protectores)
B	Impacto a media energía (sólo aplicable a gafas de montura integral y a pantallas faciales)
A	Impacto a alta energía (sólo aplicable a pantallas faciales)

- Símbolo de resistencia al arco eléctrico de cortocircuito (8, sólo para pantallas faciales).
- Símbolo de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes (9, si fuera de aplicación).
- Símbolo de resistencia al deterioro superficial por partículas finas (K, si fuera de aplicación).
- Símbolo de resistencia al empañamiento (N, si fuera de aplicación).

Nota: Si los símbolos S, F, B y A no son comunes en ocular y montura, al equipo de protección en conjunto se le atribuye el nivel más bajo.

Ejemplo de marcado: Salpicadura de líquidos

En la montura

- Identificación del fabricante
- Referencia a la norma UNE EN 166
- Campo de uso
- Símbolo de resistencia a impactos de partículas a gran velocidad (si fuera aplicable, otros usos combinados).

En el ocular:

- Clase de protección
- Identificación del fabricante
- Clase óptica
- Símbolo de resistencia mecánica
- Símbolo de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes
- Símbolo de resistencia al deterioro superficial por partículas finas (si fuera aplicable, otros usos combinados)
- Símbolo de resistencia al empañamiento (si fuera aplicable), (opcional).

6 Bibliografía

- *Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage*. INRS 1999
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene.



Guantes

- 1.- Introducción
- 2.- Buenas prácticas, uso y mantenimiento de los guantes
- 3.- Normativa y clasificación
- 4.- Bibliografía

Guantes

1 Introducción

El empleo de guantes es indispensable en el sector de tratamiento de superficies, debido a la utilización de productos químicos que tienen un poder de penetración transcutánea. Los guantes protegen la piel frente a:

- Productos químicos líquidos o sólidos
- Detergentes o desinfectantes
- Agua
- Suciedad y grasa.

Estos elementos eliminan la capa de grasa protectora de la piel, provocan irritaciones o manifestaciones alérgicas y/o permiten a las sustancias tóxicas infiltrarse en los tejidos produciendo erupciones.

Existen dos tipos de guantes:

- De un solo uso, que han sido concebidos para un único empleo y que deben ser desechados después de su utilización.
- Reutilizables, que pueden servir para varios usos.

Los guantes de un sólo uso son extremadamente finos (menos de 0,2 mm de espesor) y por lo tanto tienen poca resistencia química y mecánica. Los guantes reutilizables son de mayor espesor y ofrecen una mejor protección en la manipulación de productos químicos.

Los guantes deben ser apropiados para cada tarea. La elección de un guante concreto depende de la tarea a realizar por lo que es necesario analizar el puesto de trabajo y determinar:

- Los riesgos a los que van a estar sometidos los trabajadores
- La sensibilidad táctil necesaria para la ejecución de la tarea
- El tipo y período de exposición (esporádica, continua)
- Estado y superficie de los objetos (deslizantes, etc.)
- Características y morfología de los trabajadores.

Los riesgos, además, pueden tener un origen distinto del químico:

- Riesgo mecánico (corte, choque)
- Riesgo eléctrico (contacto directo, corto circuito)
- Térmico (proyección de líquido caliente, radiación térmica intensa)
- Radiaciones (UV, infrarroja, soldadura, láser, etc.).

Los guantes pueden tener longitud de manga diferente a fin de asegurar la mejor protección posible.

Así mismo, los guantes pueden tener una rugosidad superficial diferente (lisos, o con relieves más o menos pronunciados) con el fin de adaptarse a la manipulación de objetos deslizantes, húmedos o aceitosos.

Un guante adaptado a los riesgos analizados anteriormente deberá a su vez cumplir los requisitos siguientes:

- Estar en buen estado (sin desgarros, pinchazos o desconchados).
- Ser cómodo (debe ajustarse perfectamente a la mano del trabajador y absorber la transpiración, manteniendo al mismo tiempo la estanqueidad).
- Ser resistente al producto utilizado (interponiendo una barrera física entre el producto químico y la piel).

Tabla indicativa de resistencia química

Familia de productos químicos	Latex	Nitrilo	Neopreno	PVC	PVA	Butilo	Fluorados teflón, vitón	Materiales multicapa
Ácidos carboxílicos	X	X	X			X	X	X
Aldehídos						X	X	X
Alcoholes primarios		X	X			X	X	X
Cetonas						X		X
Hidrocarburos alifáticos		X			X		X	X
Hidrocarburos aromáticos					X		X	X
Hidrocarburos clorados					X		X	X
Soluciones acuosas	X	X	X	X		X	X	X

2 Buenas prácticas, uso y mantenimiento de los guantes

La protección proporcionada por los guantes será óptima si éstos son utilizados y mantenidos de forma adecuada.

Antes y después de cada utilización, los guantes deben ser revisados para comprobar si existen signos de un envejecimiento prematuro o una degradación: cambio de color, fisuras, desconchados, puntos negros, o si son estancos. Hay que desecharlos inmediatamente si no están en buenas condiciones.

Los guantes se deben poner sobre las manos limpias y secas. Se debe evitar el contacto de los guantes sucios con otras partes del cuerpo. Al mismo tiempo se deben cumplir una serie de condiciones como no comer, beber o fumar con los guantes puestos y no limpiarse los guantes con la ropa de trabajo.

Los guantes reutilizables se deben lavar siguiendo las instrucciones del fabricante después de su utilización y siempre antes de su retirada, con el fin de limitar su contaminación y evitar su deterioro prematuro. Los guantes deben ser retirados sin tocar su superficie exterior.

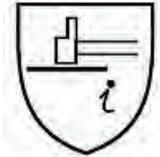
Una vez retirados los guantes, las manos deben lavarse con agua y jabón, aplicando posteriormente una crema hidratante que evitará la aparición de grietas e irritaciones.

Los guantes son de uso individual e intransferible; compartir guantes puede favorecer la transmisión de infecciones.

3 Normativa y clasificación

Los guantes de protección deben seguir la norma de referencia EN 420 Requisitos generales para los guantes de protección; esto implica que todos los guantes han de cumplirla, pero que por sí sola no puede aplicarse para certificar guantes de protección, por lo que se utilizará con las normas específicas para cada tipo de protección.

A continuación relacionamos las normas específicas con el pictograma aplicable en cada caso:

<p>EN 388 Guantes de protección contra riesgos mecánicos</p> <p>Existe una codificación que evalúa las diferentes propiedades con diferentes niveles de prestaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la perforación - Resistencia al rasgado - Resistencia al corte por cuchilla - Resistencia a la abrasión. 	 <p>Riesgos mecánicos</p>
<p>EN 407 Guantes de protección para riesgos térmicos</p> <p>Existe una codificación que evalúa las diferentes propiedades con diferentes niveles de prestaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grandes masas de metal fundido - Pequeñas salpicaduras de metal fundido - Calor radiante - Calor convectivo - Calor de contacto - Inflamabilidad. 	 <p>Riesgo térmico</p>
<p>EN 374 Guantes de protección contra productos químicos y microorganismos</p> <p>Parte 1. Terminología y requisitos de prestaciones Parte 2. Determinación de la resistencia a la penetración Parte 3. Determinación de la resistencia a la permeabilidad de los productos químicos</p> <p>Cabe destacar que entre las condiciones de uso habrá una relación de productos frente a los que el guante ofrece protección, así como las concentraciones de dichos productos y los tiempos de garantía de la protección.</p>	 <p>Riesgos químicos</p>
<p>EN 421 Guantes de protección contra las radiaciones ionizantes y contaminación radiactiva</p>	 <p>Radiaciones ionizantes y contaminación radiactiva</p>
<p>EN 511 Guantes de protección contra el frío</p>	 <p>Riesgo por frío</p>
<p>EN 60903 Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos</p>	 <p>Riesgos eléctricos</p>

4 Bibliografía

- *Des gants contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité.* EDI 12. Christine Boust. Institut National de Recherche et de Sécurité.
- *Pourquoi porter des gants et comment ôter les gants souillés.* INRS 2003
- *Comment bien choisir ses gants de protection?* Haléco 2004.
- *Guía orientativa para la selección y utilización de guantes de protección.* Instituto Nacional de Seguridad e Higiene.



Protección respiratoria

- 1.- Introducción
- 2.-Clasificación de los equipos de protección respiratoria
 - 2.1.- Dependientes del medioambiente o equipos filtrantes
 - 2.2.- Independientes del medioambiente o equipos aislantes
 - 2.3.- Adaptadores faciales
- 3.- Elección del equipo protector
- 4.- Condiciones de utilización de los EPI
- 5.- Mantenimiento de los EPI
- 6.- Normativa aplicable
 - 6.1.- EN 14387 Filtros contra gases y filtros combinados. Requisitos, ensayo y marcado
 - 6.2.- EN 143 Filtros contra partículas. Requisitos, ensayo y marcado
 - 6.3.- EN 149:2001 Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayo y marcado
 - 6.4.- EN 405 Mascarillas autofiltrantes con válvulas para proteger de los gases o de los gases y las partículas. Requisitos, ensayo y

Protección respiratoria

1 Introducción

Los trabajadores de las empresas de tratamiento de superficies pueden estar expuestos a riesgos de naturaleza diversa que pueden afectar a las vías respiratorias. En resumen, se pueden clasificar en tres grupos:

- Riesgos químicos causados por polvos, humos, nieblas, gases y/o vapores y que amenazan las vías respiratorias.
- Riesgos térmicos causados por salpicaduras de metal fundido, llamas, chispas y que amenazan las vías respiratorias.
- Riesgos por falta de oxígeno en el aire respirable y que amenazan las vías respiratorias.

Se considera que una atmósfera presenta un riesgo para la salud cuando se cumplen una o varias de las condiciones siguientes:

- Un contaminante conocido a una concentración igual o superior a su concentración VLA
- Un contaminante conocido a una concentración desconocida, pero potencialmente tóxica
- Un contaminante desconocido
- Una insuficiencia de oxígeno
- Un espacio cerrado
- Una concentración de contaminante igual o superior a su límite de explosividad
- Un incendio.

Los VLA (valores límite ambientales) son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

La necesidad de un equipo de protección respiratoria es vital cuando puede existir una insuficiencia de oxígeno. El efecto de una falta de oxígeno puede ser gradual o repentino. La pérdida de conocimiento puede llegar en pocos minutos. La situación no siempre es previsible, aunque los espacios cerrados tienen un riesgo potencial elevado de este efecto. El desplazamiento de oxígeno por gases o vapores, el consumo de oxígeno en reacciones de combustión y de corrosión, la fermentación y otras formas de oxidación y descomposición de materia orgánica pueden provocar esta caída de oxígeno.

El empleo de equipos de protección respiratoria deberá estar limitado a situaciones excepcionales, ya que no protegen más que al usuario y no a las personas que están próximas a él. La protección que aportan los equipos filtrantes es limitada en el tiempo, lo que puede conducir a situaciones de falsa protección.

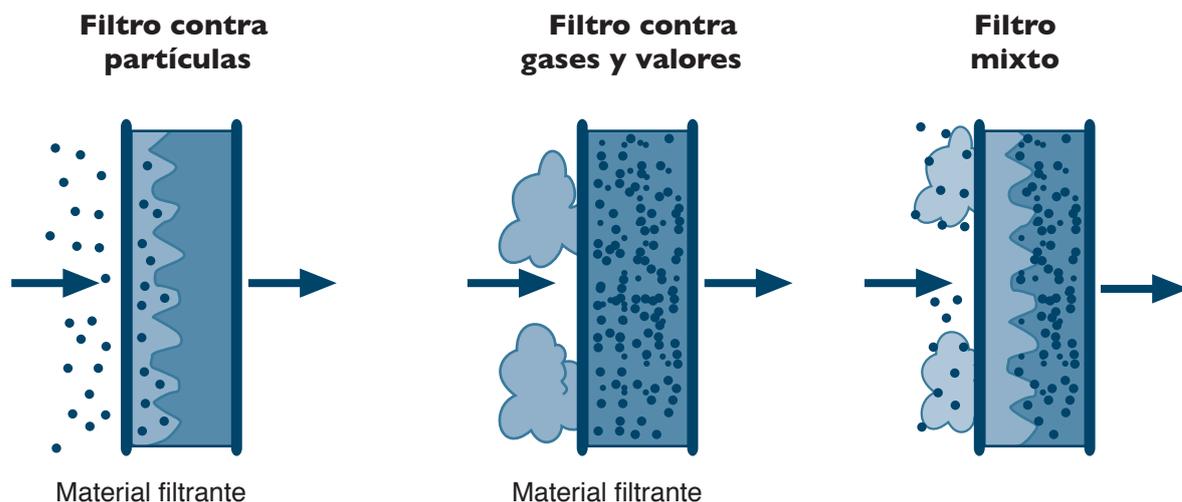
2 Clasificación de los equipos de protección respiratoria

A la hora de considerar la protección de las vías respiratorias, se suelen subdividir los protectores existentes en dos grandes grupos:

2.1 Dependientes del medioambiente o equipos filtrantes

En estos casos, el aire inhalado pasa a través de un filtro donde se eliminan los contaminantes. No pueden ser utilizados en una atmósfera pobre en oxígeno. Este grupo se subdivide a su vez en:

- Equipos filtrantes contra partículas
- Equipos filtrantes contra vapores y gases
- Equipos filtrantes contra partículas, gases y vapores.



2.2 Independientes del medioambiente o equipos aislantes

Se fundamentan en el suministro de un gas respirable no contaminado (aire u oxígeno). El usuario es independiente de la atmósfera ambiente. Este grupo, a su vez, se subdivide en:

- No autónomos
- Autónomos.

A continuación se muestra en forma de tabla los tipos de protectores a utilizar en función de los riesgos a prevenir.

Tipos de protectores		Riesgos a prevenir			
		Partículas	Gases	Vapores	Atmósfera contaminada o con ausencia de oxígeno
Filtro + adaptador facial		X			
Filtro de carbón activado + adaptador facial			X	X	
Equipos filtrantes ventilados (cascos y capuchas)		X			
Mascarilla filtrante contra	partículas	X			
	gases		X		
	vapores			X	
Equipos no autónomos					X
Equipos autónomos					X

2.3 Adaptadores faciales

Los adaptadores faciales son la parte del equipo de protección respiratoria que se encuentra directamente en contacto con la cara del trabajador.

Los sistemas de filtración, conductos o sistemas de suministro de aire se enlazan a ellos.

Los adaptadores faciales se clasifican en tres tipos:

- Máscara: cubre las vías respiratorias y órganos visuales
- Mascarilla: cubre las vías respiratorias
- Boquilla: conexión bucal, cierra la entrada a las vías nasales.

3 Elección del equipo protector

La elección de un protector requerirá, en cualquier caso, de un conocimiento amplio del puesto de trabajo y de su entorno. Por este motivo la elección debe ser realizada por personal capacitado, y en el proceso de elección la participación y colaboración será de capital importancia. En particular es necesario evaluar con la mayor precisión:

- La concentración de oxígeno.
- La naturaleza y la concentración de los contaminantes: gaseosos, aerosoles sólidos o aerosoles líquidos.
- Las características toxicológicas de los contaminantes, los valores límites de las concentraciones admitidas en el puesto de trabajo.
- Las dimensiones de las partículas, si se trata de aerosoles.
- Las condiciones de humedad y temperatura.
- La actividad física del usuario.
- La duración del trabajo a efectuar.
- Las condiciones de acceso a la zona de trabajo.

Se elegirá un equipo aislante cuando:

- La concentración de oxígeno sea inferior al 17% en volumen o exista el riesgo de que descienda a ese valor durante la realización del trabajo (espacios confinados, silos, cisternas...).
- Si la concentración en polvo o gas de toxicidad aguda (amianto, cianuro de hidrógeno, cloro, sulfuro de hidrógeno) es o sobrepasa de 30 a 50 veces las concentraciones de valores límite.
- En todos los casos, si la concentración en polvo sobrepasa en 2.000 veces el valor límite y si la concentración es muy elevada o es desconocida.
- En presencia de monóxido de carbono.
- En caso de incendio.
- En caso de intervención de urgencia sobre una fuga gaseosa.
- Para la evacuación de zonas contaminadas cuando las concentraciones de contaminantes sean elevadas o desconocidas.

No obstante, a la hora de elegir un equipo es necesario considerar también el aspecto ergonómico, es decir escoger el equipo que mejor se adapte a cada usuario en cuanto a:

- Posibilidad de pérdida de capacidad visual y auditiva
- Peso
- Materiales blandos en contacto con la cara
- No irritante
- Dificultar lo menos posible la respiración del usuario
- Inodoro
- Características especiales del usuario: malformaciones o pilosidad excesiva (barba), utilización de gafas incompatible con el equipo, trastornos circulatorios, problemas cinemáticos (movilidad reducida), problemas neurológicos, toma de determinados medicamentos que puedan aumentar el efecto del agente nocivo, problemas psicológicos (claustrofobia, etc.), capacidad respiratoria reducida.

4 Condiciones de utilización de los EPI

Ciertas situaciones presentan problemas a la utilización de equipos de protección respiratoria y ciertas condiciones pueden perjudicar el buen funcionamiento del equipo.

- Para utilizar un equipo de protección facial es necesario asegurar un buen ajuste del mismo: una barba mal afeitada o zonas con rugosidad superficial (granos, cicatrices) puede dificultar la adaptación del protector facial o su estanqueidad.
- Las patillas de las gafas, aunque sean muy finas, también pueden perjudicar la estanqueidad de la máscara. Ciertos modelos de máscaras pueden incluir lentes correctoras si es necesario.
- No es recomendable el uso de lentillas.
- Los equipos de protección respiratoria empleados en condiciones de temperatura extremas pueden sufrir graves modificaciones que pueden alterar su eficacia. Se recomienda seguir estrictamente los métodos de mantenimiento y de reparación indicados.

- En ciertas condiciones de trabajo, la comunicación verbal es necesaria, pero las dificultades de comprensión pueden provocar movimientos faciales exagerados que pueden producir un desplazamiento de la máscara y una disminución de la estanqueidad.

La infiltración de contaminante en la máscara debido a un ajuste inadecuado, una falta de mantenimiento, un mal almacenamiento o una mala utilización por incomodidad o por dificultades de comunicación, son elementos que tienen un efecto negativo sobre el sistema de protección respiratoria.

5 Mantenimiento de los EPI

Para preparar una protección eficaz contra los riesgos, los equipos de protección de las vías respiratorias deben mantenerse útiles, duraderos y resistentes frente a numerosas acciones e influencias de modo que su función protectora quede garantizada durante toda su vida útil. Los principales factores de influencia se recogen en el esquema siguiente:

- Utilización (desgaste, deterioro por acciones internas, higiene personal insuficiente, sudor, etc.).
- Humedad, inclemencias del tiempo (envejecimiento).
- Acción térmica (calor, frío).
- Almacenamiento, mantenimiento y limpieza inadecuados.
- Productos químicos (aceites disolventes, ácidos).
- Deficiente información del usuario, inobservancia del tiempo de uso, cuidado insuficiente, modo de utilización del equipo.
- Elección errónea, no es apropiado para el usuario.

Así pues, los equipos deben ser mantenidos regularmente, limpiados después de cada utilización y almacenados en un lugar limpio. Deben estar desinfectados regularmente y sistemáticamente a cada cambio de usuario.

6 Normativa aplicable

Entre las normas aplicables a equipos de protección respiratoria, se encuentran las siguientes referencias:

- UNE-CR 529:1998 Recomendaciones para la selección y uso de equipos de protección respiratoria.
- UNE-EN 12083 Equipos de protección respiratoria. Filtros con tubos de respiración (no incorporados a una máscara). Filtros contra partículas, gases y mixtos. Requisitos, ensayos, marcado.
- UNE-EN 12941:1999 Equipos de protección respiratoria. Equipos filtrantes de ventilación asistida incorporados a un casco o capuz. Requisitos, ensayos, marcado.
- UNE-EN 132:1999. Equipos de protección respiratoria. Definiciones de términos y pictogramas.
- UNE-EN 133:2002. Equipos de protección respiratoria. Clasificación.
- UNE-EN 134:1998 Equipos de protección respiratoria. Nomenclatura de los componentes.
- UNE-EN 135:1999. Equipos de protección respiratoria. Lista de términos equivalentes.
- UNE-EN 136:1998. Equipos de protección respiratoria. Máscaras completas. Requisitos, ensayos, marcado.
- UNE-EN 137:1993. Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria autónomos de circuito abierto de aire comprimido. Requisitos, ensayos, marcado.
- UNE-EN 13794:2003. Equipos de protección respiratoria. Equipos de respiración autónomos de circuito cerrado para evacuación. Requisitos, ensayos, marcado.
- UNE-EN 140:1999. Equipos de protección respiratoria. Medias máscaras y cuartos de máscara. Requisitos, ensayos, marcado.
- UNE-EN 143:2001. Equipos de protección respiratoria. Filtros contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado.
- UNE-EN 14387:2004. Equipos de protección respiratoria. Filtros contra gases y filtros combinados. Requisitos, ensayos, marcado.
- UNE-EN 403:2004. Equipos de protección respiratoria para evacuación. Equipos filtrantes con capucha para evacuación de incendios. Requisitos, ensayos, marcado.

- UNE-EN 404:2005 Equipos de protección respiratoria para evacuación. Equipo filtrante para evacuación con filtro de monóxido de carbono y boquilla.
- UNE-EN 405:2002. Equipos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes con válvulas para la protección contra gases o contra gases y partículas. Requisitos, ensayos.

6.1 EN 14387 Filtros contra gases y filtros combinados. Requisitos, ensayo, marcado

De acuerdo con su aplicación y capacidad de protección los filtros contra gases y los filtros combinados se clasifican en tipos y clases:

Tipos

A	Uso frente a ciertos gases y vapores orgánicos, de punto de ebullición superior a 65° C.
B	Uso frente a gases y vapores inorgánicos.
E	Uso frente a dióxido de azufre y otros gases y vapores ácidos.
K	Uso frente a amoníaco y derivados orgánicos del amoníaco.
AX	Uso frente a ciertos gases y vapores orgánicos, de punto de ebullición inferior o igual a 65° C.
SX	Uso frente a gases y vapores específicos.

FILTROS MÚLTIPLES PARA GASES: son combinación de dos o más de los filtros anteriores, excluyendo los filtros de tipo SX, y cumplen los requisitos de cada uno por separado.

FILTROS COMBINADOS: filtros para gases o filtros múltiples que incorporan un filtro de partículas.

FILTROS ESPECIALES: incorporan siempre un filtro de protección contra partículas P3.

NO-P3: protección contra óxidos de nitrógeno

Hg-P3: protección contra el mercurio.

Clases

Los filtros contra gases de los tipos A, B, E y K, se clasifican de acuerdo a su capacidad en:

- CLASE 1. Filtro de baja capacidad
- CLASE 2. Filtro de capacidad media
- CLASE 3. Filtro de elevada capacidad

Todos los filtros deben llevar, entre otras indicaciones, el siguiente marcado:

- Tipo de filtro, clase, código y color.
- Una indicación que muestre si el filtro forma parte de un equipo con varios filtros.
- Referencia a la norma UNE EN 14387:2004.
- Año y mes de caducidad.
- Identificación del fabricante, suministrador o importador.
- Identificación del modelo del fabricante.
- Para los filtros AX, la frase "Filtro no reutilizable" o "Filtro de uso único".
- Para los filtros SX, el nombre de los productos químicos y las concentraciones máximas frente a las cuales el filtro ofrece protección.
- Todos los filtros NO-P3 deben llevar la indicación "Filtro no reutilizable" o "Filtro de uso único".
- Todos los filtros Hg-P3 deben llevar la indicación "Duración máxima de uso: 50 h".
- Los filtros combinados que cumplen los requisitos opcionales de obstrucción deben llevar la indicación "D".

6.2 EN 143 Filtros contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado

Los filtros contra partículas se clasifican en:

- TIPO P. Protección contra partículas
- CLASES. Por orden ascendente de eficacia filtrante:
 - P1
 - P2
 - P3

6.3 EN 149:2001 Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado

En función del rendimiento y del factor de protección se clasifican en:

CATEGORÍA	FACTOR DE PROTECCIÓN
FFP1	4
FFP2	12
FFP3	50

6.4 EN 405 Mascarillas autofiltrantes con válvulas para proteger de los gases o de los gases y las partículas. Requisitos, ensayo, marcado

De acuerdo con su aplicación y capacidad se clasifican en tipos y clases:

TIPO	PROTECCIÓN
FFA	Vapores orgánicos con punto de ebullición > 65° C
FFB	Gases inorgánicos, excepto monóxido de carbono
FFE	Dióxido de azufre y otros gases ácidos
FFK	Amoníaco y sus derivados orgánicos
FFAX	Compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición
FFSX	Vapores y gases específicos.

CLASE 1. Capacidad baja
CLASE 2. Capacidad media

Existen además mascarillas autofiltrantes mixtas con válvula con filtros contra partículas.

6.5 Tabla resumen de la normativa

A continuación se muestra en forma de tabla un resumen de la normativa:

EQUIPOS	MARCADO	FACTORES DE PROTECCIÓN NOMINAL (I)
FILTROS DE PARTÍCULAS		
Semicaretas filtrantes	FFP1	4
	FFP2	12
	FFP3	50
Filtros con cuarto de máscara o semicareta	P1	4
	P2	12
	P3	50
Filtros con máscara completa	P1	5
	P2	20
	P3	1.000
FILTROS DE GAS		
Filtros con cuarto de máscara o semicareta		20
Filtros con máscara completa		2.000

(I) Factores de protección nominal según norma CE.

Como ayuda para la selección de equipos de protección respiratoria, el término “factor de protección nominal” ha sido introducido en estas normas generales para cada tipo de equipo. Cuanto mayor sea el factor de protección, mayor será la protección respiratoria conseguida.

Para elegir el equipo de protección respiratoria adecuado para una utilización concreta, necesitamos conocer los siguientes parámetros:

- Factor de protección nominal, que viene indicado en el equipo (FPN).
- Concentración de la sustancia en el aire ambiental.
- Valor límite ambiental para la exposición diaria a la sustancia (VLA-ED).

Se deberá cumplir la siguiente relación:

$$\text{Concentración ambiental} < \text{FPN} \times \text{VLA-ED}$$

7 Clasificación de los filtros

Tipo de filtro	Clase de filtro	Protección contra:	Concentración máx. Sustancia tóxica
		GASES Y VAPORES Capacidad:	
FILTRO DE GAS	1	PEQUEÑA	0,1% vol (1.000 ppm)
	2	MEDIANA	0,5% vol (5.000 ppm)
	3	GRANDE	1,0% vol (10.000 ppm)
		PARTÍCULAS Eficiencia	
FILTRO DE PARTICULAS	1	PEQUEÑA (partículas sólidas de sustancias inertes)	4 veces el VLA-ED
	2	MEDIA (partículas sólidas y líquidas de sustancias de toxicidad baja)	12 veces el VLA-ED
	3	GRANDE (partículas sólidas y líquidas de sustancias tóxicas y altamente tóxicas)	En conjunción con semicaretas 50 veces el VLA-ED En conjunción con máscaras completas 1.000 veces el VLA-ED
FILTRO COMBINADO		Gases, vapores y partículas. Filtros combinados adecuados para gases y partículas.	Niveles combinados apropiados

Código de color	Tipo de filtro	Campo de aplicación principal
MARRÓN	AX	Gases y vapores de compuestos orgánicos con punto de ebullición $\leq 65^{\circ}\text{C}$
MARRÓN	A	Gases y vapores de compuestos orgánicos con punto de ebullición $> 65^{\circ}\text{C}$
GRIS	B	Gases y vapores inorgánicos, p. ej., cloro, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno
AMARILLO	E	Dióxido de azufre, cloruro de hidrógeno
VERDE	K	Amoníaco
VIOLETA	SX	Gases y vapores específicos
ROJO-BLANCO	Hg-P3	Vapor de mercurio
AZUL-BLANCO	NO-P3	Gases nitrosos incluyendo el monóxido de nitrógeno
BLANCO	P	Partículas

Filtros recomendados en función del tipo de contaminante

A continuación se adjunta una lista orientativa, indicando los tipos de filtro para los contaminantes comunes en los procesos tratados.

Nota: en la columna “Tipo de filtro” a modo de ejemplo se indican combinaciones existentes, aunque en el mercado se pueden encontrar otras referencias válidas.

CONTAMINANTE	VLA-ED		VLA-EC		TIPO FILTRO	CÓDIGO COLOR		
	(ppm)	(mg/m ³)	(ppm)	(mg/m ³)				
Ácido sulfúrico	-	1	-	3	P	P	-	-
Fluoruro de hidrógeno	1,8	1,5	3	2,5	B-P3			-
Polvo conteniendo óxidos de hierro III	-	5	-	-	P		-	-
Polvo conteniendo sales solubles de hierro	-	1	-	-	P		-	-
Polvo conteniendo cobre	-	1	-	-	P			-
Tricloroetileno * (C2)	50	273	-	-	A-P3			-
Cianuro de hidrógeno	-	-	4,7	5,3	B-P3			-
Cianuro de potasio	-	-	5	-	B-P3			-
Cianuro de sodio	-	-	5	-	B-P3			-
Hidróxido potásico	-	-	-	2	P		-	-
Hidróxido sódico	-	-	-	2	P		-	-
Ácido bórico (fracción inhalable polvo total)	-	10	-	-	P		-	-
Ácido nítrico	2	5,2	4	10	B NOX P			-
Aluminio metal (polvo)	-	10	-	-	P		-	-
Anhíd. crómico (comp. solubles Cr VI) * (C2)	-	0,05	-	-	P3		-	-
Cloruro de hidrógeno	5	7,6	10	15	EP			-
Cloruro sódico (fracción inhalable polvo total)	-	10	-	-	P		-	-
Cromato sódico *(C2)	-	0,05	-	-	P3		-	-
Dióxido de nitrógeno	3	5,7	5	9,6	NOX P3			-
Monóxido nitrógeno	25	31	-	-	NOX P3			-
Sulfato de cobre	-	1	-	-	P		-	-
Sulfato de níquel	-	0,1	-	-	P3		-	-
Sulfato de cinc	-	10	-	-	P		-	-
Tetracloroetileno	25	173	100	689	A P3		-	-

(C2): Clasificado como cancerígeno de categoría 2 según el R.D. 363/95 de clasificación, etiquetado de sustancias peligrosas. Sustancias que pueden considerarse como carcinogénicas para el hombre. Les es de aplicación el R.D. 665/1997.

8 Bibliografía

- *Guía orientativa para la selección y utilización de protectores respiratorios* (http://www.mtas.es/insht/practice/gp_res.htm).
- *Les appareils de protection respiratoire. Fiche pratique de sécurité ED 98*. INRS. Nov 2003.
- *Guide de protection respiratoire*. CSST. Gouvernement du Québec. 2001.

Preven-metal es un proyecto de investigación que Unión de Mutuas ha realizado conjuntamente con el Instituto Tecnológico Metalmecánico, AIMME. La resultante es este manual de buenas prácticas cuyo objetivo es la difusión del conocimiento de los procesos de tratamiento de superficies metálicas y sus riesgos más significativos y las consiguientes soluciones preventivas.

Esta herramienta, en su doble vertiente teórico-práctica, está orientada a todas aquellas empresas que desarrollen, dentro de su actividad productiva, procesos de tratamiento de superficies, bien como actividad principal o auxiliar. Su finalidad última es la obtención de un ambiente de trabajo más seguro y en consecuencia una reducción de la siniestralidad laboral.



BUENAS PRÁCTICAS EN EL TRATAMIENTO
DE SUPERFICIES METÁLICAS