

# ERGOMAD. Manual de Ergonomía para Máquinas del Sector de Transformados de Madera

**ERGOMAD.  
Manual de Ergonomía  
para Máquinas  
del Sector de  
Transformados  
de Madera**



© Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)

Diseño, ilustración y maquetación: IBV

Impresión: La Gráfica ISG

I.S.B.N.: 978-84-95448-15-6

Depósito legal: V-4678-2009

Publicación de carácter científico y de divulgación

# **ERGOMAD. Manual de Ergonomía para Máquinas del Sector de Transformados de Madera**

## **Autores**

Purificación Castelló Mercé\*

Alicia Piedrabuena Cuesta\*

Alberto Ferreras Remesal\*

Carlos García Molina\*

Javier Murcia Saiz\*\*

José Miguel Corrales Gálvez\*\*

Consuelo Casañ Arándiga\*\*\*

Jorge Rodrigo Sánchez\*\*\*

\*Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)

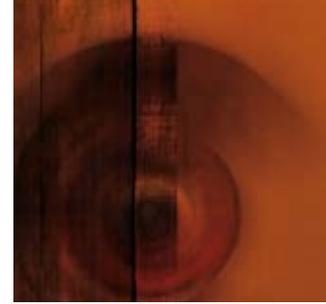
\*\*Unión de Mutuas

\*\*\*Unimat Prevención

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las empresas que colaboraron en el estudio de campo: Muebles Picó, Muebles Canella, Muebles Feiba, Los Leones de la Madera, Tableros Ortega y Divina Aurora.

# Prólogo



Este manual persigue mejorar las condiciones de seguridad, salud, confort y eficiencia en las que se utilizan las máquinas y herramientas en el sector de la madera optimizando los intereses de los trabajadores, de las empresas para las que trabajan e incluso de los fabricantes de las máquinas y herramientas que utilizan a través de la aplicación de conocimientos procedentes de la Ergonomía.

Este manual es el resultado de aplicar conocimientos interdisciplinarios para mejorar la calidad de vida de las personas, colaborando con la totalidad de los agentes sociales y económicos involucrados: las empresas, los trabajadores, las entidades que, como Unión de Mutuas, velan por la salud laboral de los trabajadores y la competitividad de las empresas, las asociaciones empresariales y los organismos de las administraciones públicas.

Hemos de felicitar a todos los que lo han hecho posible: a sus autores, porque de nuevo han culminado con éxito su esfuerzo, y al resto de participantes y colaboradores, porque sin su intervención habría perdido una gran parte de su valor.

Este manual es un ejemplo de la manera en la que el IBV trata de encontrar soluciones para mejorar la calidad de vida de las personas y procurar el éxito a las empresas que basan su competitividad en la capacidad de mejorar la calidad de vida de sus trabajadores y clientes.

Y es, además, una muestra de la efectividad metodológica con la que el IBV crea instrumentos que facilitan la difusión y aplicación real de conocimientos social y económicamente útiles.

**Pedro Vera**

Director del Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)



## Prólogo

Según ponen de relieve los datos de estos últimos años, el número de lesiones musculoesqueléticas en el medio laboral ha ido alcanzando una importancia considerable. Este tipo de trastornos suelen estar asociados a unas condiciones ergonómicas inadecuadas en el puesto de trabajo.

En nuestro país, los sobreesfuerzos representan el 31% del total de accidentes laborales con baja. Además, el 28% de las jornadas de trabajo perdidas se debe a este tipo de contingencia asociada a problemas ergonómicos en el entorno laboral. De hecho, es la causa de accidente con baja más frecuente y la causa de coste social y económico más importante.

En el sector de la madera los accidentes asociados a estas condiciones ergonómicas inadecuadas son también los más numerosos, y se relacionan en gran parte con el uso de máquinas, herramientas y equipos de trabajo.

La preocupación por la mejora de la seguridad y salud laboral de nuestros trabajadores protegidos ha sido, históricamente, uno de los principales campos de actuación de Unión de Mutuas. La colaboración entre nuestra entidad y el Instituto de Biomecánica de Valencia para la mejora de las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo ha dado como fruto numerosas publicaciones técnicas preventivas dirigidas a ambos sectores de actividad.

La edición de esta nueva guía se enmarca en esta trayectoria de investigación conjunta aplicada a la mejora de la seguridad y salud de los puestos de trabajo en los principales sectores productivos de la Comunidad Valenciana.

Perseguimos la adecuación ergonómica de máquinas y herramientas de trabajo en el sector de la madera, para mejorar la calidad de vida de los trabajadores, ayudar a la mejora de la competitividad y productividad de las empresas y facilitar el trabajo a los técnicos de prevención de riesgos. Estos son los objetivos fundamentales de este trabajo.

**Juan Enrique Blasco**

Director Gerente de UNIÓN DE MUTUAS



## Índice

<b>Objetivos del manual</b> .....	<b>11</b>
Introducción .....	11
Estadísticas Laborales .....	12
Sobreesfuerzos en el sector .....	14
Justificación .....	16
<b>Guía de verificación ergonómica</b> .....	<b>19</b>
Presentación de la Guía .....	19
Guía .....	20
Cómo aplicar la guía de verificación .....	33
<b>Aplicación de la Guía a máquinas del Sector</b> .....	<b>77</b>
Resultados generales de la aplicación de la Guía de Verificación a máquinas del sector .....	77
Resultados de las preguntas clave .....	90
Principales problemas ergonómicos detectados en el estudio de campo ..	92
<b>Fichas de las máquinas</b>	
Cepilladora	
Chapadora de cantos	
Copiadora de talla	
Encoladora de rodillos	
Escuadradora	
Espigadora	
Guillotina de chapa	
Ingletadora	
Ingletadora doble	
Lijadora de plato/disco	
Lijadora de banda	

Mechonadora de cajones

Moldurera

Grapadoras/clavadoras

Prensa de montaje

Prensa de platos calientes

Regruesadora

Sierra de cinta

Taladro oscilante

Tronzadora

Tupi

### **Bibliografía**

# Objetivos del manual



La **Ergonomía del trabajo** tiene como objetivo analizar las tareas, equipos y modos de producción con la finalidad de evitar los accidentes y patologías laborales, disminuir la fatiga física y mental, y aumentar el nivel de satisfacción del trabajador. Y todo ello, con el consiguiente beneficio social y humano, así como económico asociados a un incremento de la productividad y a la disminución de los costes provocados por los errores, accidentes y bajas laborales.

Es por ello que los sistemas de trabajo diseñados de manera ergonómica favorecen la seguridad y la eficacia, mejoran las condiciones de trabajo y de vida, y compensan los efectos adversos sobre la salud y el rendimiento del ser humano.

## INTRODUCCIÓN

Este **Manual** ha sido concebido con el objeto de ayudar y orientar a todos los agentes implicados en el sector de transformados de madera. El presente texto pretende poner a disposición de empresarios, fabricantes de equipos, técnicos y resto de personal implicado en la prevención de riesgos laborales, del sector de transformados de madera, un instrumento para la verificación ergonómica de máquinas y herramientas.

Este **Manual** está dirigido a la protección ergonómica de los usuarios de máquinas y herramientas en este sector, permitiendo evaluar y detectar factores de riesgo ergonómico para los trabajadores.

La **Guía de verificación ergonómica de máquinas**, que constituye el núcleo fundamental de este Manual, pretende ser una herramienta para la verificación de los requisitos en puestos de trabajo asociados a máquinas en el sector de transformados de madera.

Los objetivos que se pretende alcanzar con esta publicación son:

- Reducir los problemas ergonómicos asociados a la utilización de máquinas y herramientas en el sector.
- Proporcionar asistencia técnica en el ámbito de la prevención de riesgos de tipo ergonómico asociados al uso de máquinas a todos los agentes implicados en el sector.
- Facilitar criterios objetivos para la selección y compra de máquinas.
- Integración por parte de fabricantes de maquinaria y herramientas de los principios ergonómicos en el diseño y desarrollo de sus equipos.
- Y promocionar entre las diferentes entidades involucradas la prevención de riesgos laborales de tipo ergonómico.

El presente manual es el resultado de un proyecto de investigación llevado a cabo por **Unión de Mutuas** en colaboración con el **Instituto de Biomecánica de Valencia**, con el cual existe una estrecha vinculación desde hace muchos años. Fruto de anteriores colaboraciones han surgido otras herramientas y procedimientos dentro del ámbito de la Ergonomía, como es el caso del Método de referencia a nivel nacional Ergo/IBV® para la Evaluación de los Riesgos Ergonómicos asociados a la Carga física en el Trabajo, y el método ErgoMater, orientado a la definición de un procedimiento para la evaluación de riesgos asociados a la carga física en mujeres en periodo de gestación y a la descripción de medidas encaminadas a la adaptación del puesto de trabajo.

Este manual se compone de una **Guía de verificación ergonómica**, de una presentación de los **Resultados de la aplicación de la Guía en un estudio de campo** en empresas del sector, y de un conjunto de **Fichas** organizadas por tipo de máquina donde se recogen los principales problemas ergonómicos detectados en el estudio de campo y una serie de propuestas de mejora ergonómica. La guía de verificación se completa, además, con una manual para la aplicación del cuestionario.

La **Guía de verificación ergonómica** está basada, fundamentalmente, en la norma **UNE EN 614** sobre “*Seguridad de las máquinas: Principios de diseño ergonómico*”, esta norma establece una serie de principios ergonómicos que hay que seguir durante el proceso de diseño y proyecto de equipo de trabajo, especialmente de las máquinas.

## ESTADÍSTICAS LABORALES

Según datos de las **Condiciones de Trabajo y Relaciones Laborales** presentadas en el **Anuario de Estadísticas Laborales y de Asuntos Sociales 2007** del MTAS, en la rama de actividad **Fabricación de muebles y otras manufacturas** hubo en ese año 15.745 accidentes en jornada de trabajo con baja, lo que supuso un 1,5% menos que el año anterior. Según datos también facilitados por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (**Estadísticas de accidentes de Trabajo de 2007, A.15.2 Accidentes laborales con bajas según forma o contacto que ocasionó la lesión, por sector y rama de actividad**), los **accidentes con baja asociados a sobreesfuerzos físicos sobre el sistema músculo-esquelético** en esta rama de actividad fueron 6.012, frente a los 5.941 accidentes del año anterior. **Esto significa que el 38,2 % de los accidentes con baja en la Fabricación de Muebles fueron debidos a sobreesfuerzos físicos, lo que supone un incremento del 1,1% con respecto al año anterior, en el porcentaje de accidentes debidos a sobreesfuerzos fue del 37,1%.**

En España, los accidentes laborales con baja codificados como sobreesfuerzo representaron en el año 2007 el 36,6% del total de accidentes, porcentaje que supone un incremento con respecto a años anteriores. Luego el porcentaje que representan los accidentes por sobreesfuerzo en la rama de la Fabricación de Muebles es sensiblemente superior al porcentaje que este tipo de accidentes supone en el cómputo global. Por grupos de ocupación entre los operadores de maquinaria e instalaciones se dieron 46.994 accidentes con baja debidos a sobreesfuerzo físico sobre el sistema musculoesquelético.

Existen diferentes datos que indican la importancia creciente que están adquiriendo en los últimos años los problemas asociados a unas condiciones ergonómicas inadecuadas del trabajo. Pero desafortunadamente no se dispone de datos específicos relativos a problemas en el ámbito de la Ergonomía, codificados generalmente como sobreesfuerzos físicos, en el sector relacionados con el uso de máquinas.

Según datos publicados por el INSHT en la **VI Encuesta de Condiciones de Trabajo**, el 30,7% de los trabajadores manifiesta alguna queja por de su puesto de trabajo. Entre los **aspectos inadecuados de diseño** más señalados destacan: “disponer de muy poco

Datos en %	Agricultura, ganadería, caza y pesca	Ind. Manufacturera y extractiva	Ind. Química	Metal	Otras Industrias	Construcción	Comercio, Hostelería	Transporte y Comunicaciones	Interm. financiera, Act. inmobiliarias, Serv. empresariales	Administración pública y Educación	Act. sanitarias y veterinarias; Servicios sociales	Otras actividades sociales y personales	Total
Poco espacio de trabajo	13,2	13,7	15,2	13,6	22,2	23,4	15,4	18,1	8,9	9,0	14,4	11,7	14,7
Alcances alejados del cuerpo	13,8	12,2	13,9	15,7	15,4	28,8	10,1	6,0	5,0	3,6	6,3	10,0	11,5
Acceso difícil para las manos	15,0	9,1	7,2	12,2	21,9	23,0	6,7	5,7	3,2	2,8	5,5	9,3	9,4
Silla muy incómoda	3,3	6,7	0,7	4,5	4,7	4,8	4,8	11,5	8,0	11,2	6,1	4,0	6,3
Iluminación inadecuada	6,1	7,8	13,8	6,3	8,2	11,8	5,4	5,7	6,0	6,1	5,0	4,7	6,8
Superficies inestables o irregulares	28,4	5,3	4,0	9,3	10,6	26,2	3,6	7,6	3,2	5,1	2,2	7,3	8,9

Base: Total trabajadores.

Categorías de respuesta: "Siempre o casi siempre" y "a menudo".

Las casillas sombreadas indican diferencias estadísticamente significativas.

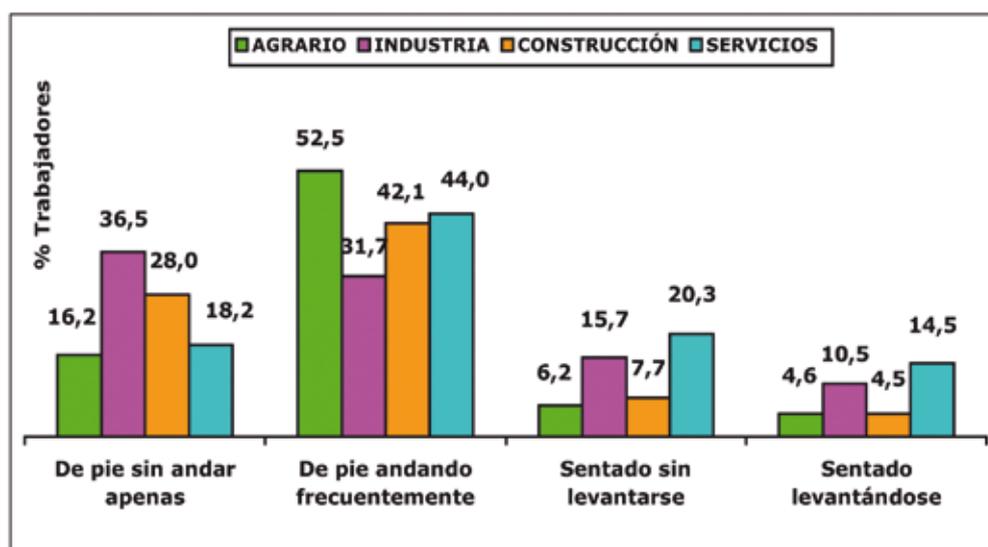
Figura 1.- Aspectos inadecuados del diseño del puesto de trabajo por rama de actividad (Fuente:INSHT).

espacio para trabajar con comodidad" (14,7%), y "tener que alcanzar herramientas, elementos u otros objetos de trabajo situados muy altos o muy bajos, o que obliguen a estirar mucho el brazo" (11,5%) (Figura 1).

En lo que respecta a la **carga física en el trabajo** la encuesta incluye los siguientes tres aspectos como indicadores de la misma: la posición habitual de trabajo, las demandas físicas de trabajo y la percepción de molestias músculo-esqueléticas derivadas del trabajo realizado.

Las **posiciones más habituales** de trabajo varían según el sector de actividad considerado, en Industria la posición más frecuentemente señalada es de pie sin andar apenas (36,5%), y le sigue a poca distancia la posición de pie andando frecuentemente (31,7%). (Figura 2).

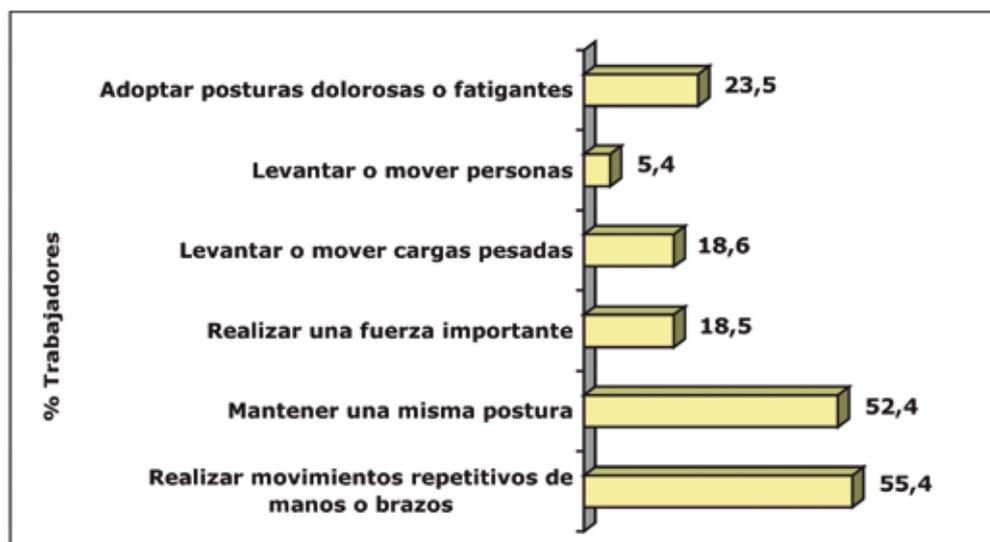
En la VI Encuesta se recogieron los siguientes tipos de **demandas asociadas a la carga física**: adoptar posturas dolorosas o fatigantes, levantar o desplazar cargas pesadas o personas, realizar una fuerza importante, mantener una misma postura y realizar movimientos repetitivos de manos o brazos. Se preguntó, además, por el tiempo de exposición a cada una de estas demandas: *siempre o casi siempre, a menudo, a veces, raramente y casi nunca o nunca*. Los resultados mostrados hacen referencia a demandas a las que el trabajador dice estar expuesto *siempre/casi siempre o a menudo*.



Base: Total de trabajadores.

Categorías de respuesta: Posición de trabajo adoptada en primer lugar.

Figura 2.- Posiciones de trabajo más habituales según sector de actividad (Fuente:INSHT).



Base: Total de trabajadores.  
Categorías de respuesta: "Siempre o casi siempre" o "a menudo".

Figura 3.- Demandas físicas de trabajo (Fuente:INSHT).

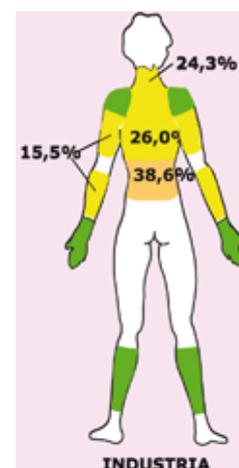


Figura 4.- Molestias músculo-esqueléticas más frecuentes en Industria (Fuente:INSHT).

Las demandas físicas más señaladas por los trabajadores, y que predominan en todas las actividades, son "realizar movimientos repetitivos de manos o brazos" (55,4%) y "mantener una misma postura" (52,4%) (Figura 3). Aquí cabe señalar que la demanda "movimientos repetitivos de manos o brazos" destaca en Industria con un 64%.

Las molestias musculoesqueléticas más frecuentes en Industria se localizan en la espalda, con un 38,6% en la zona baja y un 26% en la zona alta (Figura 4).

## SOBRESFUERZOS EN EL SECTOR

En la **Guía práctica para la implantación de un sistema de gestión de riesgos laborales. Sector Madera** (Unión de Mutuas, 1996) se describen los **riesgos más importantes y/o frecuentes** asociados a cada uno de los diferentes procesos industriales del sector, así como los principales **agentes generadores de riesgo**. La publicación recoge una relación de los riesgos detectados en los diferentes procesos, en las industrias de primera y segunda transformación así como en la Fabricación de muebles; la tabla 1 recoge los riesgos relacionados con la Ergonomía.

Como se puede observar en la siguiente tabla, los riesgos relacionados con la Ergonomía se encuentran referidos a los procesos, y no a las tareas. Esto es debido a que no se disponía, en el momento de la publicación, de datos procedentes de estudios más concretos.

En esta misma publicación, y dentro del apartado correspondiente a los principales **agentes generadores de riesgo**, se destacan los **accidentes en maquinaria**. Sin embargo, los riesgos que se presentan por la interacción hombre-máquina son en su mayoría de seguridad (contactos con la máquina o atrapamientos, cortes con objetos móviles y/o herramientas, proyección de partes de la máquina, proyección de materiales, ruido, vibraciones, etc.).

Tabla 1.- Riesgos relacionados con la Ergonomía en el sector de la madera.

Sector de Actividad	Proceso	Posturas inadecuadas	Sobreesfuerzos	Movimientos Repetitivos
<b>Industria de primera transformación</b>				
<b>Aserrado</b>	Recepción de troncos	●	●	●
	Aserrado primario	●	●	
	Aserrado	●	●	●
	Almacenado/transporte	●	●	
	Mantenimiento	●	●	
<b>Fabricación de chapas</b>	Recepción y troceado de troncos	●	●	●
	Desenrollado	●	●	
	Almacenado/transporte	●	●	
	Mantenimiento	●	●	
<b>Fabricación de tableros de aglomerado y dm</b>	Recepción y triturado de troncos	●	●	
	Prensado	●	●	
	Almacenado/transporte	●	●	
	Mantenimiento	●	●	
<b>Fabricación de tableros contra-chapados</b>	Recepción de chapas		●	
	Corte y juntado	●		●
	Encolado y prensado	●	●	
	Almacenado/transporte	●	●	
	Mantenimiento	●	●	●
<b>Chapado de tableros</b>	Recepción de tableros y chapas		●	
	Chapado	●	●	
	Almacenado/transporte	●	●	
	Mantenimiento	●	●	
<b>Industria de segunda transformación</b>				
<b>Fabricación de envases de madera</b>	Recepción/almacenaje		●	
	Corte	●	●	●
	Marcado	●	●	●
	Ensamblaje manual	●	●	●
	Ensamblaje automático	●	●	●
	Almacenado/transporte	●	●	
	Mantenimiento	●	●	
<b>Fabricación de palets</b>	Recepción/almacenaje		●	
	Corte	●	●	●
	Montaje manual	●	●	●
	Montaje automático	●	●	●
	Almacenado/transporte	●	●	
	Mantenimiento	●	●	

Tabla 1.- Riesgos relacionados con la Ergonomía en el sector de la madera (Cont.).

Sector de Actividad	Proceso	Posturas inadecuadas	Sobreesfuerzos	Movimientos Repetitivos
<b>Industria de segunda transformación</b>				
<b>Carpintería</b>	Recepción materiales		●	
	Mecanizado	●	●	
	Tratamiento superficies	●		●
	Montaje	●	●	●
	Almacenado/transporte	●	●	
	Mantenimiento	●	●	
<b>Fabricación de muebles</b>				
<b>Fabricación de muebles</b>	Recepción de materiales		●	
	Mecanizado del mueble	●	●	●
	Tratamiento de superficies del mueble			●
	Montaje del mueble	●	●	●
	Almacenamiento y transporte	●	●	
	Mantenimiento	●	●	

## JUSTIFICACIÓN

Frente a la importancia creciente de los factores de riesgos laborales de tipo ergonómico deben establecerse líneas de actuación que contribuyan de manera óptima a su prevención. Dentro de las líneas de I+D en prevención de riesgos laborales se encuentran el desarrollo de procedimientos de identificación y evaluación de riesgos de tipo ergonómico, la generación de criterios de diseño de puestos de trabajo, máquinas y herramientas, y la realización de estudios sectoriales.

Dentro del ámbito ergonómico hacen falta procedimientos prácticos de trabajo, aunque en los últimos años se han desarrollado diferentes procedimientos de evaluación y prevención de riesgos laborales de tipo ergonómico.

Este Manual es un ejemplo del esfuerzo que se está realizando desde Unión de Mutuas por dotar de herramientas prácticas para la Prevención de Riesgos Laborales aplicables a un sector concreto.





# Guía de verificación ergonómica



## PRESENTACIÓN DE LA GUÍA

La **Guía de verificación ergonómica** consiste en un cuestionario organizado en bloques temáticos, mediante el cual se comprueban diferentes aspectos de la maquinaria con los que interactúa el trabajador y que pueden influir en el desempeño de la tarea.

Concretamente, los aspectos contemplados en la Guía de verificación ergonómica son:

Tabla 2. Aspectos recogidos en la guía de verificación.

<b>1. El diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano</b>	
a	Dimensiones corporales
b	Posturas y movimientos corporales
c	Esfuerzo físico
<b>2. Diseño de dispositivos de información y mandos</b>	
d	Dispositivos de información
e	Mandos
<b>3. Interacción con el ambiente físico de trabajo</b>	
f	Ruido y vibraciones
g	Confort térmico
h	Confort visual
<b>4. Interacciones en el proceso de trabajo</b>	
i	Proceso de trabajo
<b>5. Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo</b>	
j	Diseño de las tareas

El cuestionario de la Guía está basado en la norma **UNE EN 614** sobre “*Seguridad de las máquinas: Principios de diseño ergonómico*”, esta norma establece una serie de principios ergonómicos que hay que seguir durante el proceso de diseño y proyecto de equipo de trabajo, especialmente de las máquinas. Las diferentes cuestiones que se plantean en la lista, son desarrolladas en la Guía en base a diversas normas sobre Ergonomía.

En los dos apartados siguientes se presenta el cuestionario (“**Guía de Verificación Ergonómica para máquinas del sector de Transformados de Madera**”) así como las instrucciones para su aplicación (“**Como aplicar la Guía de Verificación**”). Se recomienda antes de aplicar el cuestionario por primera vez, leer atentamente la guía de aplicación.

## GUÍA

### Guía de Verificación Ergonómica para máquinas del sector de Transformados de Madera

Datos de la máquina/tarea	
Empresa:	Fecha:
Máquina:	Marca y modelo:
Tarea analizada:	

#### 1. El diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano

a. Dimensiones corporales		
1	¿La <b>altura de utilización</b> de la máquina está adaptada al trabajador y al tipo de trabajo a realizar?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
2	¿El <b>espacio previsto para los brazos</b> permite los movimientos necesarios para realizar la tarea?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
3	¿El <b>espacio previsto para los pies</b> permite el acercamiento correcto para realizar la tarea?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
4	En el caso de utilizar algún tipo de asiento, ¿el <b>espacio previsto para las piernas</b> permite los movimientos necesarios para realizar la tarea?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
5	La <b>distancia entre la máquina y otros elementos</b> del entorno, ¿posibilita los cambios de postura, así como el espacio necesario para todas las partes del cuerpo?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
6	En el caso de disponer de <b>abertura de paso</b> , ¿las dimensiones de la misma facilitan el paso de cuerpo?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
7	En el caso de disponer de <b>aberturas de acceso</b> , ¿las dimensiones de las mismas facilitan el acceso de la parte del cuerpo correspondiente? <i>(Marcar la parte corporal para la que no se cumplen las recomendaciones)</i> <input type="checkbox"/> Cabeza <input type="checkbox"/> Un antebrazo <input type="checkbox"/> Parte superior del cuerpo <input type="checkbox"/> Puño <input type="checkbox"/> Ambos brazos <input type="checkbox"/> Mano <input type="checkbox"/> Ambos antebrazos <input type="checkbox"/> Dedo <input type="checkbox"/> Un brazo	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
8	¿Las <b>empuñaduras del equipo</b> están adaptadas a la mano y a las dimensiones de los trabajadores?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
9	¿Los <b>pedales del equipo</b> están adaptados al pie y a las dimensiones de la población trabajadora?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>

**Instrucciones:** Se analizarán mediante este bloque del cuestionario todas aquellas posturas y movimientos adoptados durante la utilización del equipo o sobre el equipo; no se contemplarán las posturas y movimientos asociados a alimentación y retirada de materiales. Se recomienda aplicar este bloque de **posturas y movimientos** a todas aquellas tareas o trabajos que se realizan en la máquina de forma habitual (piezas más usuales, modos de funcionamiento más frecuentes, etc.). Además, se recomienda analizar aquellas tareas que, aunque no se realizan habitualmente, presentan una mayor problemática desde el punto de vista ergonómico (p.e. reglajes, ajuste, etc.).

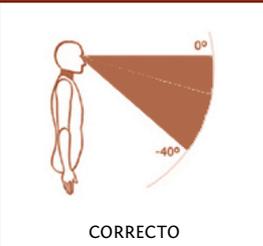
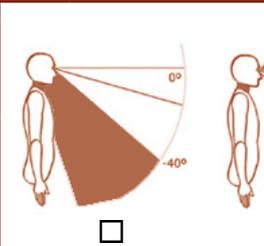
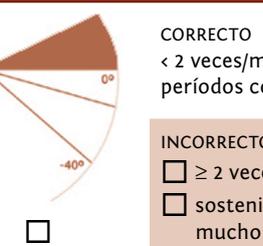
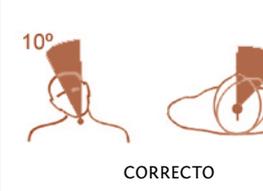
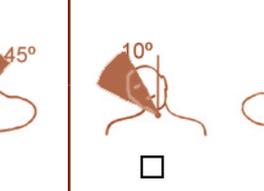
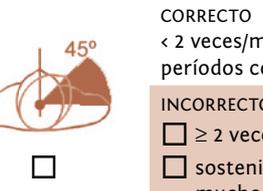
(Consultar la tabla adjunta, y en el caso de detectar alguna de las posturas incorrectas, marcarla y responder **INCORRECTO**).

Datos de la máquina/tarea	
Empresa:	Fecha:
Máquina:	Marca y modelo:
Tarea analizada:	

**b. Posturas y movimientos corporales**

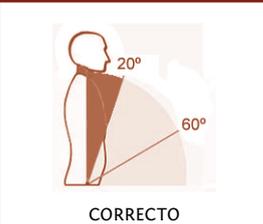
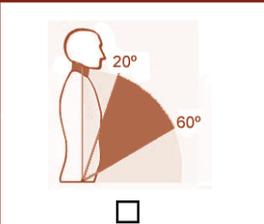
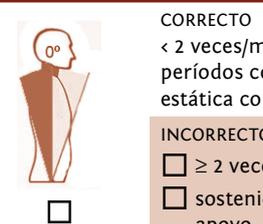
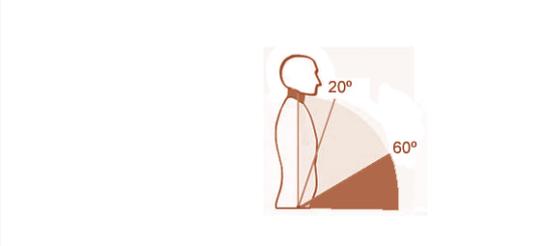
10 ¿La máquina permite adoptar **posturas aceptables de cabeza y cuello** durante la realización de la tarea? CORRECTO  INCORRECTO  N.P

**CABEZA Y CUELLO: Flexión/Extensión**

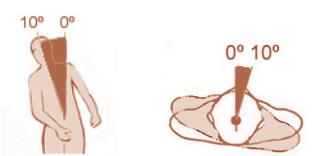
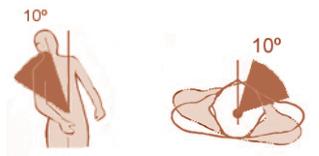
 <p>CORRECTO</p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	<p>CORRECTO &lt; 2 veces/minuto períodos cortos de tiempo</p> <p>INCORRECTO <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto <input type="checkbox"/> sostenida o estática, o mucho tiempo</p>
 <p>CORRECTO</p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	<p>CORRECTO &lt; 2 veces/minuto períodos cortos de tiempo</p> <p>INCORRECTO <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto <input type="checkbox"/> sostenida o estática, o mucho tiempo</p>

11 ¿La máquina permite adoptar **posturas aceptables de tronco** durante la realización de la tarea? CORRECTO  INCORRECTO  N.P

**TRONCO: Flexión/Extensión**

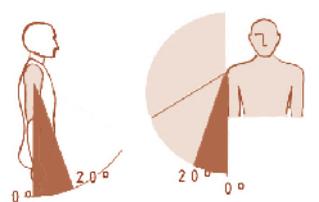
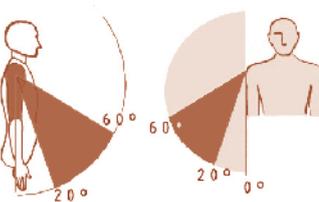
 <p>CORRECTO</p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	<p>CORRECTO &lt; 2 veces/minuto períodos cortos de tiempo o estática con apoyo</p> <p>INCORRECTO <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto <input type="checkbox"/> sostenida o estática sin apoyo, o mucho tiempo</p>
			<p>CORRECTO &lt; 2 veces/minuto con apoyo períodos cortos de tiempo con apoyo</p> <p>INCORRECTO <input type="checkbox"/> &lt; 2 veces/minuto sin apoyo <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto <input type="checkbox"/> sostenida o estática, o mucho tiempo</p>

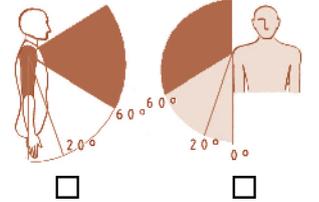
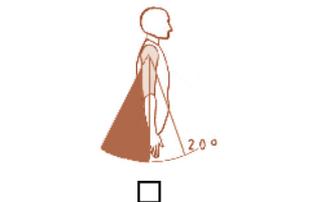
**TRONCO: Flexión lateral/Torsión**

 <p>CORRECTO</p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	<p><b>CORRECTO</b>                  &lt; 2 veces/minuto                  períodos cortos de tiempo</p> <p><b>INCORRECTO</b>  <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto  <input type="checkbox"/> sostenida o estática, o mucho tiempo</p>
---	--	---

<p>12 ¿La máquina permite adoptar <b>posturas aceptables de los brazos</b> durante la realización de la tarea?</p>	<p>CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/></p>
--	---

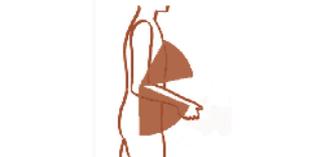
**BRAZOS: Flexión/Extensión**

 <p>CORRECTO</p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	<p><b>CORRECTO</b>                  &lt; 2 veces/minuto                  2-10 veces/minuto en períodos cortos de tiempo                  sostenida o estática con apoyo</p> <p><b>INCORRECTO</b>  <input type="checkbox"/> ≥ 10 veces/minuto  <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto durante mucho tiempo  <input type="checkbox"/> sostenida o estática sin apoyo</p>
---	--	---

 <p><input type="checkbox"/></p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	<p><b>CORRECTO</b>                  &lt; 2 veces/minuto                  períodos cortos de tiempo</p> <p><b>INCORRECTO</b>  <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto  <input type="checkbox"/> sostenida o estática, o mucho tiempo</p>
---	--	---

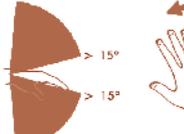
<p>13 ¿La máquina permite adoptar <b>posturas aceptables del codo</b> durante la realización de la tarea?</p>	<p>CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/></p>
---	---

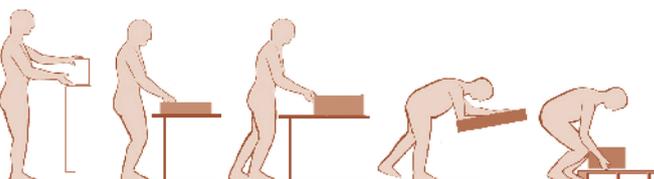
**TRONCO: Flexión lateral/Torsión**

 <p>CORRECTO</p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	<p><b>CORRECTO</b>                  &lt; 2 veces/minuto                  períodos cortos de tiempo</p> <p><b>INCORRECTO</b>  <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto  <input type="checkbox"/> sostenida o estática, o mucho tiempo</p>
---	--	---

<p>14 ¿La máquina permite adoptar <b>posturas aceptables de la muñeca</b> durante la realización de la tarea?</p>	<p>CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/></p>
---	---

**MUÑECA: Flexión/Extensión, Inclinación lateral y Giro**

 <p>CORRECTO</p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	 <p><input type="checkbox"/></p>	<p><b>CORRECTO</b>                  &lt; 2 veces/minuto</p> <p><b>INCORRECTO</b>  <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto  <input type="checkbox"/> sostenida o estática</p>
---	---	--	--

15	<p>¿La máquina permite adoptar <b>posturas aceptables de las piernas</b> durante la realización de la tarea?</p>	<p>CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/></p>
<b>PIERNAS</b>		
		<p><b>CORRECTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De pie con las piernas rectas, con desplazamientos cada &lt; 2 horas</li> <li>De pie flexionando las rodillas &lt; 2 veces/minuto</li> <li>De pie con el peso corporal distribuido sobre ambas piernas</li> <li>Sentado manteniendo la curvatura de la espalda</li> <li>De rodillas o en cuclillas poco tiempo</li> </ul>
 <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/>    <input type="checkbox"/>    <input type="checkbox"/>    <input type="checkbox"/>    <input type="checkbox"/> </p>		<p><b>INCORRECTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> De pie con las piernas rectas, con desplazamientos cada <math>\geq 2</math> horas</li> <li><input type="checkbox"/> De pie flexionando las rodillas <math>\geq 2</math> veces/minuto</li> <li><input type="checkbox"/> De pie con las rodillas flexionadas de forma estática</li> <li><input type="checkbox"/> De pie con el peso corporal sobre una pierna</li> <li><input type="checkbox"/> De rodillas o en cuclillas de forma estática o mucho tiempo</li> </ul>

**Instrucciones:** Se recomienda aplicar este bloque de **Esfuerzo físico** a todas aquellas tareas o trabajos que se realizan en la máquina de forma habitual. Además, se recomienda analizar aquellas tareas que, aunque no se realizan habitualmente, presentan una mayor problemática desde el punto de vista ergonómico (p.e. reglajes, ajustes, etc.).

Datos de la máquina/tarea	
Empresa:	Fecha:
Máquina:	Marca y modelo:
Tarea analizada:	

c. Esfuerzo físico	
Manipulación Manual de Cargas (MMC)	
16	<p>Las cargas que se manipulan durante la tarea ¿son inferiores al peso máximo recomendado? (En caso de incumplimiento, indicar la situación que corresponda)</p> <p><input type="checkbox"/> Población general: peso máximo <b>25 kilos</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Mujeres, trabajadores jóvenes y mayores: peso máximo <b>15 kilos</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Trabajadores entrenados (situaciones aisladas): peso máximo <b>40 kilos</b>.</p> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <p><input type="checkbox"/> Alimentación      <input type="checkbox"/> Proceso      <input type="checkbox"/> Retirada</p> <p><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje      <input type="checkbox"/> Otros</p>
17	<p>Las alturas de manipulación de la carga ¿están por debajo de los <b>175 cm</b>?</p> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <p><input type="checkbox"/> Alimentación      <input type="checkbox"/> Proceso      <input type="checkbox"/> Retirada</p> <p><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje      <input type="checkbox"/> Otros</p>
18	<p>En el caso de que se manipulen cargas superiores a los <b>3 kilos</b>, ¿la <b>frecuencia de los levantamientos</b> es inferior a...</p> <p><b>9 levantamientos/minuto</b> en MMC de larga duración (2-8 horas)?</p> <p><b>11 levantamientos/minuto</b> en MMC de duración media (1-2 horas)?</p> <p><b>13 levantamientos/minuto</b> en MMC de corta duración (&lt; 1 hora)?</p>

c. Esfuerzo físico (Cont.)		
Manipulación Manual de Cargas (MMC) (Cont.)		
19	<p>La siguiente lista de verificación permite determinar situaciones de riesgo tolerable mediante una evaluación rápida y sencilla. Si se incumple alguno de los items de la lista sería necesario evaluar con mayor detalle la tarea de manipulación.</p> <p><b>Procedimiento simplificado para la detección de riesgo por MMC:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Las cargas que se manipulan son superiores a <b>6 kg</b>.</li> <li><input type="checkbox"/> Se levantan cargas o partes móviles de la máquina superiores a <b>3 kg</b> por encima del hombro o por debajo de las rodillas.</li> <li><input type="checkbox"/> Se levantan cargas o partes móviles de la máquina superiores a <b>3 kg</b> alejadas del cuerpo (a más de 63 cm).</li> <li><input type="checkbox"/> Se levantan cargas o partes móviles de la máquina superiores a <b>3 kg</b> con el tronco visiblemente girado (más de 30°).</li> <li><input type="checkbox"/> Se levantan cargas o partes móviles de la máquina superiores a <b>3 kg</b> más de 1 vez por minuto durante la jornada laboral.</li> </ul> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Alimentación</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Proceso</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Retirada</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Otros</li> </ul>	<input type="checkbox"/> PROCEDE EVALUAR
20	<p>En el caso de que se manipulen cargas o partes móviles de la máquina entre <b>dos personas</b> ¿su peso es inferior al <b>peso máximo recomendado</b> en estos casos?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Población general: peso máximo <b>33 kilos</b>.</li> <li><input type="checkbox"/> Mujeres, trabajadores jóvenes y mayores: peso máximo <b>20 kilos</b>.</li> </ul> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Alimentación</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Proceso</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Retirada</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Otros</li> </ul>	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
21	<p>En el caso de que se manipulen cargas o partes móviles de la máquina con una sola mano ¿su peso es inferior al <b>peso máximo recomendado</b> en estos casos?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Población general: peso máximo <b>15 kilos</b>.</li> <li><input type="checkbox"/> Mujeres, trabajadores jóvenes y mayores: peso máximo <b>9 kilos</b>.</li> </ul> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Alimentación</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Proceso</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Retirada</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Otros</li> </ul>	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
22	<p><i>(Aplicar este punto cuando proceda. Consultar la Guía)</i> ¿Se proporcionan <b>elementos técnicos auxiliares</b> para mejorar las condiciones de manipulación?</p> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Alimentación</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Proceso</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Retirada</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje</li> <li style="margin-right: 20px;"><input type="checkbox"/> Otros</li> </ul>	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>

23	En el caso de que se manipulen cargas o partes móviles de la máquina <b>sentado</b> ¿su peso es inferior a 5 kg?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
24	En el caso de que se realicen <b>transportes manuales</b> de cargas ¿el peso acumulado transportado a lo largo de la jornada laboral sobrepasa el límite recomendado?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
<b>Fuerzas</b>		
25	En el caso de que se realicen <b>empujes o arrastres</b> de cargas o partes móviles de la máquina (bastidores, carros, etc.) ¿el esfuerzo requerido para su realización es considerado ligero o normal? <i>(Marcar la parte corporal para la que no se cumple)</i> <input type="checkbox"/> Dedos <input type="checkbox"/> Brazos <input type="checkbox"/> Pies <input type="checkbox"/> Cuerpo completo <input type="checkbox"/> Manos <input type="checkbox"/> Piernas <input type="checkbox"/> Tronco	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
26	En el caso de que la fuerza física necesaria no pueda ser aplicada ¿está previsto el uso de medios mecánicos auxiliares?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
27	En el caso de realizarse <b>movimientos de precisión</b> estos no requieren de la aplicación de fuerza.	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>

## 2. Diseño de dispositivos de información y mandos

d. Dispositivos de información		
Información visual (pantallas, indicadores analógicos, marcadores digitales, ...)		
28	¿La ubicación de los dispositivos de información visual permite su <b>detección e identificación</b> de forma rápida y segura?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
29	¿Los dispositivos de información visual permiten una <b>interpretación</b> de la información clara e inequívoca?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
30	El ritmo y sentido de las variaciones de información visual mostradas al trabajador son compatibles con el ritmo y sentido de las variaciones de información en la fuente que la origina (mandos, procesos, máquina ...)?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
Información sonora (señales tonales, alarmas, mensajes ...)		
31	¿Los dispositivos de información sonora facilitan su <b>detección e identificación</b> de forma rápida y segura?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
32	¿Los dispositivos de información sonora permiten una <b>interpretación</b> de la información clara e inequívoca?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
Presentación de la información		
33	¿Se proporciona únicamente la información necesaria al operador?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
34	¿Se tiene en cuenta la <b>prioridad y frecuencia</b> de cada elemento de información?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
35	¿Se observa la necesidad de algún dispositivo de información (visual o sonora) para llevar a cabo la tarea?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
e. Mandos		
36	¿El <b>tipo</b> de mandos se corresponde con los requisitos de las tareas de control a ejecutar?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
37	¿La <b>función</b> de cada mando es fácilmente identificable y distinguible de la función de los mandos adyacentes?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
38	¿El <b>desplazamiento</b> de los mandos está de acuerdo a la naturaleza de control a realizar?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
39	¿Los <b>mandos de uso frecuente</b> están situados al alcance inmediato de las manos o de los pies del operador?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
40	¿La <b>parada de emergencia</b> está al alcance inmediato de operador?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>

e. Mandos (Cont.)		
41	¿Se ha tenido en cuenta en la <b>distribución de los mandos</b> el orden de las operaciones a realizar y su significado para garantizar una operación inequívoca y funcional?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
42	¿El <b>mando de arranque</b> está proyectado, seleccionado y dispuesto de tal manera que se evita su <b>operación involuntaria</b> ? ¿Y el resto de mandos?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
43	Las máquinas de tipo o función similar, ¿mantienen la misma distribución de mandos?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
44	¿Cómo califica el trabajador el <b>esfuerzo físico</b> necesario para accionar los mandos: <b>ligero, normal</b> o <b>pesado</b> ? (Marcar <b>INCORRECTO</b> en el caso de que algún mando sea calificado como pesado) ¿Qué mando/s? .....	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>

### 3. Interacción con el ambiente físico de trabajo

**Instrucciones:** Previo a la realización de este punto, y los diferentes bloques que lo constituyen, investigar si se han realizado mediciones ambientales en el puesto y, en su caso, seguir las recomendaciones indicadas en los informes.

#### f. Ruido y vibraciones

**Aplicación:** Se debe aplicar este bloque si no se han realizado mediciones en el puesto, o las hay y están por debajo de los límites establecidos. Si las mediciones superan los límites estipulados marcar directamente como INCORRECTO.

45	<p>Las <b>emisiones de ruido</b> de la máquina no resultan molestas ni inseguras, de manera que el trabajador no percibe ningún ruido que le resulta molesto o le limita el desarrollo normal de las tareas (le impide escuchar señales sonoras importantes, impide su concentración, etc.)</p> <p><i>(En el caso de contestación negativa marcar el tipo de ruido que percibe el trabajador)</i></p> <p><input type="checkbox"/> El ruido es constante y molesto durante todo el día.</p> <p><input type="checkbox"/> Existen variaciones periódicas del nivel de ruido acusadas y molestas.</p> <p><input type="checkbox"/> Hay ruidos de impacto frecuentes, molestos o que producen sobresaltos.</p> <p><input type="checkbox"/> En determinados periodos horarios el nivel de ruido es molesto.</p> <p><input type="checkbox"/> Otras:.....</p> <p><i>(En el caso de contestación negativa indicar la fuente de ruido, si la puede determinar)</i></p> <p><input type="checkbox"/> .....</p>	<p>CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/></p>
46	<p>¿Durante el uso del equipo se percibe transmisión de <b>vibraciones</b> al trabajador?</p>	<p>CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/></p>

#### g. Confort térmico

**Aplicación:** Se debe aplicar este bloque si el equipo incide, o puede incidir, sobre el ambiente térmico (temperatura, humedad o generación de corrientes de aire). En el caso de que no incida, no procede aplicar las preguntas de este bloque.

47	<p>¿La <b>temperatura</b> es adecuada?</p> <p><i>(En el caso de contestación negativa indicar lo que proceda:)</i></p> <p><input type="checkbox"/> Frío (Invierno)    <input type="checkbox"/> Frío (Primavera/Otoño)</p> <p><input type="checkbox"/> Calor (Verano)    <input type="checkbox"/> Calor (Primavera/Otoño)</p>	<p>CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/></p>
48	<p>¿La máquina incide sobre la <b>humedad ambiental</b> por la emisión de vapores o líquidos?</p> <p><i>(En el caso de contestación negativa indicar lo que proceda:)</i></p> <p><input type="checkbox"/> Ambiente demasiado seco</p> <p><input type="checkbox"/> Ambiente demasiado húmedo</p>	<p>CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/></p>
49	<p>¿La máquina genera <b>corrientes de aire</b> que pueden ocasionar molestias al trabajador?</p>	<p>CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/></p>

#### h. Confort visual

**Aplicación:** Se debe aplicar este bloque siempre.

50	<p>El <b>nivel de iluminación</b> en la posición habitual de trabajo es apropiado para la realización de la tarea.</p>	<p>CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/></p>
----	--	---

h. Confort visual (Cont.)		
Aplicación: Se debe aplicar este bloque siempre.		
51	Desde la posición habitual de trabajo en la máquina se ha tenido en cuenta que no existan <b>oscilaciones de luz</b> .	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
52	Desde la posición habitual de trabajo se han evitado <b>deslumbramientos</b> o <b>brillos</b> molestos.	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
53	En la zona de trabajo se ha asegurado que no existen <b>sombras</b> que pueden dar lugar a confusiones.	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
54	Se ha tenido en cuenta que ninguna parte móvil de la máquina genere <b>efecto estroboscópico</b> . <i>(En el caso de contestación negativa indicar la parte de la máquina para la cual se produce este efecto):</i> ..... .....	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
55	El <b>contraste</b> para la tarea es adecuado, no existiendo grandes diferencias de luminosidad entre los elementos del puesto.	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
56	Se discriminan los <b>colores</b> correctamente.	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
57	Para la realización de ajustes y reglajes en la máquina, ¿se ha dispuesto <b>iluminación auxiliar regulable</b> en previsión de que la iluminación ambiental sea insuficiente?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>

#### 4. Interacciones en el proceso de trabajo

i. Proceso de trabajo		
58	Se ha tenido en cuenta que ningún elemento del equipo de trabajo obstaculice la <b>visión</b> al operador durante la realización de alguna tarea.	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
59	Se ha evitado que el <b>ritmo de trabajo</b> del operador esté ligado al ciclo de trabajo de una máquina automática o semiautomática o a un dispositivo transportador. Y en el caso de que lo esté, es considerado correcto por el trabajador.	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
60	El equipo permite su utilización por operadores <b>diestros y zurdos</b> .	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
61	Las <b>herramientas y equipos portátiles</b> tienen una forma adecuada a la forma de la mano y permiten al operador utilizar movimientos naturales del cuerpo durante su uso.	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
62	Las <b>herramientas y equipos portátiles</b> que tiene que sostener el trabajador durante su utilización requieren de un esfuerzo adecuado. (En caso de incumplimiento, indicar la situación que corresponda) <input type="checkbox"/> Peso superior a <b>2,3 kilos</b> . <input type="checkbox"/> Si se trata de tareas de precisión: peso superior a <b>0,4 kilos</b> . <input type="checkbox"/> Fuerza de accionamiento, de gatillos o pulsadores, elevada. <input type="checkbox"/> Otras:.....	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
63	Las <b>herramientas y equipos portátiles</b> con accionamiento manual tienen los mandos fundamentales dispuestos de forma que el operador no tiene que soltar las empuñaduras para accionarlos.	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>

## 5. Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo

j. Diseño de las tareas		
64	¿Se dispone de un <b>manual de instrucciones</b> de la máquina?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
65	¿El trabajador ha recibido <b>formación específica sobre el manejo de la máquina</b> ?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
66	En el caso de haya un equipo de trabajadores, ¿se ha distribuido la carga de trabajo equitativamente entre los operadores?	CORRECTO <input type="checkbox"/> INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>

NOTAS	
Número	Nota

## CÓMO APLICAR LA GUÍA DE VERIFICACIÓN

Durante la aplicación de la **Guía de Verificación** es normal que surjan dudas relativas a los conceptos y criterios manejados en las preguntas. Con el fin de objetivar las preguntas y aclarar dudas se ha elaborado este apartado del Manual, que pretende ayudar al analista a determinar sin incertidumbres las respuestas a las cuestiones que se le plantean.

Para ello, se ha desarrollado para cada pregunta de la Guía, una instrucción breve para su aplicación (primer párrafo en negrita) y una explicación-justificación ergonómica del aspecto valorado así como recomendaciones a considerar. **Es de destacar que la mayoría de las recomendaciones dadas, especialmente las dimensionales, son valores de referencia o guía que han sido extraídos de normas, no siendo de obligado cumplimiento.** Además, se ha incluido normativa de referencia en muchas de los puntos de la Guía.

A continuación, se recogen cada una de las preguntas que configuran la Guía.

### 1. El diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano

#### a. Dimensiones corporales

1 (CLAVE)	¿La <b>altura de utilización</b> de la máquina está adaptada al trabajador y al tipo de trabajo a realizar?
--------------	---

**Observar el tipo de tarea que realiza el trabajador en la máquina y, siguiendo las recomendaciones de la tabla 3, comprobar que el trabajador utiliza el equipo a una altura adecuada.**

Tabla 3. Recomendaciones de alturas de trabajo.

ALTURAS DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS	
Tipo de trabajo a realizar	Altura de trabajo recomendada
Manipulación de piezas no muy pesadas, con un nivel medio de fuerza y precisión Empujar o arrastrar	Ligeramente por debajo de la altura de codos de pie (Figura 5).
Tareas de precisión	Ligeramente por encima de la altura de codos preferiblemente sentado.
Tareas pesadas con aplicación de fuerza Tareas de manipulación de piezas pesadas	Entre la altura de los nudillos y la altura de los codos; el trabajador debería de estar de pie. La máxima fuerza de levantamiento se puede hacer cuando el objeto está a la altura de los nudillos.
Controles sobre paneles verticales	Entre la altura de los codos y la de los hombros. Considerar también los requisitos visuales.

A la hora de definir la **altura óptima** para trabajar se tiene que tener en cuenta que ésta depende del tipo de tarea que se realice. Cuanto más baja es la altura del plano de trabajo, más debe inclinarse la espalda al trabajar y la tarea resulta más penosa. Así, las tareas pesadas que implican manejo de cargas (por ejemplo, tronzado de troncos, manejo de tableros de grandes dimensiones o montaje de muebles en prensa) exigen planos de trabajo más bajos que las tareas de precisión (por ejemplo, el tallado de piezas en la copiadora de talla manual), donde los antebrazos necesitan apoyo y la pieza u objeto debe estar cerca de la cabeza por motivos de agudeza visual.

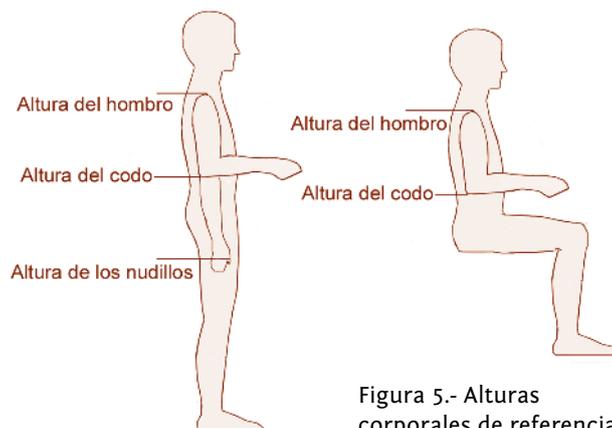
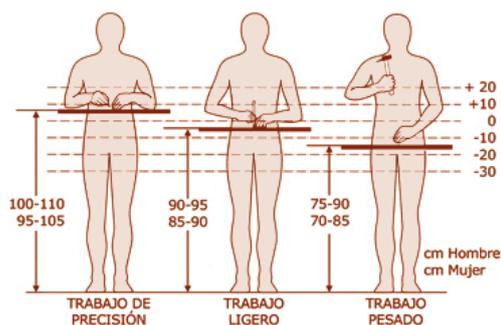


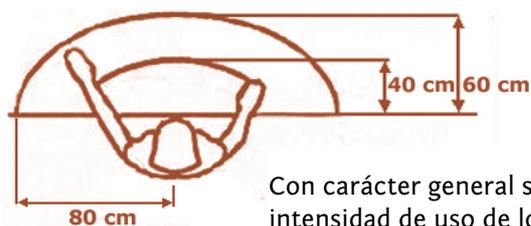
Figura 5.- Alturas corporales de referencia.



En la figura 6, y a modo de orientación, se muestran las alturas recomendadas, tanto para mujeres como para hombres, en tres situaciones de las planteadas en la tabla anterior.

Figura 6.- Alturas recomendadas para trabajar de pie.

a. Dimensiones corporales	
2 (CLAVE)	¿El espacio previsto para los brazos permite los movimientos necesarios para realizar la tarea?



Observar si el trabajador puede alcanzar todos los elementos del área principal de trabajo sin adoptar posturas forzadas de brazo o tronco (estiramiento del brazo, inclinación o giro del tronco, extensión del brazo, etc.).

Figura 7.- Zonas de alcance recomendadas para una posición fija.

Con carácter general se recomiendan los siguientes alcances (Figura 7) en función de la intensidad de uso de los elementos alcanzados:

- Emplazar todos aquellos elementos de trabajo de “uso intensivo” en el **área de alcance principal** (área con un radio de alcance máximo de 40 cm). Los elementos con un uso más frecuente serán emplazados tan cerca y tan al frente como sea posible.
- Y el resto de elementos, con un “uso más ocasional”, en la **zona de alcance secundaria** (con un radio de alcance máximo de 60 cm).
- Aquellos elementos que requieran esfuerzo físico deberán de estar emplazados en la zona de alcance más cómoda.

En lo referente a las alturas consultar **punto 1**. Restringiendo el espacio a la abertura de acceso límite, que permite alargar ambos brazos, para alcanzar algo o para efectuar ciertas operaciones en una máquina, consultar el **punto 7**.

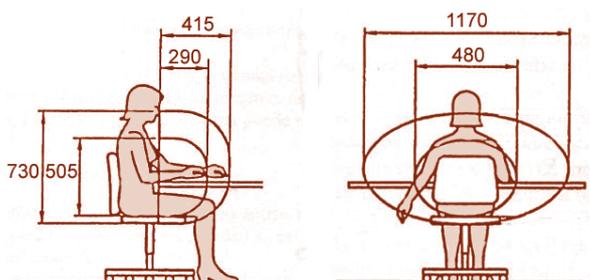


Figura 8.- Zonas de trabajo máxima y recomendada para postura sentada.

Por otro lado, la norma **UNE EN 14738** nos indica que para garantizar una postura de trabajo adecuada es recomendable proporcionar espacio suficiente para favorecer la movilidad de los brazos. Dicha norma considera **dos zonas de trabajo**, una recomendada y otra máxima; teniendo en cuenta en ambos casos la postura sentada por su alcance más restringido. En la siguiente figura (Figura 8) vienen recogidas las dimensiones correspondientes a estas dos zonas de trabajo, recogidas en la norma.

a. Dimensiones corporales	
3	¿El espacio previsto para los pies permite el acercamiento correcto para realizar la tarea?

Comprobar que el trabajador puede acercarse a la máquina correctamente sin que sus pies topen contra la parte inferior de la misma, o tenga que girarlos para poder arriarse al área de trabajo.

Se debe proporcionar espacio suficiente para las extremidades inferiores cuando se trabaja frente a una máquina. Esto es especialmente importante cuando la máquina requiere

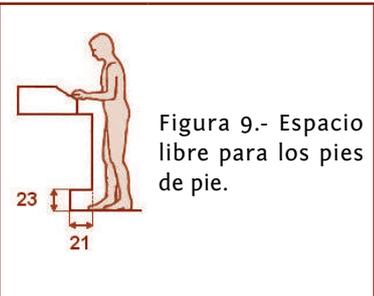
que el trabajador esté manipulando la pieza o parte de la máquina durante el proceso (por ejemplo, en la sierra de cinta, en la ingletadora o en la lijadora de banda). En otros casos (por ejemplo, en la cepilladora o en la escuadradora) el trabajador se desplaza lateralmente respecto a la máquina por lo que el espacio se debe garantizar en el sentido de avance. En la norma **UNE EN 14738** se dan recomendaciones sobre requisitos de espacio libre para los pies.

**Postura de pie (Figura 9):**

Es recomendable favorecer el acercamiento del trabajador a la máquina garantizando un espacio o hueco para albergar los pies. Los **requisitos mínimos** de espacio para los pies recogidos en la norma son los siguientes:

- Profundidad de espacio para los pies: 21 cm
- Altura del espacio para los pies: 23 cm

Esta última dimensión deberá incrementarse, si es el caso, con la altura de reposapiés o plataformas.



a. Dimensiones corporales	
4 (CLAVE)	En el caso de utilizar algún tipo de asiento, ¿el espacio previsto para las piernas permite los movimientos necesarios para realizar la tarea?

**Observar si el trabajador tiene espacio suficiente para las piernas y adopta una postura sentada correcta; no siendo correcto que esté sentado con las piernas o el tronco girado, ni alejado del área de trabajo.**

Se debe proporcionar espacio suficiente para las piernas cuando se trabaje sentado frente a una máquina. Dependiendo de la postura principal de trabajo adoptada, se tendrá que habilitar mayor o menor hueco para garantizar una correcta aproximación y alcance al área de trabajo. En la norma **UNE EN 14738** se dan recomendaciones sobre requisitos de espacio libre para las piernas.

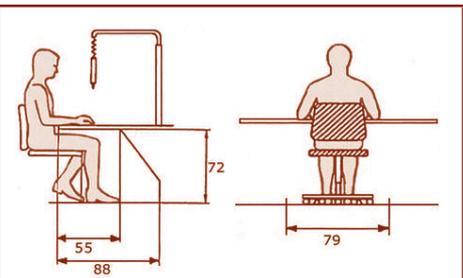


Figura 10.- Espacio libre para las piernas sentado.

**Postura sentada (Figura 10)**  
El hueco recomendado para albergar las piernas cuando se trabaja sentado frente a una máquina., debería tener las siguientes dimensiones según norma:

- Altura: 72 cm
- Anchura: 79 cm
- Profundidad: 55 cm (a la altura de la rodilla) y 88 cm (para las piernas y pies)

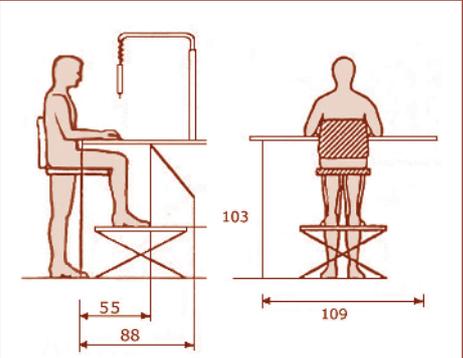
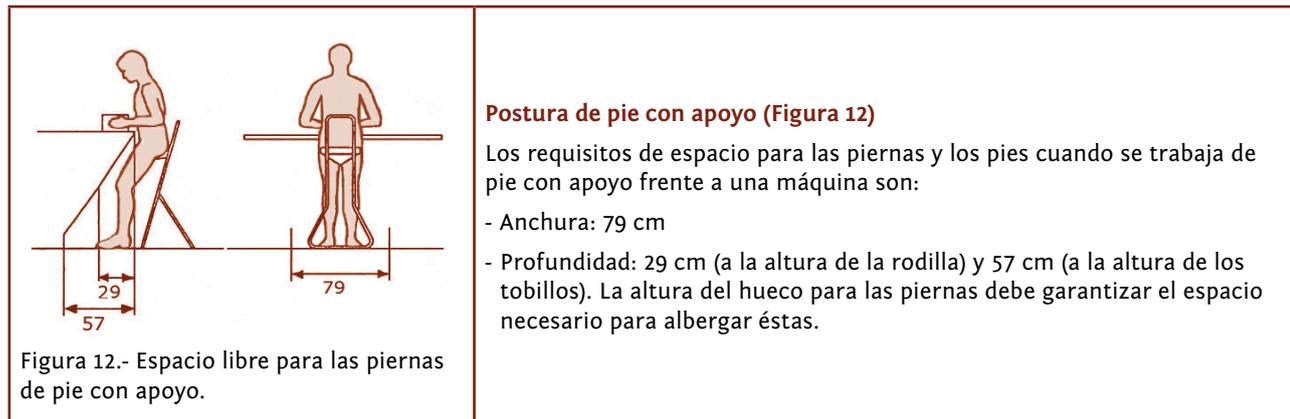


Figura 11.- Espacio libre para las piernas sentado en alto.

**Postura sentada en alto (Figura 11)**  
Los requisitos de espacio para las piernas y los pies cuando se trabaja sentado en alto frente a una máquina son:

- Altura del espacio para las piernas a partir del suelo: 103 cm
- Anchura para el acceso al asiento: 109 cm
- Profundidad: 55 cm (a la altura de la rodilla) y 88 cm (para las piernas y pies)



**a. Dimensiones corporales**

**5 (CLAVE)** La distancia entre la máquina y otros elementos del entorno, ¿posibilita los cambios de postura, así como el espacio necesario para todas las partes del cuerpo?

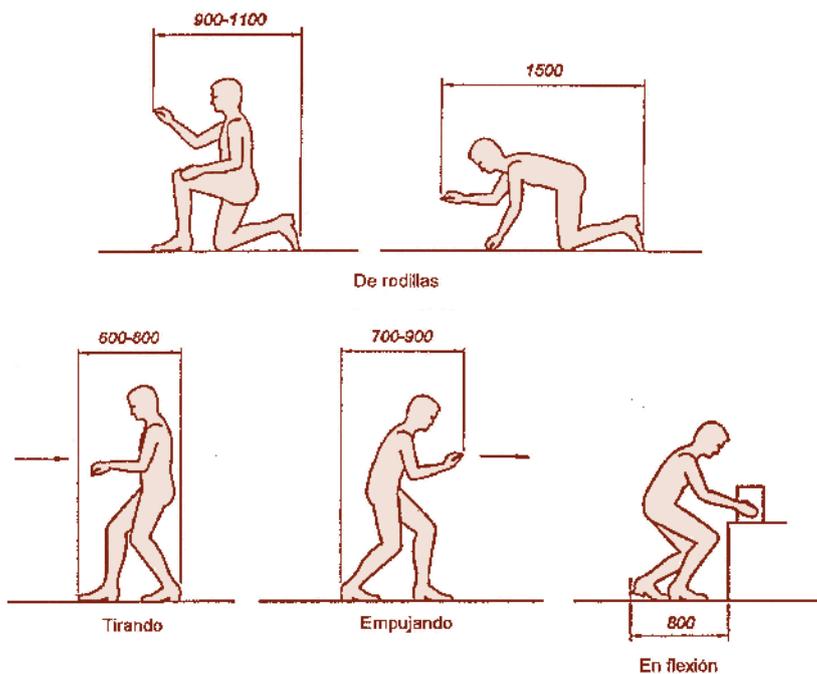


Figura 13.- Espacio libre para determinadas posturas de trabajo (mm).

Verificar que el espacio entre la máquina y cualquier elemento es, como mínimo, de 800 mm (Real Decreto 486/1997: Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo), siendo recomendable 1100 mm.

En casos particulares, son necesarios requisitos de espacio adicional para diferentes posturas dinámicas del cuerpo, que pueden adoptarse durante la operación de la máquina o, bien en operaciones de mantenimiento o limpieza.

A modo orientativo, la norma **UNE EN 14738** recoge en uno de sus anexos una serie de recomendaciones sobre holguras para determinadas posturas. Se trata de una serie de posturas di-

námicas del cuerpo que requieren de espacio adicional; seguidamente se describen estas posturas así como el espacio libre recomendado para las mismas (Figura 13):

- De rodillas con acceso alto (espalda recta): 90-110 cm
- De rodillas con acceso bajo (espalda inclinada): 150 cm
- Tirando de una carga: 60-80 cm
- Empujando una carga: 70-90 cm
- Cogiendo una carga a baja altura (con flexión de rodillas): 80 cm

Siempre que sea posible se proporcionaran espacios más amplios.

a. Dimensiones corporales	
6	En el caso de disponer de <b>abertura de paso</b> , ¿las dimensiones de la misma facilitan el paso de cuerpo?

**Comprobar que las dimensiones de la abertura de paso en el equipo garantizan la entrada del cuerpo completo del trabajador a través de la misma.**

Las **aberturas de paso en máquinas** permiten la entrada del cuerpo completo de una persona para efectuar determinadas operaciones. Para su determinación se ha tenido en cuenta el caso más desfavorable que son los sujetos más grandes (Tabla 4).

En las dimensiones anteriores se ha tenido en cuenta el uso de calzado y ropa de trabajo, así como el movimiento del cuerpo. En la tabla 5 vienen recogidos algunos suplementos para circunstancias particulares.

Tabla 4.- Dimensiones mínimas para aberturas de paso (en cm).

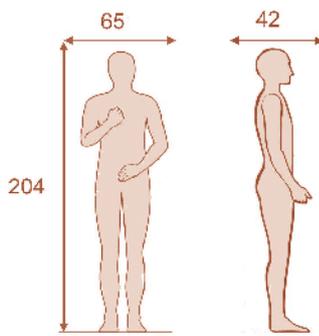
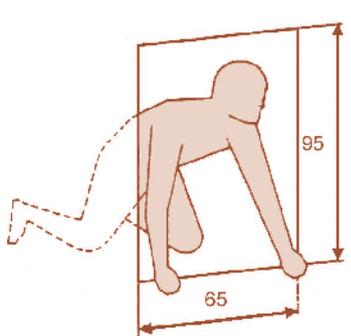
ABERTURAS DE PASO		
Tipo de abertura de paso	Dimensión mínima (alto x ancho) en cm	
Abertura de paso de frente en posición erguida	204 x 65	 <p>Figura 14. Abertura de paso en posición erguida.</p>
Abertura de paso lateral en posición erguida	204 x 42	
Abertura para entrada de rodillas	95 x 65	 <p>Figura 15. Abertura de paso para entrada de rodillas.</p>

Tabla 5.- Requisitos espaciales adicionales para las aberturas de paso.

Casco	+ 6 cm
Ropa gruesa y equipos de protección individual	+ 10 cm
Transporte de personas heridas	+ 20 cm

**a. Dimensiones corporales**

7	En el caso de disponer de <b>aberturas de acceso</b> , ¿las dimensiones de las mismas facilitan el acceso de la parte del cuerpo correspondiente?
---	---

**Comprobar que las dimensiones de la abertura, o aberturas, de acceso en el equipo garantizan el paso correcto de la parte del cuerpo del trabajador que corresponda (cabeza, tronco, brazo, mano, etc.).**

Una **abertura de acceso en una máquina** es un orificio a través del cual la persona puede inclinarse hacia delante o alargar el brazo para alcanzar algo, así como extender alguna parte del cuerpo (cabeza, brazo, mano, dedo, etc.) para efectuar ciertas operaciones durante su trabajo.

En la tabla 7 vienen recogidas las dimensiones límite recomendadas en norma para aberturas de acceso. Sin embargo, antes de establecer una abertura de acceso conviene tener en cuenta otras opciones como la posibilidad de abrir las máquinas, o de retirar las piezas de la máquina para su recuperación. Esto es especialmente importante cuando la tarea exige el acceso frecuente.

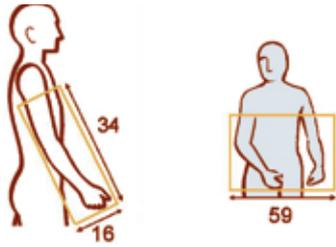
Este aspecto es especialmente importante en el caso de las tareas de preparación (por ejemplo en los cambios de herramienta) así como en tareas de reparación y mantenimiento.

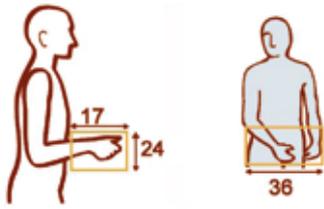
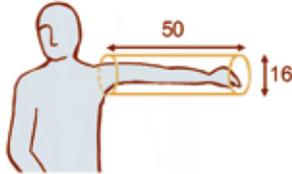
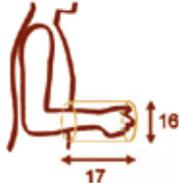
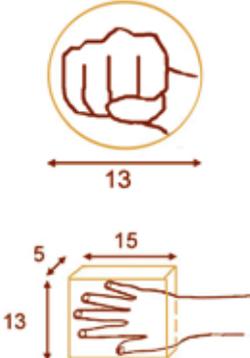
Al igual que en el punto anterior, para establecer las dimensiones límite recomendadas, se ha tenido en cuenta el uso de calzado y ropa de trabajo, así como el espacio para el movimiento del cuerpo (han sido considerados los suplementos, correspondientes en cada caso, establecidos en la norma **EN 547-2**). En la tabla 6 vienen recogidos algunos suplementos a añadir a estas dimensiones para circunstancias particulares:

Tabla 6.- Requisitos espaciales adicionales (en cm) para las aberturas de acceso.

Casco	+ 6 cm
Ropa gruesa o que puede ser dañada por contacto	+ 10 cm
Equipos de protección individual (casco, protectores auditivos contra el ruido, gafas de protección, máscaras, etc.)	+ 10 cm
Equipos de protección de la mano	+ 2 cm

Tabla 7.- Dimensiones límite recomendadas para aberturas de acceso (en cm).

Tipo de abertura de acceso	Dimensión límite recomendadas (cm)
<p><b>Para la cabeza hasta los hombros (inspección)</b> Dimensión considerada: longitud de la cabeza</p> <p><b>Para la partes superior del cuerpo y los brazos</b> Dimensión considerada: anchura entre codos</p>	
<p><b>Para ambos brazos (hacia delante y hacia abajo)</b> Dimensiones consideradas: distancia entre codos, grueso del brazo y alcance del brazo</p>	

Tipo de abertura de acceso	Dimensión límite recomendadas (cm)
<p><b>Para ambos antebrazos (hacia delante y hacia abajo)</b> Dimensiones consideradas: grueso y alcance del antebrazo, diámetro de los dos antebrazos.</p>	
<p><b>Lateral para un brazo hasta el hombro</b> Dimensiones consideradas: diámetro y alcance lateral del brazo</p>	
<p><b>Para un antebrazo hasta el codo</b> Dimensiones consideradas: anchura de la mano y alcance del antebrazo</p>	
<p><b>Para el puño</b> Dimensión considerada: diámetro del puño</p> <p><b>Para la mano plana hasta la muñeca</b> Dimensiones consideradas: anchura, espesor y longitud de la mano</p>	
<p><b>Para el dedo índice</b> Dimensiones consideradas: anchura y longitud del índice</p>	

**a. Dimensiones corporales**

8	¿Las empuñaduras del equipo están adaptadas a la mano y a las dimensiones de los trabajadores?
---	--

Verificar que las dimensiones fundamentales de las empuñaduras del equipo cumplen con las recomendaciones básicas:

- Longitud mínima: 10 cm.
- Diámetro comprendido entre 3-5 cm si se precisa fuerza, y entre 0,8-1,6 cm si se requiere de precisión.

Una empuñadura o mango debe optimizar la transmisión de fuerzas entre la mano y la máquina o herramienta (ingletadora, copiadora de talla, grapadora, etc). El ancho de la mano es de aproximadamente 7,1 cm para una mujer de talla pequeña y 9,7 cm para un hombre de talla grande; así para agarres de potencia donde los cuatro dedos están en contacto, **100 mm es una longitud mínima razonable**, pero 12,5 cm resulta más confortable. Si el mango es cerrado, o es necesario el uso de guantes la longitud mínima recomendada es de 12,5 cm.

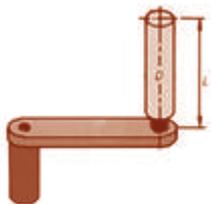


Figura 16.- Empuñadura.

En lo referente al **diámetro** recomendable, puede variar con la tarea y con el tamaño de la mano del operador. Así para **agarres que precisan fuerza se recomienda un diámetro de 4 cm**; debiendo estar comprendido en el rango de 3-5 cm. El error más común es usar diámetros de mango demasiado pequeños. **Para agarres que requieren de precisión el diámetro recomendado es de 1,2 cm**; siendo aceptable un rango entre 0,8-1,6 cm. (Para ampliar información, consultar punto 60).

a. Dimensiones corporales	
9	¿Los <b>pedales del equipo</b> están adaptados al pie y a las dimensiones de la población trabajadora?

**Observar si el trabajador tiene espacio suficiente para apoyar el pie en los pedales para pie completo. Y en el caso de pedales accionados con la punta del pie, observar que el acceso es correcto.**

En la tabla 8 vienen recogidas las dimensiones de acceso recomendadas para pedales, éstas han sido extraídas de la norma **UNE EN 547-2**. Además, se han considerado las correcciones correspondientes al calzado y al espacio para facilitar los movimientos.

Tabla 8.- Dimensiones recomendadas para el acceso con el pie.

Acceso a pedales	Dimensión recomendadas
<p><b>Para un pie (completo)</b> Dimensiones consideradas: anchura y longitud del pie</p>	
<p><b>Para pedales accionados por la punta del pie</b> Dimensiones consideradas: altura del tobillo, anchura y longitud del pie</p>	

## 1. El diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano

### b. Posturas y movimientos corporales

Se analizarán mediante este bloque (del punto 10 al 15) todas aquellas posturas y movimientos adoptados durante la utilización del equipo o sobre el equipo. Evaluándose los diferentes segmentos corporales siguiendo el procedimiento marcado por la norma **UNE EN 1005-4** (Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 4: Evaluación de las posturas y movimientos de trabajo en relación con las máquinas). No se contemplarán las posturas y movimientos asociados a alimentación y retirada de materiales.

Se recomienda aplicar este bloque de **posturas y movimientos** a todas aquellas tareas o trabajos que se realizan en la máquina de forma habitual (piezas más usuales, modos de funcionamiento más frecuentes, etc.). Además, se recomienda analizar aquellas tareas que, aunque no se realizan habitualmente, presentan una mayor problemática desde el punto de vista ergonómico (p.e. reglajes, ajuste, etc.).

Como ayuda a la aplicación de este bloque se puede recurrir a la grabación en vídeo de las diferentes tareas. La filmación de las tareas facilita la posterior codificación de los diferentes segmentos corporales, así como la identificación de posturas inadecuadas asociadas al uso del equipo.

10 (CLAVE)	¿La máquina permite adoptar <b>posturas aceptables de cabeza y cuello</b> durante la realización de la tarea?
---------------	---

**Observar si las posturas de cabeza y cuello adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea son aceptables.**

La norma **UNE EN 1005-4** considera como posturas aceptables de cabeza y cuello las siguientes:

- Aquella en la cual la línea de visión del trabajador está comprendida entre la horizontal (tomada a la altura del ojo) y 40° por debajo de ésta.
- Aquella en la cual la línea de visión del trabajador está por debajo de 40° de la horizontal con baja repetitividad (< 2 veces por minuto) y en períodos cortos de tiempo.
- Flexión lateral del cuello poco visible (10° o menos).
- Flexión lateral del cuello claramente visible (mayor de 10°) con baja repetitividad (< 2 veces por minuto) y en períodos cortos de tiempo.
- Torsión (giro) del cuello inferior a 45°.
- Torsión del cuello superior a 45° con baja repetitividad (< 2 veces por minuto) y en períodos cortos de tiempo.



Figura 17.- Zonas para la línea de visión (dirección de la mirada), para la flexión lateral y torsión del cuello.

### b. Posturas y movimientos corporales

11 (CLAVE)	¿La máquina permite adoptar <b>posturas aceptables de tronco</b> durante la realización de la tarea?
---------------	--

**Observar si las posturas de tronco adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea son aceptables.**

La norma **UNE EN 1005-4** considera como posturas aceptables de tronco las siguientes:

- Flexionado menos de 2 0°.
- Flexionado entre 20° y 60° con baja repetitividad (< 2 veces por minuto).

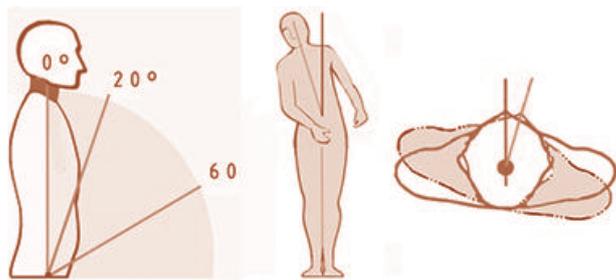


Figura 18. Zonas de flexión de tronco hacia delante, zonas de flexión lateral y zonas de torsión del tronco.

- Flexionado entre 20° y 60° de forma estática con apoyo para el tronco completo.
- Flexionado más de 60° durante períodos cortos de tiempo.
- En extensión (inclinado hacia detrás) de manera estática o con baja repetitividad (< 2 veces por minuto) siempre que exista apoyo para el tronco completo.
- Flexión lateral o torsión de tronco poco visible (aproximadamente 10° o menos).
- Flexión lateral o torsión de tronco claramente visible (10° o más) de manera repetida siempre que está se produzca menos de 2 veces por minuto y durante períodos cortos.

#### b. Posturas y movimientos corporales

12 (CLAVE)	¿La máquina permite adoptar <b>posturas aceptables de los brazos</b> durante la realización de la tarea?
---------------	--

Observar si las posturas de brazo adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea son aceptables.

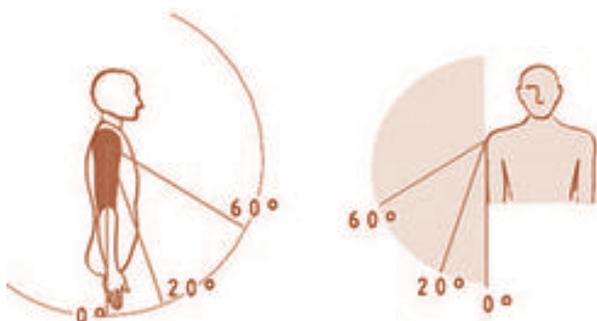


Figura 19. Zonas para las posturas del brazo.

La norma **UNE EN 1005-4** considera como posturas aceptables de brazos las siguientes:

- Elevado hacia delante o lateralmente (flexionado o abducido) menos de 20° de forma repetida o sostenida.
- Elevado entre 20° y 60° de forma repetida (< 2 veces por minuto).
- Elevado entre 20° y 60° de forma repetida entre 2 y 10 veces por minuto, siempre y cuando se de durante períodos cortos de tiempo para una misma persona.
- Elevado entre 20° y 60° de forma sostenida con apoyo para todo el brazo.
- Elevado más de 60° de manera repetida (< 2 veces por minuto) durante períodos cortos de tiempo por una misma persona.
- En extensión (hacia detrás) de forma repetida (< 2 veces por minuto) durante períodos cortos de tiempo por una misma persona.

#### b. Posturas y movimientos corporales

13 (CLAVE)	¿La máquina permite adoptar <b>posturas aceptables del codo</b> durante la realización de la tarea?
---------------	---



Flexión/extensión

Figura 20. Zonas para las posturas del codo.

Observar si las posturas de codo adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea son aceptables.

La norma **UNE EN 1005-4** considera como posturas aceptables de codo las siguientes:

- Codo flexionado o extendido, lejos de los límites del rango de movimiento (dentro del tercio medio de su rango de movilidad).
- Codo muy flexionado o extendido (cerca de los límites de su rango de movimiento) con baja repetitividad (< 2 veces por minuto).

**b. Posturas y movimientos corporales**

14 (CLAVE)	¿La máquina permite adoptar <b>posturas aceptables de la muñeca</b> durante la realización de la tarea?
---------------	---

**Observar si las posturas de muñeca adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea son aceptables.**

La norma **UNE EN 1005-4** considera como posturas aceptables de muñeca las siguientes:

- Muñeca flexionada o extendida, inclinada lateralmente o girada, lejos de los límites del rango de movimiento (dentro del tercio medio de su rango de movilidad).
- Muñeca muy flexionada o extendida, muy inclinada lateralmente o muy girada (cerca de los límites de su rango de movimiento) con baja repetitividad (< 2 veces por minuto).



Figura 21. Zonas para las posturas de la muñeca.

**b. Posturas y movimientos corporales**

15 (CLAVE)	¿La máquina permite adoptar <b>posturas aceptables de las piernas</b> durante la realización de la tarea?
---------------	---

**Observar si las posturas de piernas adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea son aceptables.**

La norma **UNE EN 1005-4** considera como posturas aceptables de piernas las siguientes:

- De pie con las piernas rectas, siempre y cuando no esté sin desplazarse más de 2 horas seguidas.
- De pie, flexionando las rodillas < 2 veces por minuto.
- De pie con el peso del cuerpo distribuido sobre ambas piernas.
- Sentado, manteniendo la curvatura natural de la espalda (lordosis lumbar).
- De rodillas o en cuclillas durante un período corto de tiempo.

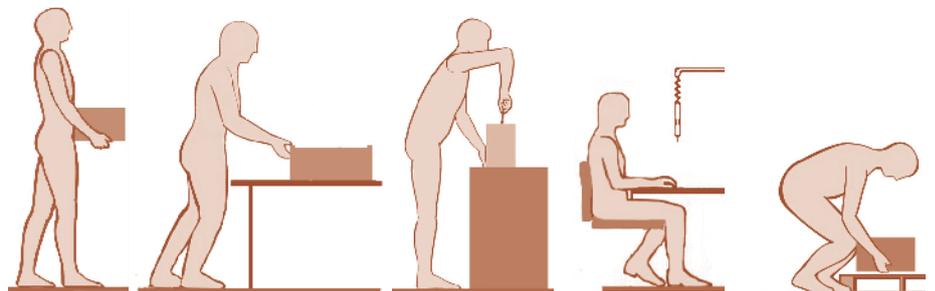


Figura 22. Posturas aceptables para las piernas.

## 1. El diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano

### c. Esfuerzo físico

Se recomienda aplicar este bloque de **Esfuerzo físico** a todas aquellas tareas o trabajos que se realizan en la máquina de forma habitual. Además, se recomienda analizar aquellas tareas que, aunque no se realizan habitualmente, presentan una mayor problemática desde el punto de vista ergonómico (p.e. reglajes, ajustes, etc.).

### c. Esfuerzo físico - Manipulación Manual de Cargas (MMC)

16 (CLAVE)	<p>Las cargas que se manipulan ¿son inferiores al <b>peso máximo recomendado</b>? (En caso de incumplimiento, indicar la situación que corresponda)</p> <p><input type="checkbox"/> Población general (hombres adultos): peso máximo <b>25 kilos</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Mujeres, trabajadores jóvenes y mayores: peso máximo <b>15 kilos</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Trabajadores entrenados (situaciones aisladas): peso máximo <b>40 kilos</b>.</p> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <p><input type="checkbox"/> Alimentación      <input type="checkbox"/> Proceso      <input type="checkbox"/> Retirada</p> <p><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje      <input type="checkbox"/> Otros</p>
---------------	--

**Comprobar que los pesos manipulados no exceden de los pesos máximos recomendados.**

El peso de la carga es un factor clave a la hora de evaluar una manipulación manual de cargas. La **Guía Técnica de Manipulación Manual Cargas**, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 1998), establece una serie de pesos máximos recomendados en función de la población trabajadora expuesta. Se trata de unos límites en condiciones ideales de levantamiento, es decir, en una postura adecuada de manejo de la carga (cerca del cuerpo, con la espalda recta, sin giros ni inclinaciones), con una sujeción firme del objeto sin posturas inadecuadas de muñeca, con levantamientos suaves y espaciados y en condiciones ambientales favorables.

Existen máquinas donde se requiere el manejo de piezas especialmente críticas, como por ejemplo, troncos en la tronzadora, subconjuntos de muebles en las prensas de montaje, tableros de grandes dimensiones en la lijadora de banda y en la escuadradora, etc.

### c. Esfuerzo físico - MMC

17 (CLAVE)	<p>Las <b>alturas de manipulación</b> de las cargas ¿están por debajo de los 175 cm?</p> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <p><input type="checkbox"/> Alimentación      <input type="checkbox"/> Proceso      <input type="checkbox"/> Retirada</p> <p><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje      <input type="checkbox"/> Otros</p>
---------------	--

**Observar que las alturas de manipulación no sobrepasan los 175 cm de altura.**

En la Guía Técnica de Manipulación Manual de Cargas, en adelante Guía Técnica de MMC, se recomienda que no se manejen cargas por encima de 175 cm, ya que es el límite de alcance de muchas personas.

c. Esfuerzo físico - MMC	
18 (CLAVE)	<p>En el caso de que se manipulen cargas superiores a los <b>3 kilos</b>, ¿la <b>frecuencia de los levantamientos</b> es inferior a...</p> <p><b>9 levantamientos/minuto</b> en MMC de larga duración (2-8 horas)?</p> <p><b>11 levantamientos/minuto</b> en MMC de duración media (1-2 horas)?</p> <p><b>13 levantamientos/minuto</b> en MMC de corta duración (&lt; 1 hora)?</p>

**Averiguar la duración de la tarea y, en función de la misma, comprobar que la frecuencia de los levantamientos no sobrepasa el límite recomendado.**

Esta pregunta, junto a las dos anteriores, verifica que no se sobrepasan los límites legales establecidos en materia de MMC, sin embargo, el hecho de que no se incumpla ninguno no lleva implícito que no haya riesgo. Siendo conveniente tomar datos y evaluar. En el siguiente punto se facilita un procedimiento simplificado que nos va a permitir verificar situaciones de riesgo tolerable de una forma rápida.

c. Esfuerzo físico - MMC	
19	<p><b>Procedimiento simplificado para la detección de riesgo por MMC:</b></p> <p>La siguiente lista de verificación permite determinar situaciones de riesgo tolerable mediante una evaluación rápida y sencilla. Si se incumple alguno de los ítems de la lista sería necesario evaluar con mayor detalle la tarea de manipulación.</p> <p><b>Procedimiento simplificado para la detección de riesgo por MMC:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Las cargas que se manipuladan son superiores a <b>6 kg</b>.</li> <li><input type="checkbox"/> Se levantan cargas o partes móviles de la máquina superiores a <b>3 kg</b> por encima del hombro o por debajo de las rodillas.</li> <li><input type="checkbox"/> Se levantan cargas o partes móviles de la máquina superiores a <b>3 kg</b> alejadas del cuerpo (a más de 63 cm).</li> <li><input type="checkbox"/> Se levantan cargas o partes móviles de la máquina superiores a <b>3 kg</b> con el tronco visiblemente girado (más de 30°).</li> <li><input type="checkbox"/> Se levantan cargas o partes móviles de la máquina superiores a <b>3 kg</b> más de 1 vez por minuto durante la jornada laboral.</li> </ul> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Alimentación      <input type="checkbox"/> Proceso      <input type="checkbox"/> Retirada</li> <li><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje      <input type="checkbox"/> Otros</li> </ul>

La Guía Técnica de MMC (INSHT, 1998) establece el límite de 3 kg para considerar una carga como potencialmente peligrosa para la región dorso-lumbar, por lo cual, cualquier carga que supere esta cifra deberá ser considerada como manipulación manual de cargas, mientras que las inferiores no deberán ser consideradas como tales.

La lista de verificación que se presenta en este punto permite determinar situaciones de riesgo tolerable de una forma rápida y sencilla, se trata de un procedimiento simplificado para la detección de riesgo por MMC. En el caso de que se marque alguno de los ítems que aparecen en la lista sería recomendable realizar una evaluación detallada de la tarea de manipulación.

En el caso de que se supere alguno, o varios, de los límites especificados en la lista de verificación se tendrá que evaluar con mayor detalle la tareas o tareas de manipulación manual de cargas. Para ello, se recomienda emplear el procedimiento establecido en la Guía Técnica de MMC del INSHT.

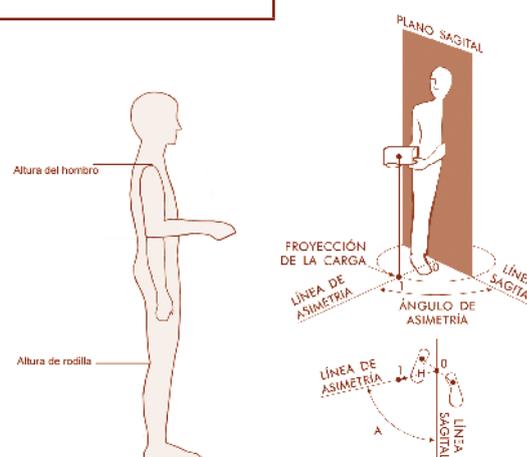


Figura 23.- Procedimiento simplificado para la detección de riesgo por MMC.

c. Esfuerzo físico - MMC	
20 (CLAVE)	<p>En el caso de que se manipulen cargas o partes móviles de la máquina entre <b>dos personas</b> ¿su peso es inferior al <b>peso máximo recomendado</b> en estos casos?</p> <p><input type="checkbox"/> Población general: peso máximo <b>33 kilos</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Mujeres, trabajadores jóvenes y mayores: peso máximo <b>20 kilos</b>.</p> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <p><input type="checkbox"/> Alimentación      <input type="checkbox"/> Proceso      <input type="checkbox"/> Retirada</p> <p><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje      <input type="checkbox"/> Otros</p>

**Comprobar que los pesos manipulados en equipo no exceden de los pesos máximos recomendados.**

La Guía Técnica de MMC (INSHT, 1998) establece para la manipulación en equipo el siguiente criterio: *“En un equipo de dos personas, la capacidad de levantamiento es dos tercios de la suma de las capacidades individuales.”*

A partir de lo cual se establecen los siguientes límites de peso en función de la población expuesta:

**25 kilos x 2 (personas) x 2/3 (factor penalización) ≅ 33 kilos (Población general)**  
**15 kilos x 2 (personas) x 2/3 (factor penalización) ≅ 20 kilos (Mayor protección)**

Esta misma Guía también incluye indicaciones para el cálculo del peso máximo recomendado en levantamientos en equipos de tres personas.

c. Esfuerzo físico - MMC	
21	<p>En el caso de que se manipulen cargas o partes móviles de la máquina con una sola mano ¿su peso es inferior al <b>peso máximo recomendado</b> en estos casos?</p> <p><input type="checkbox"/> Población general: peso máximo <b>15 kilos</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Mujeres, trabajadores jóvenes y mayores: peso máximo <b>9 kilos</b>.</p> <p>En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da:</p> <p><input type="checkbox"/> Alimentación      <input type="checkbox"/> Proceso      <input type="checkbox"/> Retirada</p> <p><input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje      <input type="checkbox"/> Otros</p>

**Observar si el trabajador manipula cargas con una sola mano, y en tal caso, comprobar que el peso no excede del peso máximo recomendado.**

La norma **UNE EN 1005-2** establece para la manipulación de cargas con una sola mano un factor de corrección (penalización) que reduce el peso a manipular un 40%. Aplicando esta penalización a los pesos límite recomendados anteriormente se tiene:

**25 kilos x 0,6 (factor penalización) = 15 kilos (Población general)**  
**15 kilos x 0,6 (factor penalización) = 9 kilos (Mayor protección)**

**c. Esfuerzo físico - MMC**

22	(Aplicar este punto cuando proceda)
	¿Se proporcionan <b>elementos técnicos auxiliares</b> <sup>1</sup> para mejorar las condiciones de manipulación?
	En caso de incumplimiento, marcar cuándo se da: <input type="checkbox"/> Alimentación <input type="checkbox"/> Proceso <input type="checkbox"/> Retirada <input type="checkbox"/> Ajuste/reglaje <input type="checkbox"/> Otros

- **Procede aplicar este punto:** cuando hay incumplimiento de alguna de las preguntas clave (16, 17, 18 y 20) (correspondientes a los límites establecidos por la Guía Técnica de MMC), o bien si tras la evaluación específica se detecta que existe riesgo.  
 - **No procede aplicar este punto:** cuando no hay incumplimiento de ninguna de las preguntas clave (16, 17, 18 y 20), ni se ha marcado ningún ítem en el punto 19.

**Observar si el trabajador dispone de medios técnicos auxiliares para la asistencia en aquellas manipulaciones de cargas que exceden los límites establecidos por la Guía Técnica de MMC.**

La mejor manera de eliminar los riesgos asociados al manejo manual es evitar la necesidad de tal manejo, coincidiendo en esta afirmación tanto la Guía Técnica de MMC del INSHT como la norma **UNE EN 1005-2**. Siendo, además, lo ideal atajar el problema en la fase de diseño del puesto de trabajo, es decir, a la hora de instalar una máquina nueva.

Existen diferentes niveles de asistencia de estos equipos, se pueden implantar desde sistemas completamente automatizados (paletización, grúas y carretillas elevadoras, sistemas transportadores, etc.), donde no es necesaria la intervención del esfuerzo humano, hasta equipos mecánicos controlados de forma manual (ingrávidos, transpaletas elevadoras neumáticas, carretillas y carros para tableros, mesas auxiliares, apoyos de rodillos, etc.) (Figura 24). Aunque algunos de estos elementos no eliminan la manipulación totalmente, consiguen reducirla.



Figura 24.- Elementos técnicos auxiliares de ayuda a la manipulación (Fuente: HSE).

Se debe analizar si pueden instalarse equipos y medios auxiliares si se detecta riesgo asociado a la MMC, o se realizan movimientos de precisión. Los medios técnicos auxiliares pueden disminuir los riesgos de lesiones músculo-esqueléticas, pero también pueden generar nuevos riesgos y afectar a otros métodos de manejo empleados en etapas posteriores. Conviene que estos elementos técnicos auxiliares sean eficientes en todas las condiciones de manipulación posibles.

En los casos donde proceda se deben considerar los límites para empuje y arrastre manuales de los medios técnicos auxiliares (norma de referencia: **UNE EN 1005-3**).

**c. Esfuerzo físico - MMC**

23 (CLAVE)	En el caso de que se manipulen cargas o partes móviles de la máquina <b>sentado</b> ¿su peso es inferior a los 5 kilos?
---------------	---

**En el caso de que se manipulen cargas sentado, comprobar que los pesos manipulados no exceden los 5 kilos.**

La Guía Técnica de MMC del INSHT establece, a modo de indicación, que *no se deberían manipular cargas de más de 5 kilos en postura sentada*, siempre que sea en una zona próxima al tronco, evitando manipular cargas a nivel del suelo o por encima del nivel de los hombros y giros e inclinaciones de tronco.

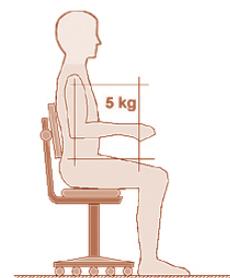


Figura 25.- Peso máximo recomendado en postura sentada.

<sup>1</sup> La Guía Técnica define **elementos técnicos auxiliares** como todos aquellos dispositivos (por ejemplo: empuñaduras, cuñas, ruedas, cintas transportadoras, grúas, camiones, plataformas elevadoras, etc.) que eliminan, parcial o totalmente, la necesidad de elevar o manejar cargas pesadas o mejoran las condiciones de manejo y, por ello, reducen la sobrecarga del cuerpo.

La justificación es que la capacidad de levantamiento mientras se está sentado es menor que cuando se manejan cargas en posición de pie, debido a que no se puede utilizar la fuerza de las piernas en el levantamiento, el cuerpo no puede servir de contrapeso y por tanto la mayor parte del esfuerzo debe hacerse con los músculos más débiles de los brazos y del tronco. También aumenta el riesgo debido a que la curvatura lumbar está modificada en esta postura.

**c. Esfuerzo físico - MMC**

24  
(CLAVE) En el caso de que se realicen **transportes manuales** de cargas ¿el peso acumulado transportado a lo largo de la jornada laboral sobrepasa el límite recomendado?

**En el caso de que se realicen transportes manuales de cargas, verificar que el peso acumulado transportado durante la jornada laboral no sobrepasa el límite establecido.**

Es importante tener en cuenta que se considera que existe transporte manual de cargas cuando el trabajador recorre distancias superiores a 2,1 metros sosteniendo el peso de una carga (> 3 kilos) con las manos.

Para el transporte de cargas la Guía Técnica de MMC del INSHT establece un límite de carga acumulada diariamente en función de la distancia de transporte:

**10.000 kg/día transportados para distancias de transporte de hasta 10 metros**  
**6.000 kg/día para distancias de transporte superiores a 10 metros**

**c. Esfuerzo físico - Fuerzas**

25 En el caso de que se realicen **empujes o arrastres de cargas o partes móviles de la máquina** (bastidores, carros, etc.) ¿el esfuerzo requerido para su realización es considerado ligero o normal?

(En caso de sobreesfuerzo marcar la parte corporal con la que se realiza)

- Dedos                       Brazos                       Pies                       Cuerpo completo  
 Manos                       Piernas                       Tronco

**Preguntar al trabajador si considera que los esfuerzos realizados durante la ejecución de la tarea son normales o ligeros, o por el contrario, identifica algún esfuerzo por encima de lo normal.**

En general se recomienda que no se empujen ni arrastren cargas por encima del nivel de hombros ni por debajo de la altura de los nudillos. En el caso de que el trabajador no considere el esfuerzo que realiza en el empuje o arrastre ligero o normal, será necesaria una evaluación más objetiva. La Guía Técnica de MMC del INSHT establece, a modo de indicación, los siguientes valores **límite para fuerzas de empuje y tracción:**

**Para poner en movimiento o parar una carga: 25 kilos (250 Newtons)**  
**Para mantener una carga en movimiento: 10 kilos (100 Newtons)**

De aplicación específica a máquinas, existe la norma **UNE EN 1005-3** cuyo título es: “Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas”. Esta norma incluye un procedimiento en tres pasos para la evaluación del riesgo asociado a la aplicación de fuerzas en máquinas con diferentes partes del cuerpo (mano, brazo, tronco, cuerpo completo, piernas y pies). Para la aplicación de este procedimiento es necesaria la realización de mediciones de fuerza en el puesto de trabajo con instrumental específico (**dinamómetros**).

**c. Esfuerzo físico - Fuerzas**

26	En el caso de que la fuerza física necesaria no pueda ser aplicada o resulte demasiado elevada, ¿está previsto el uso de medios mecánicos auxiliares?
----	---

**Observar si el trabajador dispone de medios mecánicos auxiliares para la asistencia en aquellas operaciones en las que la demanda de fuerza excede los límites establecidos por la Guía Técnica de MMC.**

En el caso de que la fuerza a ejercer durante la utilización de una máquina sobrepase los límites máximos recomendados (véase punto anterior) será necesario establecer medidas encaminadas a reducir o eliminar el esfuerzo realizado.

Existen algunos dispositivos que pueden mejorar y reducir el esfuerzo en ciertas operaciones de algunas máquinas, como por ejemplo los alimentadores automáticos en la tupí, la cepilladora, la sierra de cinta, etc. (Figura 26). Además, otros sistemas auxiliares, como por ejemplo los sistemas de sujeción pueden evitar que el operador levante todo el peso de las herramientas y equipos manuales, etc.

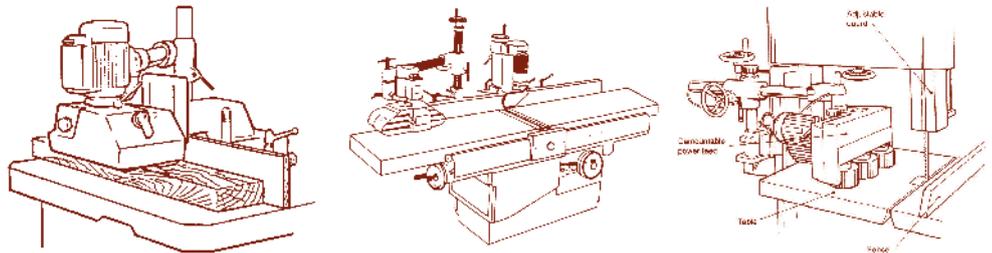


Figura 26.- Medios mecánicos auxiliares para reducir el esfuerzo en la operación de máquinas para la madera.

**c. Esfuerzo físico - Fuerzas**

27	En el caso de realizarse <b>movimientos de precisión</b> estos no requieren de la aplicación de fuerza.
----	---

**Observar si la tarea tiene algún tipo de demanda de precisión en su ejecución y, en tal caso, comprobar que la fuerza requerida es baja.**

En los agarres de precisión, la mano coge el objeto (pieza, mando, mango, etc.) entre la cara flexora del dedo y el pulgar. Cuando se realiza un agarre de precisión se utiliza los músculos pequeños de la mano que tienen mayor control nervioso, pero son más delicados y se fatigan antes, por esta razón el agarre de precisión sólo proporciona un 20% de la fuerza del de potencia.

En las tareas de precisión, se recomienda utilizar apoyos para los antebrazos, y para controles que deben ser manejados con precisión con los dedos, debe existir apoyo para la mano.

En algunos casos se unen requisitos de fuerza y precisión, lo que supone una situación desfavorable, por ejemplo en la **copiadora de talla**, en **torno manual** o en el **corte de chapa con cuchilla sobre patrón**.



Figura 27.- Agarre de precisión.

## 2. Diseño de dispositivos de información y mandos

### d. Dispositivos de información

28

¿La ubicación de los dispositivos de información visual permite su **detección**<sup>2</sup> e **identificación**<sup>3</sup> de forma **rápida y segura**?

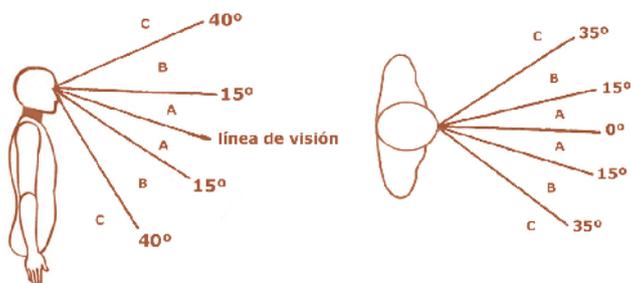


Figura 28. Campo visual para la detección de un indicador. (Línea de visión natural, de 15° a 30° por debajo de la horizontal).

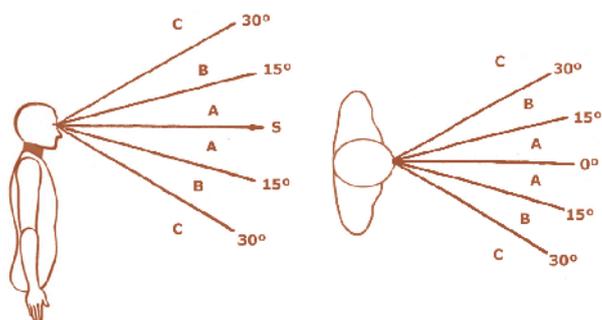


Figura 29. Campo visual para la detección de un indicador, cuando la máquina alerta al usuario. (Línea de visión dependiente del centro de atención principal).

Comprobar que, desde su posición habitual de trabajo, el operario puede visualizar todos los dispositivos de información de la máquina sin realizar ninguna postura forzada del cuello ni la cabeza (giros pronunciados, flexiones o inclinaciones altas).

El número de dispositivos de información visual está limitado por el campo de visión del trabajador, el cual restringe el área a controlar simultáneamente. A este respecto la norma **UNE EN 894-2** da recomendaciones sobre los **ángulos de visión** para la ubicación de los dispositivos de información. La figura 28 recoge estas recomendaciones en función de tres zonas: siempre que sea posible se debe utilizar la **zona A (zona recomendada)**; cuando no puede ser utilizada la zona A se puede utilizar la zona B (zona aceptable), no siendo conveniente escoger la **zona C (zona inadecuada)**.

En aquellos casos que la propia máquina alerte al usuario mediante una señal acústica, las recomendaciones varían (Figura 29).

Otro aspecto que hay que tener en cuenta a la hora de establecer las posiciones de los indicadores visuales es la **distancia visual**. Los ojos están relajados

cuando se enfocan al infinito (en la práctica a más de 6 metros), a medida que acercamos el punto de enfoque aumentamos el esfuerzo muscular necesario. A continuación, se dan algunas recomendaciones útiles:

- Si se requiere una visión continuada de un indicador se recomienda una distancia mínima de 50-70 cm para evitar fatiga por acomodación.
- Los indicadores de los instrumentos de medida deberían ser legibles a 1 metro de distancia.
- En la tabla 9 vienen recogidas las recomendaciones de tamaño mínimo para símbolos y caracteres en función de la distancia visual.

Tabla 9. Tamaño mínimo de los símbolos y caracteres en función de su distancia.

Distancia de visión	Tamaño de símbolos y caracteres
50 cm	2,5 mm
70 cm	3,7 mm
100 cm	5 mm

Deberán emplearse dispositivos acústicos cuando el campo de visión del operador esté ya completamente ocupado, o cuando el operador debe desplazarse perdiendo de vista el dispositivo de información. Se utilizan con frecuencia en combinación con indicadores visuales, para avisar que es necesario atender estos últimos. En estos casos, una vez detectada la advertencia, el usuario debe poder parar el dispositivo sonoro mientras que el visual permanece activo.

<sup>2</sup> Se define detección como el proceso perceptivo por el que el usuario se percata de la simple presencia de una señal.

<sup>3</sup> Se define identificación como el proceso perceptivo por el que la señal detectada es distinguida de otras señales.

d. Dispositivos de información	
29	¿Los dispositivos de información visual permiten una <b>interpretación</b> <sup>4</sup> de la información <b>clara e inequívoca</b> ?

Verificar que los tipos de dispositivos de información del equipo son adecuados para el tipo de tareas de percepción a realizar:

- Para la lectura directa de un valor medido se recomiendan dispositivos numéricos.
- Para lecturas de verificación se recomiendan dispositivos analógicos y escalas de 90°.
- Y para control de variaciones de valores medidos se recomienda dispositivos analógicos.

Cuando se emplea un indicador visual se pueden realizar tres tipos de observaciones fundamentales, a menudo casi simultáneamente. Estos tipos de observaciones son:

- Lectura de un valor medido:** es una tarea de percepción en la que se observa un valor cuantitativo indicado por un dispositivo. Por lo que la velocidad de variación de la indicación debe ser lo suficientemente pequeña como para permitir una observación precisa. Se recomienda que las cifras mostradas en los dispositivos numéricos no cambien más rápido de dos veces por segundo.
- Lectura de verificación:** es una tarea en la que verifica un valor predeterminado mediante una mirada rápida con objeto de ver si este coincide o, bien, esta comprendido dentro de un rango admisible.
- Control de variaciones de los valores medidos:** es una tarea en la que se observa el sentido y ritmo de variación de los valores medidos.

No todos los tipos de dispositivos son apropiados para los tipos de tareas de percepción antes mencionadas. La norma **UNE EN 894-2** recoge una tabla resumen con las adecuaciones de los dispositivos a las diferentes tareas de percepción (Tabla 10).

Tabla 10. Adecuación de los dispositivos de información visual para diversas tareas de percepción.

Tipo de dispositivo visual	Tarea de percepción			
	Lectura de un valor medido	Lectura de verificación	Control de variaciones en un valor medido	Combinaciones de tareas de percepción
<b>Dispositivo numérico</b> 	Recomendado	No adecuado	No adecuado	No adecuado
<b>Dispositivo analógico</b> 	Aceptable	Recomendado	Recomendado	Recomendado
<b>Escala de 90°</b> 	Aceptable	Recomendado	Aceptable	Aceptable
<b>Escala lineal horizontal o vertical</b> 	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

<sup>4</sup> Se define interpretación como la combinación de los procesos perceptivos y cognitivos por los que se reconoce el contenido y la significación de la señal identificada.

Los **dispositivos numéricos digitales**:

- Son adecuados para realizar lecturas precisas de valores numéricos con rapidez y exactitud.
- Son adecuados para ajustes lentos y precisos.
- No son adecuados para apreciar la velocidad de los cambios ni su dirección, así como su desviación respecto a valores de referencia.

Los **dispositivos analógicos**:

- Se utilizan para lectura de información cuantitativa (lectura rápida de valores aproximados).
- Tienen una precisión y velocidad de lectura menor que los digitales debido a la necesidad de interpolar.
- Permiten apreciar la velocidad de cambio y su dirección. También permiten apreciar rápidamente la diferencia existente con un valor concreto, lo que los hace indicados para realizar ajustes rápidos hasta un valor buscado.
- Es importante una correcta elección de la escala para evitar errores de lectura. Los factores a considerar en el diseño y selección de escalas vienen recogidos en la norma **UNE EN 894-2**.

En el caso de las **escalas lineales**:

- La idoneidad de una escala vertical u horizontal dependerá de las necesidades de compatibilidad; por ejemplo, del movimiento de los dispositivos de mando asociados que afecten a la lectura indicada. Si, por ejemplo, la variable a medir es una altura de nivel, se debe utilizar una escala vertical.
- Las ventajas de los indicadores rectos son su menor tamaño, y la posibilidad de colocar varios indicadores verticales en filas horizontales, permitiendo una rápida observación de discrepancias existentes.

Los **pictogramas y anuncios luminosos**:

- Son adecuados para indicadores de estado, avisos, alarmas o instrucciones. Consisten en etiquetas de texto o gráficas (pictogramas) iluminadas internamente. Los símbolos pueden representar objetos, lugares, personas, etc. con los que estamos familiarizados en el mundo real. Pueden estar combinados con indicadores luminosos.

Los **indicadores luminosos** utilizan luces de diferentes colores como indicador de estado, aviso, alarma o codificación.

A nivel más general, se recomiendan una serie de indicadores en función del tipo de información (Tabla 11):

Tabla 11. Criterios de selección de indicadores en función del tipo de información.

Tipo de información	Indicadores adecuados
Cuantitativa	Digitales, analógicos, pantallas (temporal)
Cualitativa	Analógicos, PVD
Estado	Luces, Colores, Anuncios luminosos, Símbolos gráficos
Aviso, alarmas	Luces, Colores, Anuncios luminosos, Símbolos gráficos, Señales acústicas
Codificación, identificación	Colores, Etiquetas de texto, Símbolos gráficos
Instrucciones	Información verbal, escrita o auditiva, Símbolos gráficos, PVD
Figurativos	Paneles gráficos, PVD

d. Dispositivos de información

30	El ritmo y sentido de las variaciones de información visual mostradas al trabajador son compatibles con el ritmo y sentido de las variaciones de información en la fuente que la origina (mandos, procesos, máquina, ...)?
----	--

Comprobar que los dispositivos de información visual se ajustan a los estereotipos de funcionamiento lógicos. Esto es fundamental en el caso de los dispositivos analógicos, donde los aumentos se deben asociar a movimientos de puntero o índice (Figura 30):

- en sentido horario en dispositivos circulares,
- de izquierda a derecha en dispositivos lineales horizontales,
- y de abajo hacia arriba en dispositivos lineales verticales.

Existen formas de funcionamiento de los indicadores que parecen más lógicas al usuario, y que son consecuencia básicamente de su experiencia con dispositivos similares, son los denominados estereotipos. Si los medios de presentación de la información, los movimientos de los mandos o las respuestas del sistema resultan incompatibles con las expectativas habituales del usuario, se producirá información contradictoria, lo que obligará al operador a un esfuerzo adicional para realizar la tarea.

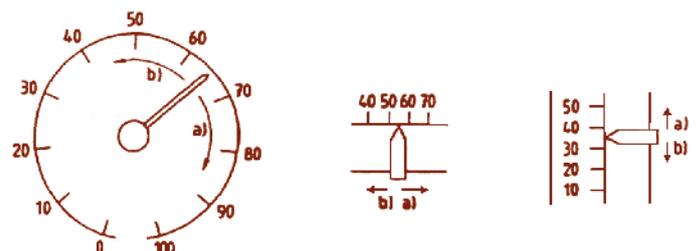


Figura 30.- Sentidos adecuados del movimiento de los índices: aumento (a), disminución (b). (Fuente: UNE-EN 894-2).

Algunos estereotipos comunes relativos a dispositivos de información visual son:

- Escala creciente en sentido horario para los indicadores analógicos circulares.
- Cero en la parte inferior izquierda (salvo en el caso de desviaciones respecto a cero, en que debe estar en la parte alta). En indicadores rectos el cero deberá estar a la izquierda si son horizontales o abajo si son verticales (sentido creciente de izquierda a derecha o de abajo hacia arriba).
- Respecto al sentido del movimiento del índice o puntero en indicadores analógicos se recomienda:
  - Para los indicadores circulares y cuadrantes sentido creciente en sentido horario.
  - Y para indicadores lineales sentido creciente de izquierda a derecha si son horizontales; o de abajo hacia arriba si son verticales.
- En lo que respecta a los pictogramas existen símbolos normalizados (normas ISO).

d. Dispositivos de información

31	¿Los dispositivos de información sonora facilitan su <b>detección e identificación</b> de forma <b>rápida y segura</b> ?
----	--

En el caso de que la máquina disponga de dispositivos sonoros, preguntar al trabajador si desde su posición habitual de trabajo puede escuchar las alarmas y señales sonoras sin interferencias.

Los dispositivos de información sonora (indicadores auditivos) son multidireccionales, no requieren que el usuario esté orientado hacia ellos y permiten transmitir la información incluso si el usuario está ocupado en otras tareas. En general permiten **manejar información simple y de corta duración**. Son los más adecuados cuando se requiere una acción inmediata o cuando para un suceso o acción el factor tiempo es importante. Por ejemplo, avisar a un trabajador sobre el comienzo o fin de un proceso o informar sobre el cambio de estado de un sistema.

Existen dos formas básicas de indicadores auditivos: **señales tonales y mensajes verbales**.

### Mensajes verbales

Los **mensajes verbales**, o hablados, son un medio más flexible y fácil de interpretar que las señales tonales. Estos admiten un mayor grado de complejidad que el tonal, pero debe ser de corta duración, siendo adecuado para usuarios no entrenados. Pueden consistir en mensajes pregrabados o en sistemas de síntesis de voz; estos últimos admiten mayor número de opciones y mayor versatilidad, aunque a costa de que sean menos inteligibles y que suenen con menos “naturalidad”. Pueden producir molestias a otros usuarios en ciertos ambientes.

### Señales tonales

La utilización más extendida de los indicadores auditivos de **señal tonal** es servir de aviso o alarma. Pueden ser simples (una sola frecuencia) o complejos; continuos o intermitentes.

#### d. Dispositivos de información

32

¿Los dispositivos de información sonora permiten una **interpretación** de la información **clara e inequívoca**?

**En el caso de que la máquina disponga de dispositivos sonoros, comprobar que se adaptan al tipo de información que se proporciona al trabajador.**

### Mensajes verbales

Los **mensajes verbales** son adecuados para instrucciones o advertencias siempre que no sean rutinarias, en cuyo caso producen molestia y cansancio en el usuario. Si se utiliza este sistema debe considerarse en el diseño cuántas repeticiones automáticas del mensaje son necesarias, así como si es necesario incluir un control para parar o repetir el mensaje.

### Señales tonales

Las **señales tonales** suelen servir de aviso de eventos temporales, para llamar la atención sobre la aparición de otros mensajes verbales o visuales, en alarmas o cuando se requiere una respuesta inmediata.

No es recomendable emplear un número excesivo de dispositivos de información sonora ya que el usuario podría confundirse en su interpretación. Por ejemplo, si se emplean señales tonales como codificación, debe tenerse en cuenta que el número de combinaciones que el usuario es capaz de distinguir es limitado. Las diferencias pueden ser de nivel sonoro, frecuencia, duración y combinaciones nivel-frecuencia. En la tabla 12 se indica el número máximo de combinaciones recomendadas en función del factor que se emplee en la codificación.

Tabla 12. Recomendaciones relativas a señales tonales.

Codificación	Número de combinaciones	
	Máximo posible	Máximo recomendado
Frecuencia	5	4
Nivel sonoro	5	3
Frecuencia y nivel	9	6
Duración	3	2

Cuando se requieran muchos dispositivos acústicos se debería considerar el recurrir a sistemas de alarma mediante voz o a mensajes verbales.

d. Dispositivos de información	
33	¿Se proporciona únicamente la información necesaria al operador?

**Observar que no se da información innecesaria al trabajador.**

Es muy importante la **adecuación de la información** ya que la falta de información así como la información innecesaria incrementan la carga de trabajo mental, debido a que le operador tiene que tomar decisiones basadas en información insuficiente o bien filtrar la información superflua. Es por ello que debe proporcionarse sólo la información que sea necesaria.

En el caso de pantallas de visualización la densidad de datos mostrada de forma simultánea está relacionada con el tiempo que invierte el operario en localizar una información técnica concreta. A mayor densidad (cantidad de espacio relleno de caracteres) más tiempo se invierte; densidades superiores al 50% incrementan de una forma muy considerable el tiempo de localización de la información.

d. Dispositivos de información	
34	¿Se tiene en cuenta la prioridad y frecuencia de cada elemento de información?

**Comprobar que la información que se presenta al trabajador se hace en la forma que corresponde a su frecuencia de uso y urgencia.**

**Información visual**

Todos aquellos indicadores de uso más frecuente o importantes deben situarse en la **zona A** (véase punto 28), y los menos importantes pueden colocarse en la periferia del campo visual (Zona B e incluso Zona C, si fuese necesario).

Como indicador de estado, aviso o alarma se utilizan los **indicadores luminosos**. Existe normativa que regula los colores en avisos y alarmas, dependiendo su significado del color o de la intermitencia (Tabla 13).

Tabla 13. Recomendaciones relativas a indicadores luminosos.

Color	Luz continua	Parpadeo rápido	Parpadeo lento	Pulsador
Rojo	Alarma	Acción urgente para impedir alarma	No recomendado	Parada
Amarillo	Precaución, cambio o cambio inminente	Acción para impedir cambio	Cambio no deseado poco prioritario	Intervención
Verde	Seguridad, confirmación	No recomendado	Cambio de estado, discrepancia respecto a la acción, atención	Encendido, arranque
Azul	Cualquiera no asignado	No recomendado	Cambio de estado, discrepancia respecto a la acción, atención	Cualquiera no asignado
Blanco	Cualquiera no asignado	Necesaria acción urgente	Cambio de estado, discrepancia respecto a la acción, atención	Cualquiera no asignado

### Información sonora

Un factor muy importante a considerar es la identificación de la urgencia, ésta debe corresponder a la prioridad del dispositivo de información. El grado de urgencia percibida dependerá de la estructura y de otras características de la señal audible así como del entrenamiento y de la información de que disponga el operador. La urgencia de un dispositivo puede ser expresada, por ejemplo, por una frecuencia mayor y/o un ritmo más rápido. Cuando los dispositivos sonoros se utilicen como señales audibles de peligro deberá consultarse la **norma UNE EN 981**.

#### d. Dispositivos de información

35	¿Se observa la necesidad de algún dispositivo de información (visual o sonora) para llevar a cabo la tarea?
----	---

**Con todo lo visto hasta el momento, relativo a dispositivos de información, indicar si se detecta la falta de algún dispositivo que aporte información necesaria para la realización de la tarea, o que pueda reforzar a otro dispositivo existente.**

Deberán emplearse dispositivos acústicos o sonoros cuando el campo de visión del operador esté completamente ocupado, o bien, cuando el operador se desplace perdiendo de vista algún indicador para avisar que es necesario atender este último.

#### d. Dispositivos de información

36	¿El <b>tipo</b> de mandos se corresponde con los requisitos de las tareas de control a ejecutar?
----	--

**Verificar que los tipos de mandos del equipo son adecuados para el tipo de acción a realizar. Así por ejemplo:**

- Los pulsadores manuales son excelentes para la activación (puntual).
- Los interruptores giratorios son excelentes para selección (puntual).
- Y los volantes son excelentes para realizar un control continuo.

**En la tabla 15 viene recogido el grado de adecuación de los principales tipos de mandos a las diferentes acciones a realizar.**

Según se trate de un accionamiento puntual o continuo es más recomendable emplear un tipo de mandos u otros. En general se pueden considerar los siguientes **tipos de acciones** a realizar con un mando (Tabla 14):

Tabla 14. Tipos de acciones a realizar con un mando.

Mandos utilizados para momentos concretos	Mandos utilizados para acciones continuas
- Activación - Entrada de datos - Selección (de un punto determinado)	- Selección continua (p.e. frecuencia de una radio) - Control continuo (p.e. mantener la dirección de marcha de un vehículo)

En la tabla 15 se muestra el grado de adecuación de los principales tipos de mandos (Figura 31) para los diferentes tipos de acciones.

Tabla 15. Grado de adecuación de los principales tipos de mandos.

MANDO	Accionamiento puntual			Accionamiento continuo	
	Activación	Entrada de datos	Selección	Selección continua	Control continuo
Pulsador manual	Excelente	Bueno	No recomendado	No aplicable	No aplicable
Pulsador de pie	Bueno	No aplicable	No recomendado	No aplicable	No aplicable
Interruptor de palanca	Bueno, pero propenso a activación accidental.	No aplicable	Bueno	No aplicable	No aplicable
Interruptor giratorio	Utilizable. Pueden confundirse sus posiciones.	No aplicable	Excelente	No aplicable	No aplicable
Botón	No aplicable	No aplicable	Pobre	Bueno	Regular
Manivela	Sólo si hay que hacer mucha fuerza	No aplicable	No aplicable	Regular	Bueno
Volante	No aplicable	No aplicable	No aplicable	Bueno	Excelente
Palanca	Bueno	No aplicable	Bueno	Bueno	Bueno
Pedal	Regular	No aplicable	No aplicable	Bueno	Regular



Figura 31. Principales tipos de mandos.

**e. Mandos**

37	¿La <b>función</b> de cada mando es fácilmente identificable y distinguible de la función de los mandos adyacentes?
----	---

**Comprobar que los mandos se encuentran correctamente identificados.**

Es conveniente que las etiquetas de identificación, los pictogramas y otros textos o símbolos informativos estén emplazados sobre, o próximos, a los dispositivos de información y de mando a los que estén asociados de forma que sean visibles por el operador cuando se accione el mando. Es preferible que estas identificaciones estén colocadas sobre el elemento en cuestión. Las etiquetas deben estar escritas en lenguaje local, y ser claramente visibles. Además, la codificación de los diferentes mandos debe ayudar a que estos sean fácilmente distinguibles unos de otros (color, tamaño, forma, etiquetas,...) Esta medida puede evitar errores y ahorra tiempo.

e. Mandos	
38	¿El desplazamiento de los mandos está de acuerdo a la naturaleza de control a realizar?

Comprobar que los mandos se ajustan a los estereotipos de funcionamiento lógicos. Correspondiéndose con un incremento los siguientes desplazamientos de los mandos: girarlo en sentido horario, moverlo hacia delante, hacia la derecha o subirlo.

La operación eficaz de los controles necesita que éstos funcionen en la forma que el usuario espera que lo hagan. Existen **formas de funcionamiento de los controles** que parecen más lógicas al usuario, y que son consecuencia básicamente de su experiencia con dispositivos similares, son los denominados **estereotipos**. Existen estereotipos tan fuertes que el usuario responde a ellos por puro reflejo. Aunque es posible entrenar a un usuario en el manejo de controles que no sigan estos estereotipos, es siempre ventajoso considerarlos en el diseño pues disminuirá la necesidad de entrenamiento de los operarios, su tiempo de aprendizaje y las posibilidades de error, sobre todo en caso de emergencia.

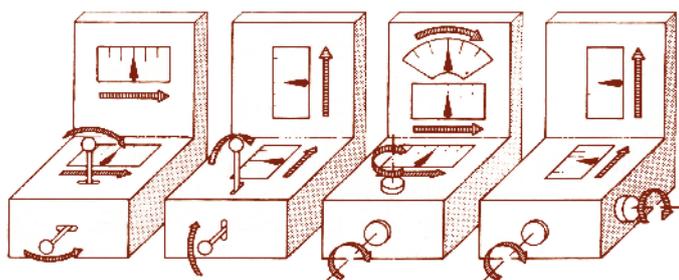


Figura 32. Estereotipos más comunes.

Algunos estereotipos comunes (Figura 32) son:

- El giro de un mando rotativo en sentido horario produce un incremento (una excepción importante es el cierre y apertura de grifos y válvulas de agua y gas).
- Subir, mover hacia adelante o hacia la derecha un mando lineal o una palanca produce un incremento. Y el sentido contrario una disminución.
- Bajar o mover hacia adelante un mando lineal o una palanca produce el descenso de grúas o de elementos de una máquina. Sentido contrario para la elevación.
- Selectores de pasos con dos pulsadores, apretar el de la derecha produce incremento.
- Un pulsador hundido indica que un proceso está activado, si está levantado indica paro o detención.
- Interruptores de palanca hacia arriba o basculantes con la parte superior más alejada o la derecha hundida indican marcha o arranque.
- Girar un volante en sentido horario para que el movimiento sea hacia la derecha.

e. Mandos	
39	¿Los mandos de uso frecuente están situados al alcance inmediato de las manos o de los pies del operador?

Observar si el trabajador puede alcanzar todos los mandos de uso frecuente sin adoptar posturas forzadas de brazo, tronco o piernas (estiramiento del brazo, inclinación o giro del tronco, estiramiento de la pierna, giro de tobillo, etc.).

El trabajador debe poder alcanzar cómodamente, y desde la posición normal de trabajo, todos aquellos elementos con los que interactúa frecuentemente en la máquina. Esta medida ahorra tiempo y esfuerzo. Además, los controles situados a excesiva altura provocan dolor de hombros y los colocados demasiado bajo causan dolor de espalda.

**Zona de alcance cómodo de la mano**

Los controles más importantes deben situarse frente al operador, de manera que la operación de control se realice a una altura alrededor del codo, sin inclinaciones ni giros del cuerpo. Los mandos principales deben estar situados en el área preferente de movimiento de las manos, esto es: a la altura del codo, entre 15 y 40 cm por delante del cuerpo, y no más de 40 cm hacia los lados (Figura 33).

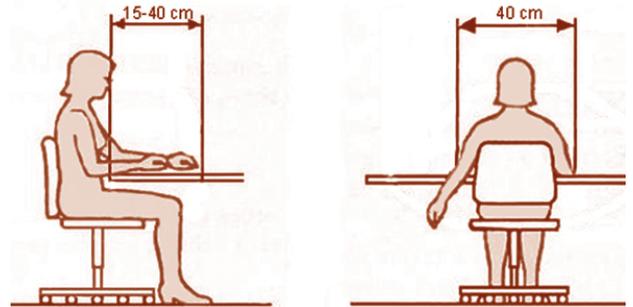


Figura 33.- Zona de alcance inmediato con la mano.

Algunos fabricantes han incorporado a sus máquinas paneles de control suspendidos, que quedan a la altura de los ojos, y que incorporan portadocumentos. Esta configuración de mandos es más flexible, al posibilitar al operario ajustar la posición y altura de los mismos.

**Zona de alcance cómodo con el pie**

Los pedales y pulsadores de pie, deberán de poder ser accionados sin perder el contacto del talón con el suelo empleando únicamente la punta del pie siempre que sean accionados en postura de pie. Por lo tanto, no debe ser de gran recorrido, pudiendo accionar con el movimiento del tobillo; el rango de desplazamiento debe de estar comprendido entre 12 y 65 mm.

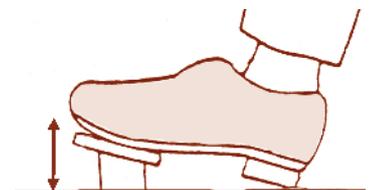


Figura 34.- Desplazamiento pedal.

En el caso de que los pedales tengan que ser accionados perdiendo el contacto del pie con el suelo, o haya que ejercer fuerzas intensas, se debe accionar en postura sentada y contar con respaldo adecuado; o bien, se puede considerar la posibilidad de emplear un accionamiento manual.

La norma **UNE EN 6682** define una zona de ubicación recomendable para los mandos de pie que se sitúa, tomando como referencia el respaldo del asiento, a una profundidad comprendida entre 600 y 1000 mm; siendo su anchura de 500 mm (centrada respecto al trabajador). La altura va a depender del ángulo de la rodilla, aumentado la altura con la profundidad del alcance.

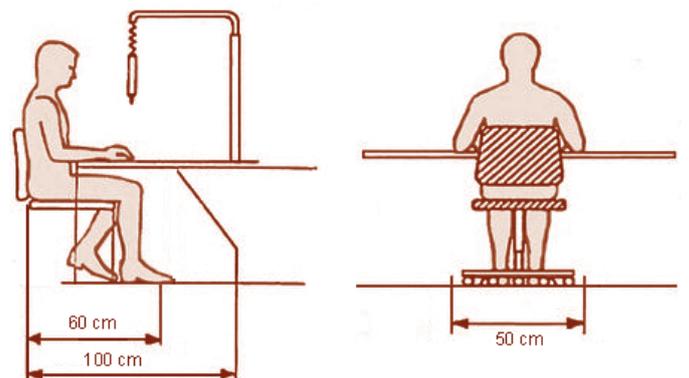


Figura 35.- Zona de ubicación de los mandos accionados por pie.

e. Mandos	
40 (CLAVE)	¿La <b>parada de emergencia</b> está al alcance inmediato de operador?

**Comprobar que el trabajador puede alcanzar la parada de emergencia desde la posición, o posiciones de trabajo.**

La norma **UNE EN 150 13850** especifica que los órganos de accionamiento de la parada de emergencia deben estar diseñados para que puedan ser accionados con facilidad por el operador y por otras personas que puedan verse en la necesidad de accionarlos. Estos deben estar dispuestos de manera que sean claramente visibles y fácilmente accesibles (véase punto anterior).

Una alternativa es, cuando sea posible, automatizar las acciones de emergencia, haciendo que la maquinaria se desconecte automáticamente en el caso de que un trabajador penetre de forma inadvertida en un área peligrosa (p.e. mediante alfombras de presión, barreras fotoeléctricas, cordones de emergencia, etc.).

e. Mandos	
41	¿Se ha tenido en cuenta en la <b>distribución de los mandos</b> el orden de las operaciones a realizar y su significado para garantizar una operación inequívoca y funcional?

**Observar si la forma en que están colocados los mandos es compatible con la secuencia de operación de los mismos o, por el contrario, existe algún elemento de control que pueda dar lugar a equívocos.**

Es común la realización de secuencias de operación en un orden determinado, que se repite con frecuencia. La ubicación de los controles y de los indicadores asociados debe respetar esta secuencia en lo posible. **El orden de operación debe ir de izquierda a derecha, o de arriba hacia abajo.**

Además, los controles (e indicadores) con funciones similares o relacionadas deben ir agrupados. Los grupos pueden distinguirse mediante líneas de demarcación, separación en el panel, codificación con colores, etc. Si no van juntos, los controles e indicadores deben estar distribuidos siguiendo la misma organización.

Se debe tener en cuenta el *principio de espacio para los movimientos*, es decir, la distancia que separa los diferentes dispositivos de mando debe ser la óptima para asegurar un accionamiento eficaz ya que una distancia demasiado grande puede requerir movimientos inútiles mientras que una distancia excesivamente pequeña incrementa el riesgo de efectuar accionamientos involuntarios (véase siguiente punto).

e. Mandos	
42 (CLAVE)	¿El <b>mando de arranque</b> está proyectado, seleccionado y dispuesto de tal manera que se evita su operación involuntaria? ¿Y el resto de mandos?

**Comprobar que el trabajador no puede arrancar la máquina de forma involuntaria.**

Existen diferentes formas de evitar el accionamiento accidental de un control. La importancia que pueda tener la activación inapropiada del control determinará el mecanismo o mecanismos de seguridad utilizados. A continuación, se comentan las diferentes alternativas para evitar accionamientos involuntarios de mandos:

- Cubrirlo o protegerlo, teniendo en cuenta que los cobertores no deben esconder y dificultar la visión del mismo.
- Emplear mandos que requieran suficiente resistencia al movimiento, de manera que un contacto ligero no lo active. Se recomienda sustituir los controles que puedan ser activados accidentalmente por controles que tengan más resistencia y sean más difíciles de activar. La fuerza mínima recomendada para evitar accionamientos involuntarios es de 5 Newtons.
- Emplear controles que requieran dos acciones diferentes (por ejemplo, tirar hacia el operador y después tirar hacia el suelo), o la necesidad de dos controles para la activación. De forma que un contacto accidental con el mando no produce su accionamiento accidental.
- Proteger mediante llave.
- Situar los controles importantes en zonas de alcance improbable durante la operación normal de la máquina. Lógicamente, los controles deberían ser en todo caso fácilmente accesibles.
- Separar los controles de manera que el espacio entre ellos sea suficiente para que el operario no accione un control cuando está alcanzando otro.

## e. Mandos

43

Las máquinas de tipo o función similar, ¿mantienen la misma distribución de mandos?

**En el caso de que existan varias máquinas del mismo tipo verificar que los mandos principales siguen la misma distribución.**

El hecho de que máquinas similares mantengan una distribución de mandos también similar facilita su control y reduce el riesgo de error. Se debe estandarizar la localización de los controles comunes en máquinas similares.

## e. Mandos

44

¿Cómo califica el trabajador el **esfuerzo físico** necesario para accionar los mandos: **ligero, normal o pesado**? (Marcar **NO** en el caso de que algún mando sea calificado como pesado)

¿Qué mando/s? \_\_\_\_\_

**Preguntar al trabajador sobre cómo percibe el esfuerzo requerido para accionar los mandos de la máquina.**

En el caso de que éste no perciba como ligero o normal el esfuerzo que realiza, se debería de llevar a cabo una evaluación más objetiva.

En este punto hay que señalar que gracias a los sistemas de control electrónico que incorporar muchas máquinas, con capacidad de almacenar cientos de programas de trabajo, se reduce al mínimo la necesidad de intervención del operario y se agilizan los tiempos de puesta a punto de la máquina.

### 3. Interacción con el ambiente físico de trabajo

Un diseño adecuado de las condiciones ambientales (disminución del ruido y las vibraciones, ambiente térmico, iluminación, etc.), además de proporcionar confort (acústico, térmico y visual) al usuario, puede reducir la intensidad de la carga de trabajo mental, proporcionando condiciones óptimas para la percepción y el tratamiento de la información.

Las condiciones ambientales planteadas en este cuestionario van a ser tratadas desde el punto de vista del confort, una vez que se ha tenido en cuenta que dichas condiciones se encuentran en niveles adecuados desde el punto de vista de la Higiene Industrial. Si no es así se deberá realizar las mediciones específicas correspondientes y seguir las recomendaciones indicadas en los informes derivados de dichas mediciones.

**Previo a la aplicación de este bloque investigar si se han realizado mediciones ambientales en el puesto y, en su caso, seguir las recomendaciones indicadas en los informes.**

#### f. Ruido y vibraciones

**Aplicación:** Se debe aplicar este bloque si no se han realizado mediciones en el puesto, o las hay y están por debajo de los límites establecidos. Si las mediciones superan los límites estipulados marcar directamente como INCORRECTO.

#### f. Ruido y vibraciones

45	<p>Las <b>emisiones de ruido de la máquina</b> no resultan molestas ni inseguras, de manera que el trabajador no percibe ningún ruido que le resulta molesto o le limita el desarrollo normal de las tareas (le impide escuchar señales sonoras importantes, impide su concentración, etc.)</p> <p><i>(En el caso de contestación negativa marcar el tipo de ruido que percibe el trabajador)</i></p> <p><input type="checkbox"/> El ruido es constante y molesto durante todo el día.</p> <p><input type="checkbox"/> Existen variaciones periódicas del nivel de ruido acusadas y molestas.</p> <p><input type="checkbox"/> Hay ruidos de impacto frecuentes, molestos o que producen sobresaltos.</p> <p><input type="checkbox"/> En determinados periodos horarios el nivel de ruido es molesto.</p> <p><input type="checkbox"/> Otras: _____</p> <p><i>(En el caso de contestación negativa indicar la fuente de ruido, si la puede determinar)</i></p> <p><input type="checkbox"/> _____</p>
----	--

**Teniendo en cuenta la definición más conocida del ruido, como un sonido no deseado y molesto, se preguntará al trabajador sobre si le molesta algún tipo de ruido producido por la máquina durante su utilización.**

También, puede ser que éste no produzca molestias pero pueda impedir el desarrollo normal de las tareas, bien porque impide oír señales acústicas relevantes, porque obliga a elevar el tono de voz en una conversación, porque impide la concentración, etc. En estos casos también debería de marcarse la pregunta.

En el caso de que el trabajador señale la presencia de ruido (atribuible a la máquina) se le preguntará por la naturaleza del mismo, así como su causa (si la puede determinar).

La valoración de confort acústico no es sencilla, para conocer y valorar el malestar de una persona o de un colectivo frente al ruido, sería necesario crear una escala que relacionara la respuesta subjetiva de las personas con los valores que alcanzan las caracte-

rísticas físicas del ruido. Existen diferentes índices de valoración de ruido y su aplicabilidad a la valoración de las molestias, es por ello que es función de un técnico especializado la realización de estas mediciones.

Limitándonos al tema del ruido hay que tener en cuenta el **Real Decreto 286/2006** por el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

**f. Ruido y vibraciones**

46	¿Durante el uso del equipo se percibe transmisión de <b>vibraciones</b> al trabajador?
----	--

**Observar sí el equipo transmite vibraciones al trabajador.**

Algunas máquinas transmiten vibraciones, al cuerpo humano, que pueden producir lesiones en los músculos y articulaciones y afectar al flujo sanguíneo. Además, las vibraciones aumentan la fuerza de agarre requerida para controlar las herramientas. Se recomienda: seleccionar equipos con bajo nivel de vibraciones, adquirir equipos con empuñaduras que aíslen de las vibraciones o cubrirlas con espuma aislante, emplear guantes anti-vibraciones, rotar a los trabajadores para reducir la exposición, etc.

En el caso de que se perciba transmisión de vibraciones perjudiciales al trabajador se debería de determinar el nivel de exposición al que se encuentra sometido éste. La determinación de las vibraciones a las que se encuentra sometido el operador se mide a través de los métodos establecidos en el **Real Decreto 1311/2005**, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las vibraciones mecánicas. Estas mediciones son complicadas y deben de ser realizadas por personal técnico especializado.

**g. Confort térmico**

**Aplicación:** Se debe aplicar este bloque si el equipo incide, o puede incidir, sobre el ambiente térmico (temperatura, humedad o generación de corrientes de aire). Por ejemplo: prensas de platos calientes, hornos de secado, etc. En el caso de que no incida, no procede aplicar las preguntas de este bloque.

**g. Confort térmico**

Es difícil establecer exactamente los parámetros de un ambiente térmico confortable, entre otras razones porque las personas se sienten confortables en situaciones diferentes: cuando una persona tiene calor, otra persona en las mismas condiciones encuentra aceptable esa temperatura. Para analizar la influencia climática en el confort o malestar térmico de una persona se emplea el concepto de **temperatura efectiva**. Ésta se compone de diferentes factores ambientales medibles: temperatura, humedad relativa del aire y velocidad del aire. En los puntos 47, 48 y 49 se revisan estos factores.

47	<p>¿La <b>temperatura</b> es adecuada?</p> <p><i>(En el caso de contestación negativa indicar lo que proceda:)</i></p> <p><input type="checkbox"/> Frío (Invierno)   <input type="checkbox"/> Frío (Primavera/Otoño)</p> <p><input type="checkbox"/> Calor (Verano)   <input type="checkbox"/> Calor (Primavera/Otoño)</p>
----	--

Se preguntará al trabajador sí considera que la temperatura durante la utilización de la máquina es adecuada. Y en el caso de que la contestación sea negativa se marcará en el cuestionario el problema que señale el trabajador; siendo recomendable, en tal caso, la realización de una evaluación más objetiva.

g. Confort térmico	
48	<p>¿La <b>humedad</b> ambiental es adecuada?</p> <p>(En el caso de contestación negativa indicar lo que proceda:)</p> <p><input type="checkbox"/> Ambiente demasiado seco    <input type="checkbox"/> Ambiente demasiado húmedo</p>

Se preguntará al trabajador si considera que la humedad ambiental es correcta durante la utilización de la máquina. En el caso de que la contestación sea negativa se marcará el problema que señale el trabajador; siendo recomendable, en tal caso, la realización de una evaluación más objetiva.

g. Confort térmico	
49	<p>¿La máquina genera <b>corrientes de aire</b> que pueden ocasionar molestias al trabajador?</p>

Se preguntará al trabajador si detecta corrientes de aire que le resultan molestas durante la utilización de la máquina. En el caso de contestación negativa será recomendable una evaluación más objetiva.

h. Confort visual	
<p>Aplicación: Se debe aplicar este bloque siempre.</p>	

h. Confort visual	
50 (CLAVE)	<p>El <b>nivel de iluminación</b> en la posición habitual de trabajo es apropiado para la realización de la tarea.</p>

Comprobar que el nivel de iluminación en la posición habitual de trabajo, en la máquina, es apropiado para el tipo de tarea a realizar.

La zona de trabajo en la máquina y su entorno inmediato debe estar correctamente iluminada, el nivel de iluminación requerido depende de las exigencias del tipo de tarea a realizar. El **Real Decreto 486/1997**, sobre las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo, establece en su artículo 8: “La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud”. En el anexo IV de éste, vienen recogidas los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo en función de las exigencias visuales de la tarea.

En el caso de que se detecte un nivel insuficiente de iluminación se deberá de realizar una medición por parte de personal técnico especializado, y aplicar las medidas correctoras correspondientes.

h. Confort visual	
51	<p>Desde la posición habitual de trabajo en la máquina se ha tenido en cuenta que no existan <b>oscilaciones de luz</b>.</p>

Observar que no se dan, ni pueden darse, oscilaciones de luz que puedan resultar molestas al trabajador.

La presencia de oscilaciones de luz puede ser debida a diversos factores; pueden estar originadas por los cambios en la intensidad y flujo de la luz proveniente del exterior, o a

la falta de uniformidad de la iluminación artificial. Es importante la supresión de la luz oscilante, ya que fatiga los ojos y es molesta, debido a que obliga al ojo (pupila) a adaptarse para ajustarse a las diferentes iluminaciones de los objetos, y esto requiere de un período de adaptación que dependerá de las condiciones.

Aunque el uso de la luz natural reduce los costes de energía y presenta muchas otras ventajas, puede en algunos casos ocasionar variaciones de luminosidad. Es más eficiente y confortable trabajar en un local en el que no haya grandes variaciones de luminosidad.

El primer problema puede subsanarse:

- Empleando sistemas que permitan regular el flujo de entrada de luz proveniente del exterior (cortinas, persianas, etc.)
- Instalando interruptores diferentes para las luminarias situadas junto a las ventanas y para las situadas lejos de las ventanas. De esta manera, las luminarias situadas junto a las ventanas pueden ser apagadas cuando haya suficiente iluminación natural.

Mientras que los posibles problemas debidos a las oscilaciones o parpadeos de la iluminación artificial pueden solucionarse adoptando alguna de las siguientes medidas:

- Empleando montajes compensados mediante la conexión de las fuentes de luz a las tres fases de la red eléctrica.
- Utilizando balastos electrónicos para las luminarias.
- Alimentando las lámparas con corriente continúa.

**h. Confort visual**

52	Desde la posición habitual de trabajo se han evitado <b>deslumbramientos o brillos</b> molestos.
----	--

**Comprobar que no se dan deslumbramientos o brillos que puedan resultar molestos al trabajador.**

El **deslumbramiento** se produce por la presencia en el campo visual de una fuente de luz brillante. Sus consecuencias son molestias, fatiga visual, disminución en la capacidad para distinguir objetos e incluso errores y accidentes. El confort visual depende en gran medida de la ausencia de **brillos** molestos. Los brillos excesivos que pueden ocasionar molestias y reducir la capacidad de visión están motivados generalmente por una visión directa de la fuente de luz (deslumbramiento directo), o bien, debido a la visión indirecta sobre una superficie reflectante (deslumbramiento por reflejos).

La situación de la fuente de luz tiene gran importancia en la aparición del deslumbramiento por reflexión. Para evitar deslumbramientos molestos es necesario aplicar una serie de medidas encaminadas a controlar todas las fuentes luminosas existentes dentro del campo visual, como son:

- Instalar persianas o cortinas en las ventanas.
- Emplear luminarias con difusores o pantallas que impidan la visión del cuerpo brillante de las lámparas. El apantallamiento debería efectuarse en todas aquellas lámparas que puedan ser vistas, desde cualquier zona de trabajo, bajo un ángulo menor de 45º respecto a la línea de visión horizontal.

En lo que concierne al control del deslumbramiento provocado por los reflejos, se pueden utilizar los siguientes procedimientos:

- Emplear materiales con acabados mate en las superficies de trabajo y del entorno.

- Instalar las luminarias respecto al puesto de trabajo de manera que la luz llegue al trabajador lateralmente. En general, es recomendable que la iluminación le llegue al trabajador por ambos lados con el fin de evitar también las sombras molestas cuando se trabaja con ambas manos.
- Emplear luminarias con difusores, así como techos y paredes de tonos claros.

#### h. Confort visual

53

En la zona de trabajo se ha asegurado que no existen **sombras** que pueden dar lugar a confusiones.

#### Comprobar que no existen sombras que puedan resultar molestas al trabajador.

El confort visual depende también de la ausencia de **sombras excesivas**, lo cual se consigue mediante una buena distribución de las luminarias y la reflexión de las paredes y techos claros, así como mediante un buen diseño de los puestos de trabajo.

La colocación y espaciamiento de las luminarias así como el tipo de lámparas dependerá tanto del tipo de tarea como de las características del local. El requisito es obtener una luz suficiente, precisa y lo más uniforme posible, evitando las zonas de sombra y los grandes contrastes.

#### h. Confort visual

54

Se ha tenido en cuenta que ninguna parte móvil de la máquina genere efecto estroboscópico.

(En el caso de contestación negativa indicar la parte de la máquina para la cual se produce este efecto): \_\_\_\_\_

#### Verificar que ninguna parte móvil del equipo puede generar efecto estroboscópico.

El **efecto estroboscópico** es debido a la luz fluctuante, y se manifiesta principalmente en las máquinas giratorias debido a que su velocidad se sincroniza con la frecuencia de la fluctuación del flujo lumínico. El **efecto estroboscópico** provoca que un órgano de giro de una máquina parezca totalmente parado, estando en funcionamiento. Este hecho, además del riesgo obvio de seguridad que supone, puede originar discomfort visual asociado al hecho de que el trabajador ha de esforzarse en la vigilancia dado que un error puede ser crítico. Debe de reducirse la incertidumbre mejorando su detectabilidad tanto como sea posible.

Estos efectos pueden ser eliminados iluminando los órganos giratorios de las máquinas mediante un sistema auxiliar que utilice lámparas incandescentes. También pueden ser aminorados repartiendo la conexión de las lámparas fluorescentes de cada luminaria a las tres fases de la red, pero actualmente la solución más eficaz consiste en alimentar dichas lámparas con balastos electrónicos de alta frecuencia.

#### h. Confort visual

55

El **contraste** para la tarea es adecuado, no existiendo grandes diferencias de luminosidad entre los elementos del puesto.

#### Observar que el contraste para en la realización de la tarea es adecuado.

El sistema de iluminación debe proporcionar contrastes lumínicos para una adecuada percepción de los objetos. La percepción de un objeto dentro de un ambiente depende de las diferencias de luminancia y de color entre el objeto observado y el fondo sobre el

cual se destaca. La sensibilidad al contraste es variable según el individuo y sus condiciones de adaptación.

La agudeza visual es máxima cuando la luminosidad de la tarea es similar a la existente en el campo visual del trabajador. Sin embargo, cuando la luminosidad de la tarea es muy diferente a la del entorno se puede producir una reducción de la eficiencia visual y la aparición de fatiga, como consecuencia de la repetida adaptación de los ojos.

El **Real Decreto 486/1997**, sobre las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo, establece las siguientes recomendaciones relativas a relaciones de contraste:

- **Tarea/superficie de trabajo (entorno inmediato): contraste inferior a 3:1.**
- **Tarea/espacio circundante (entorno alejado): contraste inferior a 10:1.**

Otras recomendaciones prácticas relacionadas con las anteriores y recogidas en el Real Decreto son:

- Las superficies grandes deben tener colores con luminancias similares, para evitar contrastes acusados que puedan distraer la atención del operario.
- Se recomienda elegir colores más o menos claros para las paredes y otras superficies del entorno, y emplear una iluminación general adecuada, de manera que la luminosidad del entorno no sea muy diferente a la existente en el puesto de trabajo.
- Evitar el uso de colores excesivamente oscuros o brillantes en paredes, techos y superficies de trabajo.

#### h. Confort visual

56

Se discriminan los **colores** correctamente.

#### Comprobar que los colores se discriminan correctamente.

El color es un aspecto que influye tanto en el reconocimiento de la información, como en la sensación de bienestar y en la apreciación que el trabajador tiene del entorno de trabajo.

Independientemente de que la tarea tenga unas exigencias relativas a la diferenciación de colores (por ejemplo: puestos de control de calidad, puestos de clasificación, etc.) existen otros elementos, que forman parte del equipo de trabajo, como son los dispositivos de información visual para los cuales existen también unos requisitos de discriminación cromática. Estos son:

- **Indicadores:** Utilizan luces de diferentes colores como indicador de estado, aviso, alarma o codificación. Para ampliar información se recomienda consultar el punto 34.
- **Pantallas:** Aunque los colores pueden emplearse por motivos meramente estéticos, lo cierto es que la selección de los colores aplicados a las imágenes y al fondo de la pantalla influyen en la percepción visual y la interpretación de la información que se recibe. La apariencia del color depende de varios factores, como la pantalla utilizada (luminancia, resolución, etc.), las imágenes (tamaño, colores adyacentes, etc.), el nivel de iluminación de la sala y también depende del propio usuario (capacidad para distinguir el color). La norma **UNE EN ISO 9241-8** especifica los requisitos para los colores representados en pantallas.

**h. Confort visual**

57

Para la realización de ajustes y reglajes en la máquina, ¿se ha dispuesto **iluminación auxiliar regulable** en previsión de que la iluminación ambiental sea insuficiente?

**En el caso de que no pueda garantizarse una iluminación ambiental suficiente, verificar que existe iluminación auxiliar regulable.**

Con el objeto de reforzar la iluminación general, si esta resulta insuficiente, se han de añadir focos luminosos cerca de la zona de trabajo de manera que se refuerza la primera. Los focos localizados han de estar protegidos para que la luz no incida directamente en el trabajador y para que no incida en puestos de trabajo cercanos.

Este tipo de iluminación se recomienda en tareas donde se requiera una gran exigencia visual o hayan obstáculos que obstruyan determinadas zonas.

## 4. Interacción en el proceso de trabajo

### i. Proceso de trabajo

58	Se ha tenido en cuenta que ningún elemento del equipo de trabajo obstaculice la <b>visión</b> al operador durante la realización de alguna tarea.
----	---

#### Verificar que no existe ningún elemento que pueda dificultar la visión del trabajador durante la realización de la tarea.

Debe garantizarse una correcta visibilidad, durante la realización de la tarea, tanto del área principal de trabajo como de los distintos dispositivos de visualización de la máquina. Por ello, no debe haber ningún elemento del equipo de trabajo que pueda obstaculizar la visión al operador. Se debe tener en cuenta también este aspecto en lo relativo a los elementos y dispositivos de protección. De modo especial se ha de tener en cuenta el color, material, forma, tamaño, etc.

Además, deben evitarse alturas bajas de visión ya que llevan asociadas posturas encorvadas, flexión de cuello, inclinación de cabeza, etc. Así como alturas elevadas, por llevar asociada, extensión de cuello o incluso omisión de la atención.

### i. Proceso de trabajo

59	Se ha evitado que el <b>ritmo de trabajo</b> del operador esté ligado al ciclo de trabajo de una máquina automática o semiautomática o a un dispositivo transportador. Y en el caso de que lo esté, es considerado correcto por el trabajador.
----	--

#### Observar si el ritmo de trabajo está impuesto por el equipo, y en tal caso, preguntar al trabajador si considera que el ritmo es correcto.

Hay que evitar al máximo el **ritmo impuesto** (sea éste lento o rápido). La recomendación general es no trabajar al ritmo de una máquina o una cadena de producción sino procurar que sea el trabajador el que pueda elegir el ritmo de trabajo. En puestos de trabajos con máquinas, cadenas de montaje, etc., hay que tener en cuenta que:

- Cada persona varía en sus capacidades para realizar el trabajo.
- El aburrimiento, la monotonía y el estrés reducen la capacidad para realizar el trabajo y son causa de accidentes.
- Los ritmos de trabajo fijos solo serán válidos para un pequeño número de trabajadores de la línea.
- Cuanto más crítica sea la tarea a realizar, más preferible es que el trabajador pueda ajustar el ritmo de trabajo.

Cuando es inevitable trabajar al ritmo de trabajo de una máquina hay que intentar conseguir unas condiciones de trabajo óptimas (rotaciones, mejora de la distribución del puesto, pausas, etc.).

### i. Proceso de trabajo

60	El equipo permite su utilización por operadores <b>diestros y zurdos</b> .
----	--

#### Observar si el equipo puede ser utilizado tanto por trabajadores diestros como por trabajadores zurdos.

La posible alternancia de las manos a la hora de manejar una máquina o herramienta permite reducir la fatiga muscular.

Los **controles** deben de poder manejarse tanto por operadores diestros como por zurdos. Aunque los primeros son mayoría, debe procurarse en lo posible que puedan utilizarse correctamente por ambos grupos. En este sentido no solo hay que atender el diseño intrínseco del control, también a su ubicación y distribución.

Aunque, en general, los **indicadores** deben estar a la izquierda del control, es preferible que éste se sitúe sobre el control ya que mejora la visibilidad para diestros y zurdos (preferiblemente en el mismo plano).

Las **herramientas** deberían de poder ser utilizadas con cualquiera de las dos manos. De este modo se facilita su utilización por parte usuarios zurdos, o diestros cuando tienen la mano dominante está lesionada u ocupada, y se posibilita alternar la mano para descansar.

i. Proceso de trabajo	
61	Las <b>herramientas y equipos portátiles</b> tienen una forma adecuada a la forma de la mano y permiten al operador utilizar movimientos naturales del cuerpo durante su uso.

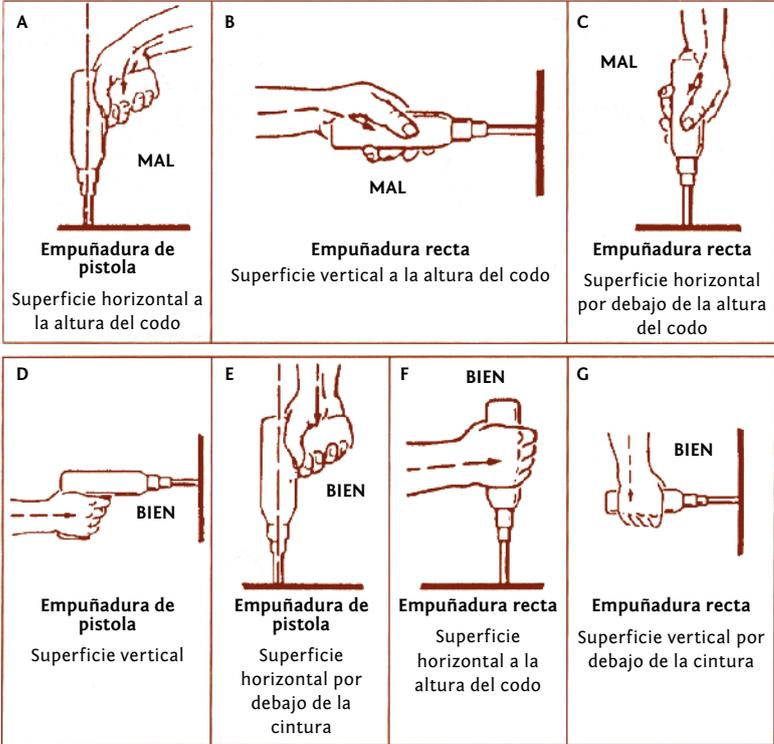
**Verificar que los aspectos fundamentales del diseño de la herramienta o equipo portátil cumplen con las recomendaciones ergonómicas recogidas en la tabla 16.**

Una herramienta manual debe adaptarse a los usuarios que van a utilizarla, y no causar fatiga excesiva ni demandar posturas o prácticas que requieran más esfuerzo del necesario, es decir, no debe producir lesiones.

Existen una serie de aspectos ergonómicos fundamentales del diseño de herramientas, para los cuales se han establecido unos valores y características recomendables (Tabla 16). La mayor parte de las recomendaciones de diseño de herramientas tratan sobre aspectos de diseño del mango, esto es así dado que el mango es el principal elemento de relación entre el usuario y la herramienta. Un diseño correcto del mango optimiza la utilización de la fuerza de agarre, mejora la postura de la mano-muñeca, mejora la seguridad durante su uso, etc.

Tabla 16.- Recomendaciones ergonómicas para herramientas manuales.

Aspecto del diseño	Recomendación
Longitud del mango	100-125 mm.
Diámetro del mango	30-50mm para agarres de potencia. 8-16 mm para agarres de precisión.
Sección del mango	Los mangos cilíndricos son más cómodos de agarrar, ya que no presentan cantos ni aristas.
Forma del mango	Los mangos en forma de cuña facilitan la aplicación de fuerzas a lo largo del eje de la herramienta. No se recomiendan las formas para alojar los dedos, ya que solo se adaptan a cierto número de usuarios.
Superficie del mango	Sin rebabas ni cantos abruptos. No deslizante, con realces o surcos que se opongan al mismo. Impermeable (disolventes, aceites,...) y aislante (eléctrico y térmico). Ligeramente compresible (pero que no permita la intrusión de virutas, etc.).

Aspecto del diseño	Recomendación
Ángulo y orientación	<p>El objetivo es mantener la muñeca en la postura lo más neutra posible (también el hombro y el brazo).</p>  <p><b>A MAL</b> Empuñadura de pistola Superficie horizontal a la altura del codo</p> <p><b>B MAL</b> Empuñadura recta Superficie vertical a la altura del codo</p> <p><b>C MAL</b> Empuñadura recta Superficie horizontal por debajo de la altura del codo</p> <p><b>D BIEN</b> Empuñadura de pistola Superficie vertical</p> <p><b>E BIEN</b> Empuñadura de pistola Superficie horizontal por debajo de la cintura</p> <p><b>F BIEN</b> Empuñadura recta Superficie horizontal a la altura del codo</p> <p><b>G BIEN</b> Empuñadura recta Superficie vertical por debajo de la cintura</p>

Por tanto las asas, mangos, etc., tienen que seleccionarse teniendo en cuenta estas recomendaciones.

**i. Proceso de trabajo**

62	<p>Las <b>herramientas y equipos portátiles</b> que tiene que sostener el trabajador durante su utilización requieren de un esfuerzo adecuado. (En caso de incumplimiento, indicar la situación que corresponda)</p> <p><input type="checkbox"/> Peso superior a <b>2,3 kilos</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Si se trata de tareas de precisión: peso superior a <b>0,4 kilos</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Fuerza de accionamiento, de gatillos o pulsadores, elevada.</p> <p><input type="checkbox"/> Otras: _____</p>
----	---

**Comprobar que el esfuerzo realizado por el trabajador durante el uso y manipulación de la herramienta o equipo portátil no sobrepasa los límites recomendados.**

Se recomienda que el usuario no soporte el peso de la herramienta cuando éste sobrepase los 2,3 kg; este es el peso límite por encima del cual puede aparecer fatiga en los grupos musculares de los antebrazos y los hombros, especialmente si se maneja alejada del cuerpo. Si el centro de gravedad de la herramienta está alejado de la muñeca, este valor debería ser menor. Lo ideal sería que las herramientas que deben ser soportadas por el trabajador no excediesen de 1,1 kg.

Para operaciones de precisión, el peso de la herramienta no debe sobrepasar los 0,4 kg, a menos que se utilicen sistemas de sustentación.

En lo que respecta a las fuerzas de activación deben mantenerse bajas, preferiblemente por debajo de 10N, para reducir la carga del dedo índice (consultar las especificaciones del fabricante para comprobar este aspecto). Además, las herramientas deben tener una seguridad adecuada que evite un accionamiento involuntario al coger la herramienta.

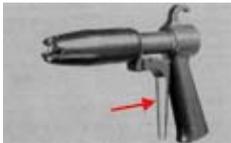
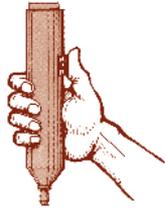
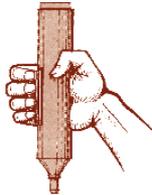
**i. Proceso de trabajo**

63	Las <b>herramientas y equipos portátiles</b> con accionamiento manual tienen los mandos fundamentales dispuestos de forma que el operador no tiene que soltar las empuñaduras para accionarlos.
----	---

**Comprobar que el trabajador no tiene que soltar la empuñadura de la herramienta o equipo portátil durante su accionamiento.**

Existen diferentes tipologías de accionamientos integrados en el propio mango, cada uno tiene una serie de ventajas e inconvenientes sobre el resto. En la tabla 17 vienen recogidas las principales tipologías.

Tabla 17.- Principales tipos de accionamientos en herramientas manuales.

Tipo de accionamiento	Ventajas	Inconvenientes
Gatillo de dedo índice 	Se acciona con la parte media del dedo índice disminuyendo la fuerza de los tendones. Por su precisión en el control, sirve también para regular la velocidad. Es adecuado cuando es necesario posicionar la herramienta antes de arrancarla.	Si el dedo índice se usa de forma excesiva puede aparecer el síntoma de dedo en gatillo.
Gatillo tipo palanca 	Fatiga menos al accionarse con todos o varios dedos, ya que se distribuye la fuerza. Es adecuado para operaciones repetitivas que no exigen precisión.	El agarre es inestable.
Gatillo de dedo pulgar 	Se puede accionar teniendo la herramienta firmemente agarrada. Se emplea en máquinas como los martillos neumáticos en los que las fuerzas aplicadas son elevadas, ya que el pulgar es el dedo más fuerte.	La herramienta debe sujetarse con un agarre de potencia (entre los dedos y la palma).
Arranque por palanca 	Se logra una gran firmeza en el agarre, al formar el accionamiento parte de la empuñadura. Es adecuado para trabajos con ciclos largos o que supongan una fuerza elevada en la herramienta.	

## 5. Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo

### j. Diseño de las tareas

64 (CLAVE)	¿Se dispone de un <b>manual de instrucciones</b> de la máquina?
---------------	---

**Verificar que existe un manual de instrucciones del equipo, y que la información contenida en el mismo es comprensible por el trabajador.**

De conformidad con el **Real Decreto 1215/1997**, (por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo) artículo 5, **el empresario debe garantizar que el trabajador recibe la información adecuada** sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como de las medidas preventivas a adoptar. Además, esta información (preferiblemente escrita) deberá contener como mínimo las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.
- Cualquier otra información de utilidad preventiva.

**La información deberá ser comprensible para los trabajadores** a los que va dirigida e incluir o presentarse en forma de folletos informativos cuando sea necesario por su volumen o complejidad o por la utilización poco frecuente del equipo. **La documentación informativa facilitada por el fabricante debe estar a disposición de los trabajadores.**

### j. Diseño de las tareas

65 (CLAVE)	¿El trabajador ha recibido <b>formación específica sobre el manejo de la máquina?</b>
---------------	---

**Preguntar al trabajador sí ha recibido formación específica sobre la utilización de la máquina.**

De conformidad con el **Real Decreto 1215/1997**, **el empresario debe garantizar que el trabajador recibe la formación específica adecuada** sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como de las medidas preventivas a adoptar.

En los últimos años los fabricantes han desarrollado software para el manejo de las máquinas cada vez más simple e intuitivo, que incluye indicaciones de manejo. La simplicidad de uso es vital para evitar errores y mejorar la calidad en el trabajo. Muchos de estos fabricantes ofrecen cursillos de formación, impartidos por expertos, los cuales no solo aportan formación al trabajador sino que también permite sacar un mayor provecho de las prestaciones de la máquina.

### j. Diseño de las tareas

66	En el caso de haya un <b>equipo de trabajadores</b> , ¿se ha distribuido la carga de trabajo equitativamente entre los operadores?
----	--

**En el caso de que se requiera del trabajo en equipo de varios operarios, comprobar que la carga de trabajo en la máquina está distribuida de forma equitativa.**

En el caso de que una tarea en una máquina requiera para su realización de un equipo de trabajadores (más de un trabajador) se deberá de especificar el número de operadores

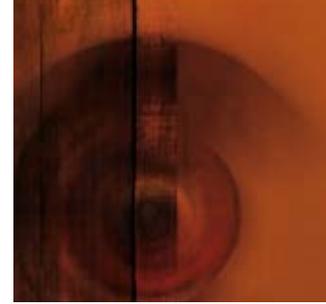
requeridos y las tareas asignadas a cada uno de ellos; debiendo distribuir la carga de trabajo equitativamente entre los operadores. Además, se deben considerar en este reparto posibles situaciones inesperadas, transitorias y de emergencia. Éste y otros principios de diseño ergonómico de tareas vienen recogidos en la norma **UNE EN 614-2** (Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 2: Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo).

Existen medidas alternativas al diseño de tareas, para la distribución de la carga de trabajo, como son: la rotación de trabajadores, la introducción de pausas en ciertas tareas, etc.





# Aplicación de la Guía a máquinas del Sector



## RESULTADOS GENERALES DE LA APLICACIÓN DE LA GUÍA DE VERIFICACIÓN A MÁQUINAS DEL SECTOR

Al objeto de aplicar la Guía de Verificación Ergonómica para máquinas en el sector, se planteó la realización de un estudio de campo mediante la visita a un grupo de empresas seleccionadas. Dicho estudio de campo ha permitido obtener un diagnóstico de la situación actual de las máquinas desde un punto de vista ergonómico, y cuyos resultados se presentan a continuación.

Previo al estudio de campo se realizaron una serie de visitas piloto donde se modificaron y mejoraron algunos puntos que componen el cuestionario de la Guía de Verificación. Una vez preparada la Guía de Verificación definitiva, presentada en el punto anterior, se procedió a realizar un conjunto de visitas a empresas del sector en la Comunidad Valenciana.

Las máquinas que han sido vistas en este estudio son (Tabla 1):

Tabla 1.- Listado de máquinas analizadas en el estudio.

LISTADO DE MÁQUINAS INCLUIDAS EN EL ESTUDIO DE CAMPO
Cepilladora
Chapadora de cantos
Copiadora de talla
Encoladora de rodillos
Escuadradora
Espigadora
Guillotina de chapa
Ingletadora
Ingletadora doble
Lijadora de plato/disco
Lijadora de banda
Mechonadora de cajones
Moldurera
Grapadoras/clavadoras
Prensa de montaje
Prensa de platos
Regruesadora

Tabla 1.- Listado de máquinas analizadas en el estudio (Cont.).

LISTADO DE MÁQUINAS INCLUIDAS EN EL ESTUDIO DE CAMPO	
	Sierra de cinta
	Taladro oscilante
	Tronzadora
	Tupi

Señalar que las visitas del estudio de campo fueron llevadas a cabo por técnicos cualificados tanto de UNIMAT como del IBV.

Durante las visitas, además, se llevó a cabo un registro en vídeo para posibilitar la posterior consulta y obtención de información de las máquinas-puestos valorados.

### Análisis de los datos obtenidos en el estudio de campo

Una vez realizadas las visitas, y cumplimentados los cuestionarios se procedió a analizar la información. Es de destacar que se realizaron las visitas necesarias con el objeto de analizar varias máquinas de cada tipología. Este análisis fue realizado por el mismo equipo que realizó el estudio de campo.

A continuación, se presentan y comentan los resultados correspondientes al estudio de campo.

#### Análisis general

En este apartado se presenta un primer gráfico general donde se indica el porcentaje de cumplimiento del conjunto de aspectos analizados dentro de cada uno de los bloques temático, considerados en la Guía de Verificación.

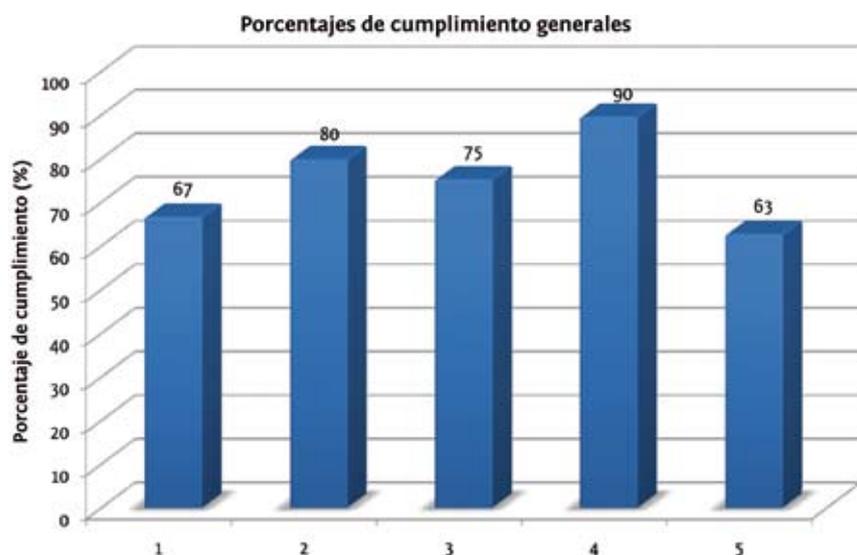


Gráfico 1.- Porcentajes generales de cumplimiento por bloques temático.

1. Diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano.
2. Diseño de pantallas de información, señales y dispositivos de control.
3. Interacción con el ambiente físico de trabajo.
4. Interacciones en el proceso de trabajo.
5. Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas.

Y, a continuación, se presentan los resultados, detallados por preguntas, de cada uno de los bloques; donde se muestra el porcentaje de cumplimiento de cada aspecto considerado para el conjunto de máquinas.

**El porcentaje de cumplimiento promedio conjunto es del 75%.**

En el gráfico 1 se pueden ver los resultados generales para el conjunto de máquinas analizadas.

Se puede observar en el gráfico anterior que el grupo de aspectos que menos se cumple es el de **Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas**, con un 63% de respuestas correctas, y le sigue muy cerca el bloque de **Diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano**, con un 67%. Asimismo

se puede observar en el gráfico (Gráfico 1) que los aspectos que más se cumplen son los relacionados con las **Interacciones en el proceso de trabajo**, las preguntas de este bloque (cuando ha procedido su aplicación) se han cumplido en un 90%.

En lo que respecta al grado de cumplimiento del resto de bloques, el **Diseño de pantallas de información, señales y dispositivos de control** ha obtenido un grado de cumplimiento del 80%, y la **Interacción con el Ambiente Físico de trabajo** un 75%. Hay que señalar que en la **Interacción con el Ambiente Físico de trabajo** (ruido, vibraciones, confort térmico y visual) únicamente se han incluido, en este manual, los resultados correspondientes el apartado de confort visual, ya que los otros dos apartados fueron analizados en un estudio de campo anterior. Para obtener más información a este respecto (temperaturas altas, ruido y vibraciones) se recomienda consultar el manual **Segurmad**.

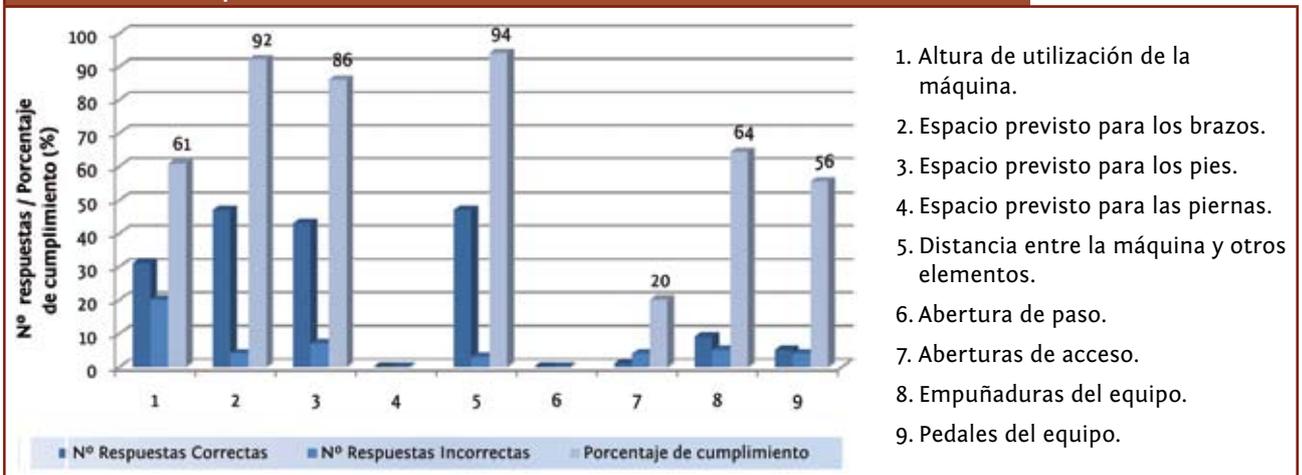
### Análisis por bloques temáticos

A continuación, se presenta un conjunto de gráficos correspondientes a los resultados obtenidos, en el estudio de campo, para cada uno de los ítems o preguntas que componen los diferentes bloques temáticos.

<b>1. El diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano</b>	
a	Dimensiones corporales
b	Posturas y movimientos corporales
c	Esfuerzo físico
<b>2. Diseño de dispositivos de información y mandos</b>	
d	Dispositivos de información
e	Mandos
<b>3. Interacción con el ambiente físico de trabajo</b>	
h	Confort visual
<b>4. Interacciones en el proceso de trabajo</b>	
i	Proceso de trabajo
<b>5. Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo</b>	
j	Diseño de las tareas

### 1. El diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano

#### a. Dimensiones corporales



### a. Dimensiones corporales

El porcentaje de cumplimiento general de los aspectos relacionados con las dimensiones corporales en las máquinas, vistas en el estudio de campo, ha sido del 68%.

Se observa en el gráfico adjunto que los aspectos con mayor porcentaje de cumplimiento han sido la distancia entre la máquina y otros elementos (94%), el espacio previsto para los brazos (92%) y el espacio previsto para los pies (86%). Estos tres aspectos tienen un porcentaje de cumplimiento muy elevado.

De las máquinas que disponen de empuñaduras (un 27%) el 64% tienen las empuñaduras adaptadas a la mano y a las dimensiones de los trabajadores.

Un aspecto importantísimo, y que no se cumple en el 39% de las máquinas del estudio, es la adaptación de la altura de trabajo tanto a la población de usuarios como al tipo de tarea.

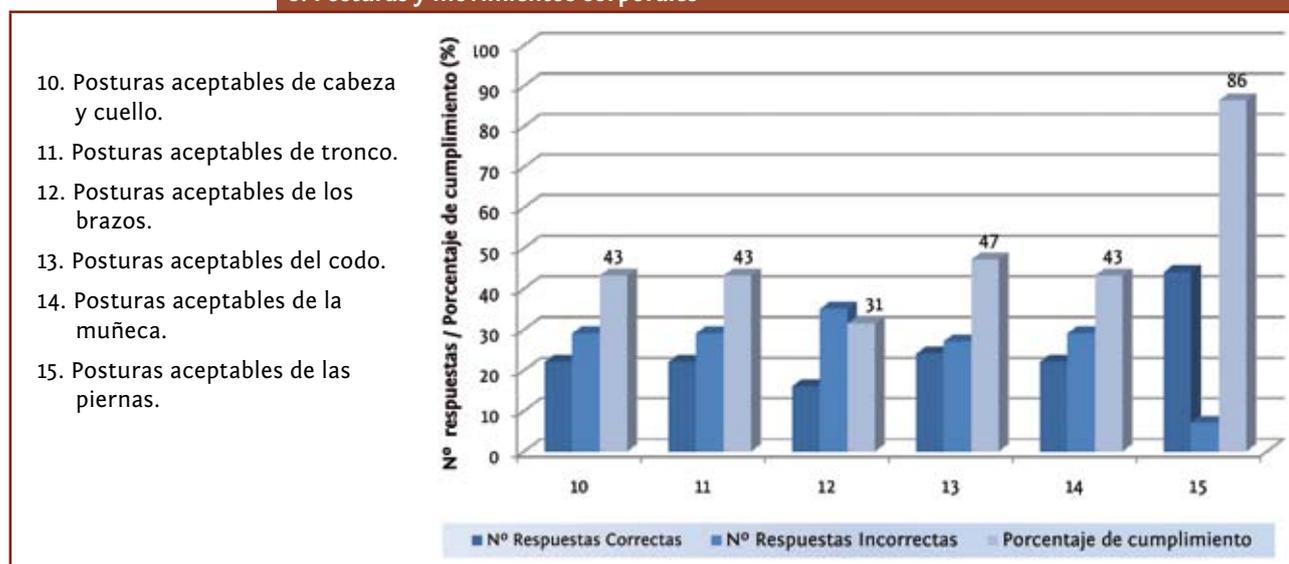
En el caso de las máquinas que disponen de pedales (un 18%) el 56% de los mismos cumplían con los requisitos dimensionales.

En lo que respecta a las aberturas de acceso, se han valorado en un 10% de las máquinas, y el grado de cumplimiento es del 20%.

No se han valorado en ninguna máquina del estudio, por no darse ningún caso, ni el espacio para las piernas en postura sentado, ni las aberturas de paso para cuerpo completo.

## 1. El diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano

### b. Posturas y movimientos corporales



### b. Posturas y movimientos corporales

El porcentaje de cumplimiento general de los aspectos relacionados con las posturas y movimientos corporales en las máquinas, vistas en el estudio de campo, ha sido del 49%.

Se observa en el gráfico adjunto que, en general, las posturas adoptadas en las máquinas no son adecuadas en la mayoría de los casos, encontrándose el porcentaje de cumplimiento por debajo del 50% para todas las partes del cuerpo excepto las piernas.

El segmento corporal peor valorado han sido los brazos, con tan solo un 31% de porcentaje de cumplimiento en las máquinas y tareas analizadas. Le sigue, con peor valoración e igualados en porcentaje (43%), la cabeza y el cuello, el tronco y muñecas.

Las piernas son la parte del cuerpo con mayor número de casos de posturas aceptables, con un 86%.

A continuación, se presentan los resultados para los diferentes segmentos corporales valorados de forma detallada.

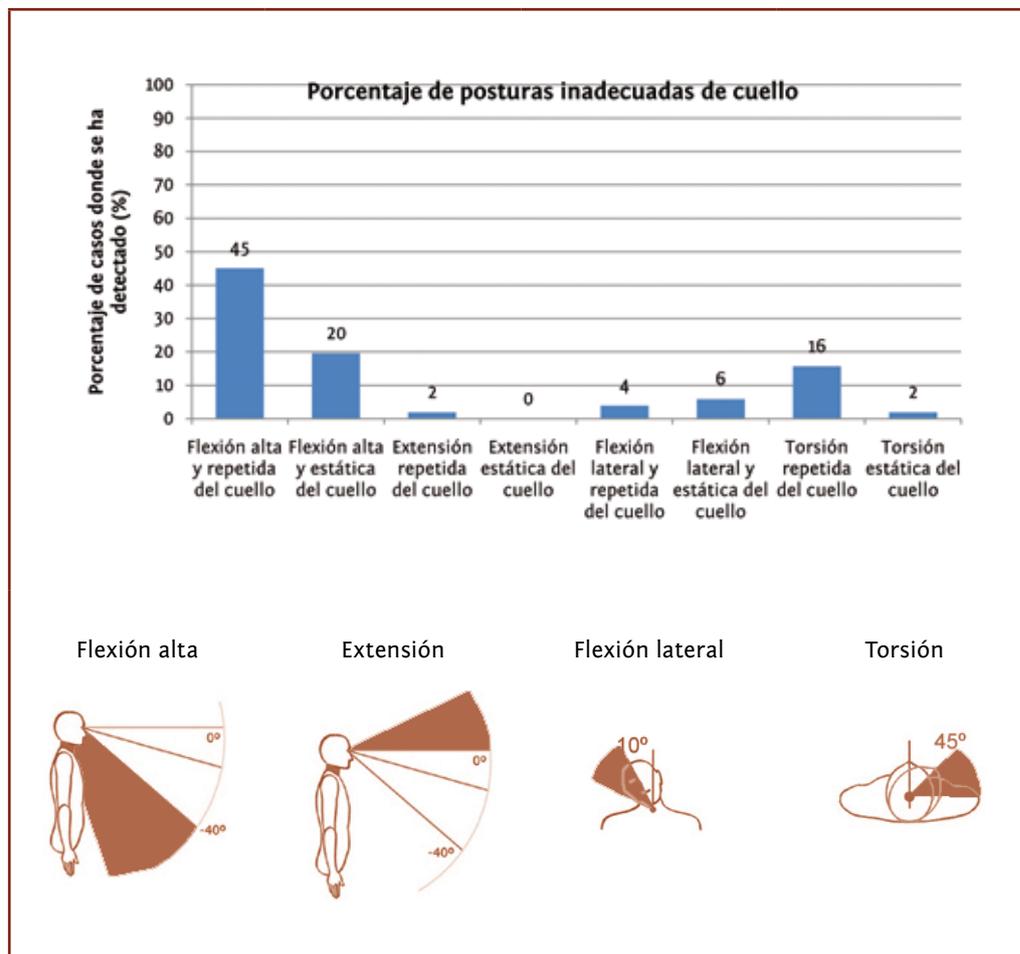
### 10. Posturas y movimientos de cuello

En el gráfico adjunto están recogidas las principales posturas inadecuadas de cabeza y cuello detectadas en el estudio de campo; concretamente las diferentes columnas reflejan el porcentaje de máquinas donde se han identificado estas posturas.

La postura inadecuada de cuello más detectada en la utilización de las máquinas ha sido la flexión alta y repetida (2 o más veces por minuto) del cuello, con un 45% de casos. Entendiéndose por flexión alta de cuello aquella que supone que la línea de visión del trabajador está debajo de 40° respecto a la línea horizontal de visión.

La segunda postura inadecuada de cuello más detectada ha sido la flexión alta y estática del cuello (20%). Y en tercer lugar la torsión repetida del cuello (16%).

El resto de posturas inadecuadas de cuello se han dado con un porcentaje muy bajo (0-6%).



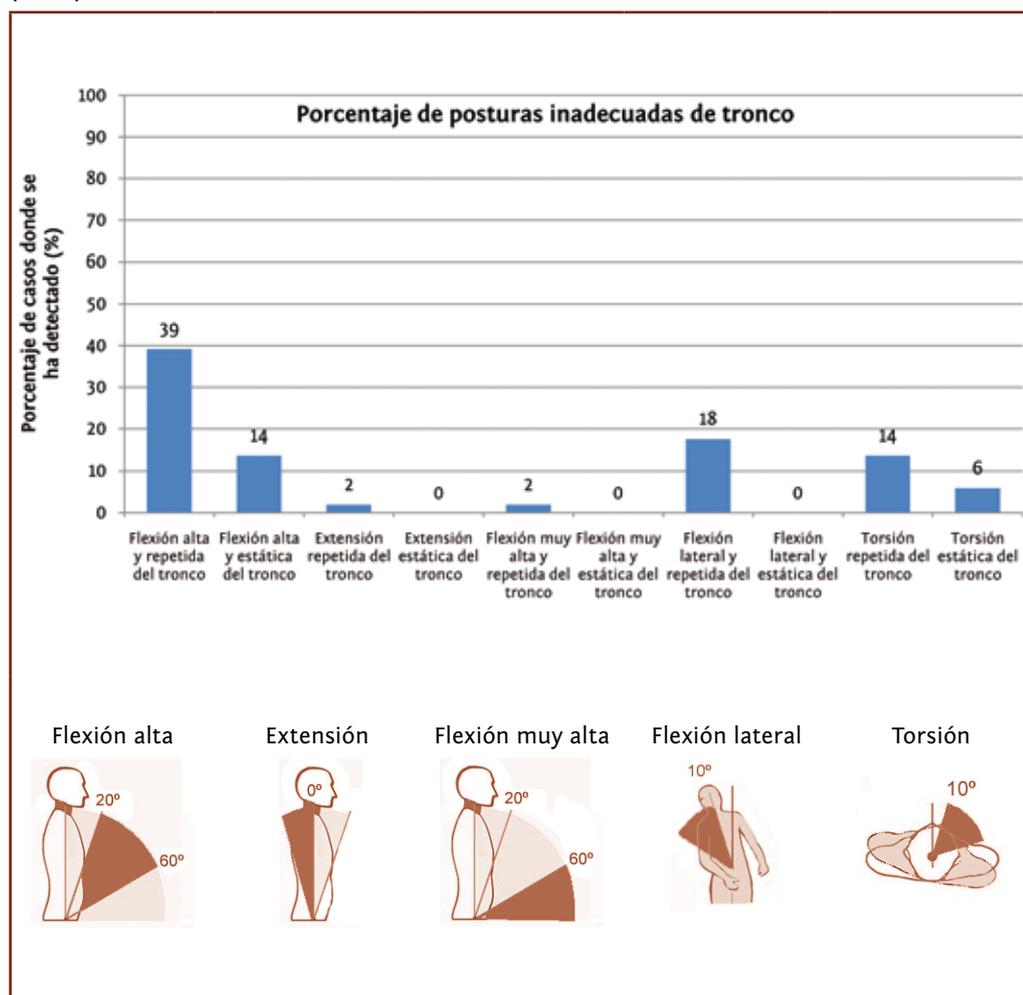
### 11. Posturas y movimientos de tronco

En el gráfico adjunto están recogidas las principales posturas inadecuadas de tronco detectadas en el estudio de campo.

La postura inadecuada de tronco más detectada en las máquinas, durante su utilización, ha sido la flexión alta y repetida, con un 39% de casos.

La segunda postura inadecuada de tronco más detectada ha sido la flexión lateral y repetida (18%). Y en tercer lugar, ambas con un 14%, la flexión alta y estática de tronco y la torsión repetida.

El resto de posturas inadecuadas de tronco se han dado con un porcentaje muy bajo (0-6%).



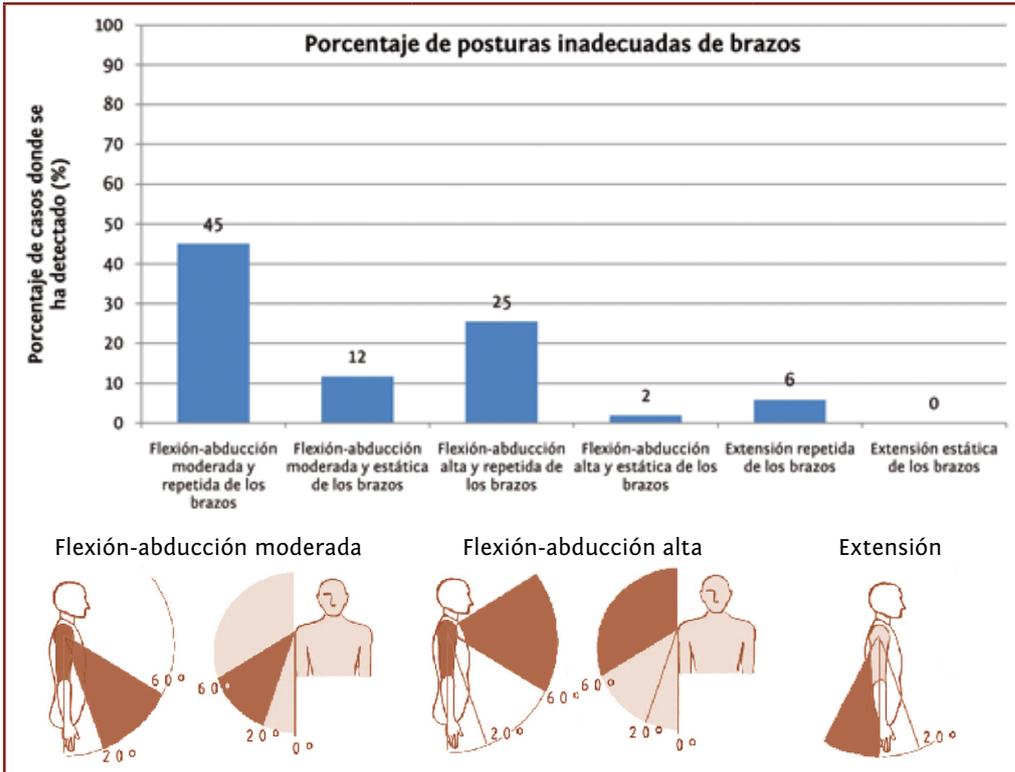
### 12. Posturas y movimientos de brazos

En el gráfico adjunto están recogidas las principales posturas inadecuadas de brazos detectadas en el estudio de campo.

La postura inadecuada de brazos con mayor incidencia en las máquinas, ha sido la flexión-abducción moderada y repetida, con un 45% de casos.

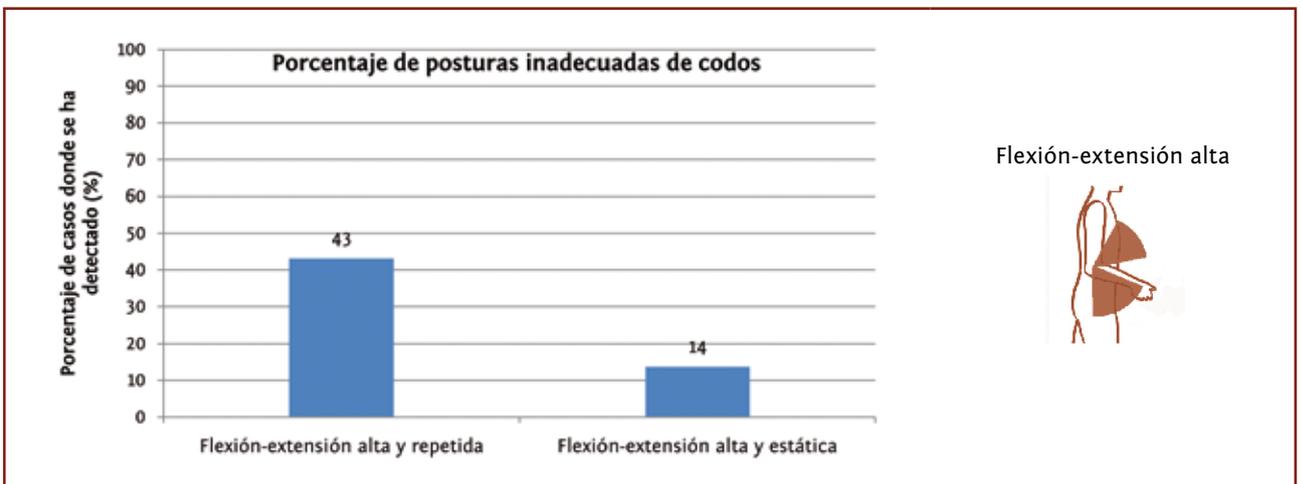
La segunda postura inadecuada de brazos más detectada ha sido la flexión-abducción alta y repetida (25%). Y en tercer lugar, la flexión-abducción moderada y estática (12%).

El resto de posturas inadecuadas de tronco se han dado con un porcentaje muy bajo (0-6%).



### 13. Posturas y movimientos de codos

Se ha identificado en el estudio de campo posturas inadecuadas de flexión-extensión alta y repetida del codo en un 43% de las máquinas analizadas. Y en un 14% de las máquinas se ha detectado flexión-extensión alta y estática.

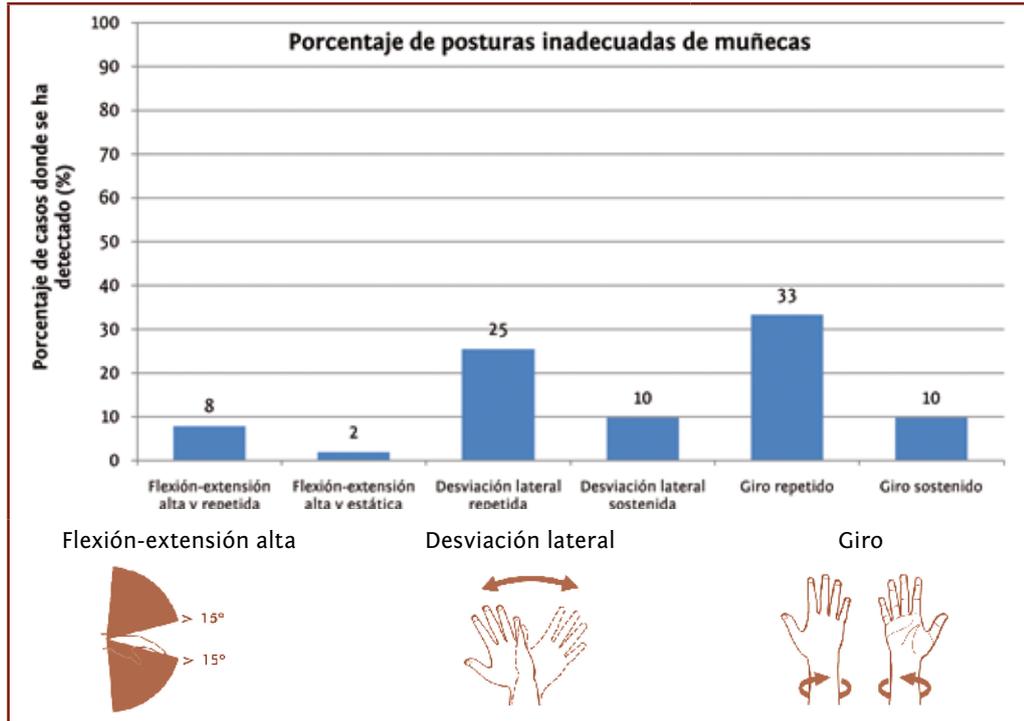


### 14. Posturas y movimientos de muñecas

En el gráfico adjunto están recogidas las principales posturas inadecuadas de muñecas detectadas en el estudio de campo.

Las posturas inadecuadas de muñeca con mayor incidencia en las máquinas, ha sido el giro repetido (33%) y la desviación (flexión) lateral (25%). Y en un 10% de las máquinas se han identificado desviaciones y giros sostenidos.

El resto de posturas inadecuadas de tronco se han dado con un porcentaje muy bajo (0-6%).

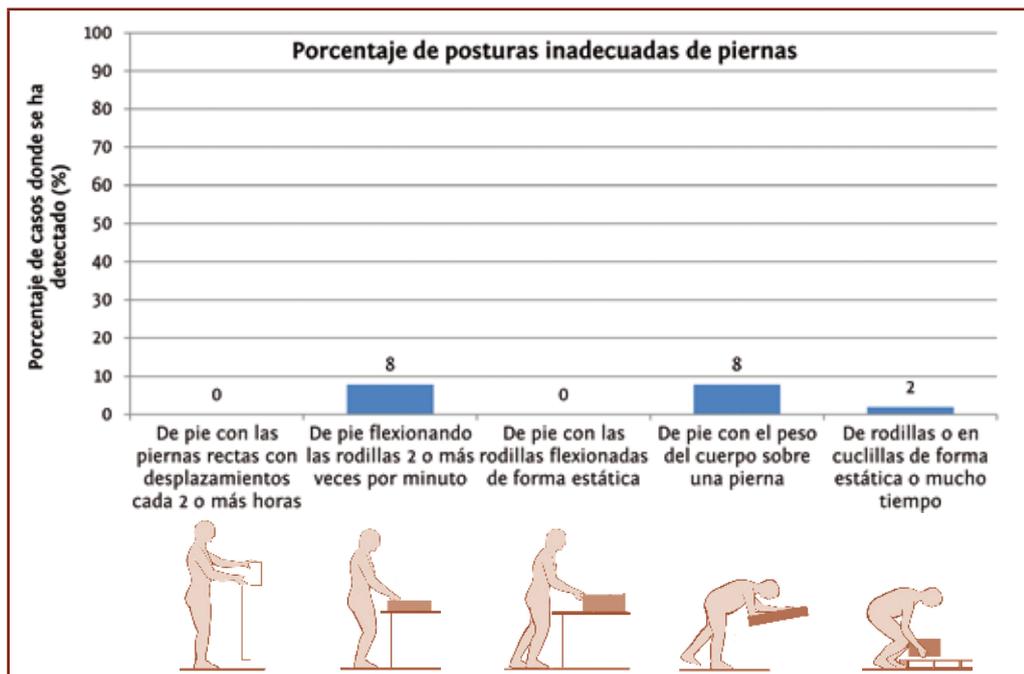


### 15. Posturas y movimientos de piernas

En el gráfico adjunto están recogidas las principales posturas inadecuadas de piernas detectadas en el estudio de campo.

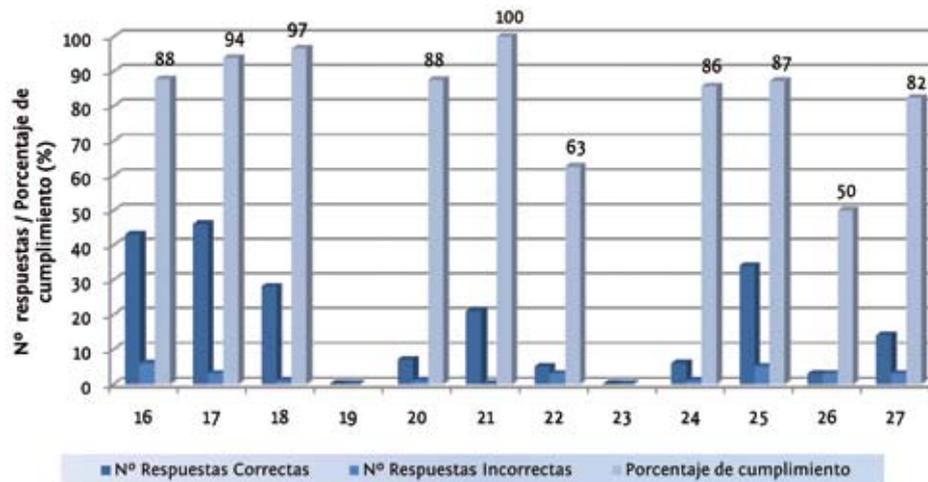
Como ya se ha comentado, las posturas de piernas son en general correctas con un bajo porcentaje de posturas inadecuadas.

Las posturas inadecuadas de piernas con mayor ocurrencia, tan solo un 8%, han sido de pie flexionando las rodillas de forma repetida y de pie con el peso del cuerpo apoyado sobre una pierna. En un 2% de los casos analizados se detectaron posturas de rodillas o en cuclillas de forma estática o mucho tiempo.



## 1. El diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano

### c. Esfuerzo físico



16. Peso máximo.
17. Alturas de manipulación.
18. Frecuencia de los levantamientos.
19. *Procedimiento simplificado MMC.*
20. Manipulación de cargas en equipo.
21. Manipulación de cargas con una sola mano.
22. Elementos técnicos auxiliares.
23. Manipulación de cargas sentado.
24. Transportes manuales.
25. Empujes y arrastres de cargas.
26. Medios mecánicos auxiliares.
27. Movimientos de precisión.

### c. Esfuerzo físico

El porcentaje de cumplimiento general de los aspectos relacionados con el esfuerzo físico en las máquinas, vistas en el estudio de campo, ha sido del 83%.

En lo referente al esfuerzo físico asociado al trabajo en las máquinas, los aspectos con un mayor porcentaje de cumplimiento han sido la manipulación de piezas (cargas) con una mano (100%), la frecuencia de los levantamientos en la manipulación de piezas (97%), las alturas de manipulación de piezas (94%), el peso máximo manipulado (88%), la manipulación de cargas en equipo (88%), el empuje y arrastre de cargas (87%), el transporte manual de cargas (86%), y los movimientos de precisión (82%). Estos tres aspectos tienen un porcentaje de cumplimiento muy elevado.

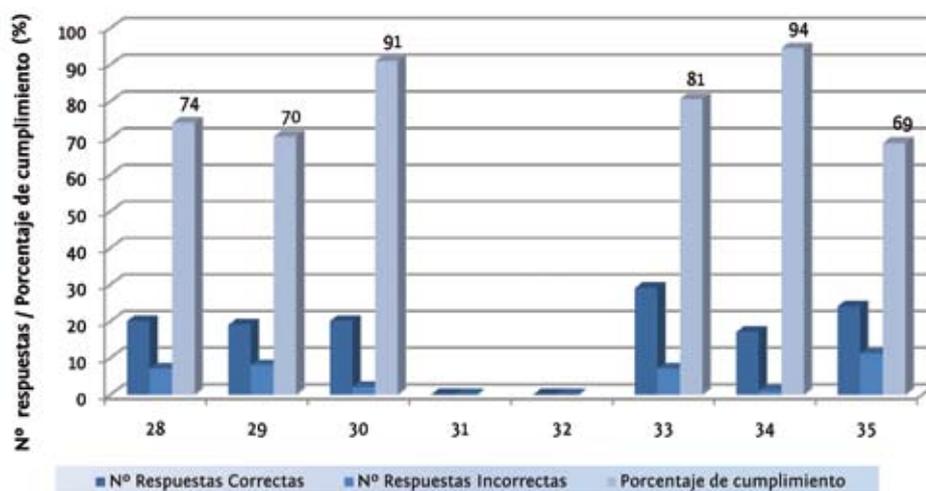
Los dos aspectos peor valorados con un 63% y un 50%, respectivamente, han sido la implantación de elementos técnicos auxiliares de ayuda a la Manipulación Manual de Cargas (MMC) y de medios mecánicos auxiliares para reducir los esfuerzos.

No se ha incluido en el gráfico de respuestas anterior el procedimiento simplificado para la detección de riesgos por MMC, dado que no es una cuestión propiamente dicha que dé como resultado una respuesta correcta o incorrecta.

La cuestión que hace referencia a la manipulación de cargas sentado no ha sido considerada dado que no se ha dado el caso. Y en general, ha habido muchas preguntas que no procedía aplicar.

## 2. Diseño de dispositivos de información y mandos

### d. Dispositivos de información



28. Detección e identificación de información visual.

29. Interpretación de información visual.

30. Ritmo y sentido de las variaciones de la información.

31. Detección e identificación de información sonora.

32. Interpretación de información sonora.

33. Información necesaria.

34. Prioridad y frecuencia de la información.

35. Necesidad de más información.

### d. Dispositivos de información

En lo que respecta a los dispositivos de información de las máquinas analizadas, el porcentaje de cumplimiento general es elevado, con un promedio del 80%. Aunque también hay que destacar el porcentaje de preguntas contestadas es bajo (40%), dado que en muchos casos no procedía la valoración de este aspecto por su inexistencia.

Los aspectos mejor valorados han sido la prioridad y frecuencia de la información (94%), el ritmo y sentido de las variaciones de información visual (91%), y la aportación de la información necesaria (81%).

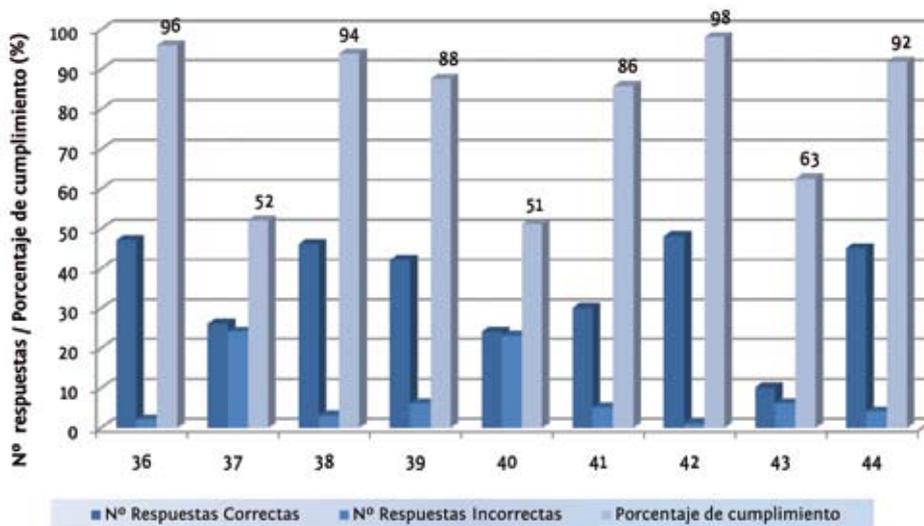
La interpretación de la información visual ha obtenido un 70% de cumplimiento en los casos valorados.

En un 31% de los casos se ha considerado que hay una necesidad de algún dispositivo adicional de información para realizar la tarea. Y en un 26% de las máquinas con dispositivos de información visual (pantallas, indicadores analógicos, marcadores digitales...) se ha detectado que la ubicación de los mismos no permite su detección e identificación de forma rápida y segura.

Las cuestiones referentes a dispositivos sonoros no se han considerado por no darse ningún caso.

## 2. Diseño de dispositivos de información y mandos

### e. Mandos



- 36. Tipos de mandos.
- 37. Identificación de la función de los mandos.
- 38. Desplazamiento de los mandos.
- 39. Situación de los mandos de uso frecuente.
- 40. Situación de la parada de emergencia.
- 41. Distribución de los mandos.
- 42. Operación involuntaria del mando de arranque.
- 43. Distribución de los mandos en máquinas del mismo tipo.
- 44. Esfuerzo físico para accionar los mandos.

### e. Mandos

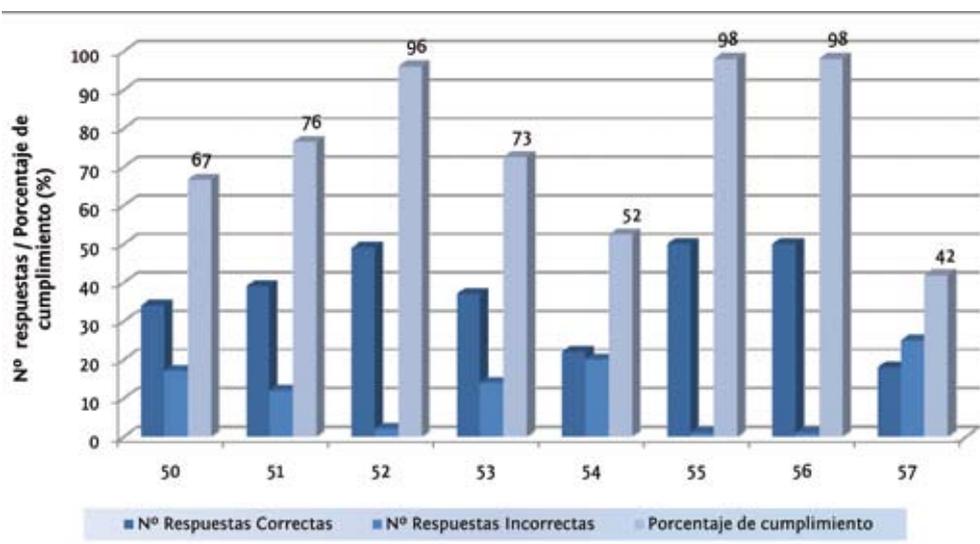
**El porcentaje general de cumplimiento de los aspectos ergonómicos de los mandos ha sido del 80%.** Siendo los aspectos mejor valorados el diseño y disposición de los mandos para evitar su operación involuntaria (98%), la correspondencia del tipo de mandos (96%), el desplazamiento de los mandos (94%), y el esfuerzo físico para accionarlos (92%). La situación de los mandos de uso frecuente es correcta en un 88% de las máquinas analizadas y la distribución de los mismos en un 86%.

Los tres aspectos peor valorados han sido el mantenimiento de la misma distribución de mandos en máquinas del mismo tipo dentro de una misma empresa (63%), la identificación inequívoca de la función de los mandos (52%), y la situación de la parada de emergencia al alcance inmediato del operador (51%). En este último aspecto, especialmente crítico, se daban fundamentalmente dos causas de incumplimiento, que no estaba al alcance del trabajador desde su posición de trabajo o que no había parada de emergencia.

Se ha detectado en el estudio que las máquinas de un mismo tipo dentro de una empresa no mantienen la misma distribución de mandos, esto es de esperar si se trata de máquina provenientes de fabricantes distintos, pero incluso se ha detectado que un mismo fabricante no mantiene unos estándares.

### 3. Interacción con el ambiente físico

#### h. Confort visual



- 50. Nivel de iluminación.
- 51. Oscilaciones de luz.
- 52. Deslumbramientos o brillos.
- 53. Sombras.
- 54. Efecto estroboscópico.
- 55. Contraste.
- 56. Discriminación de colores.
- 57. Iluminación auxiliar regulable.

#### h. Confort visual

En lo que respecta al confort visual, en los puestos y máquinas analizadas, el porcentaje de cumplimiento general es del 75%.

Los aspectos mejor valorados han sido el contraste adecuado (98%), la correcta discriminación de colores (98%), y la inexistencia de deslumbramientos o brillos molestos (96%).

La presencia de oscilaciones de luz ha obtenido un 76% de cumplimiento, si bien es cierto que es un aspecto cuya causa es independiente de la máquina en los casos analizados.

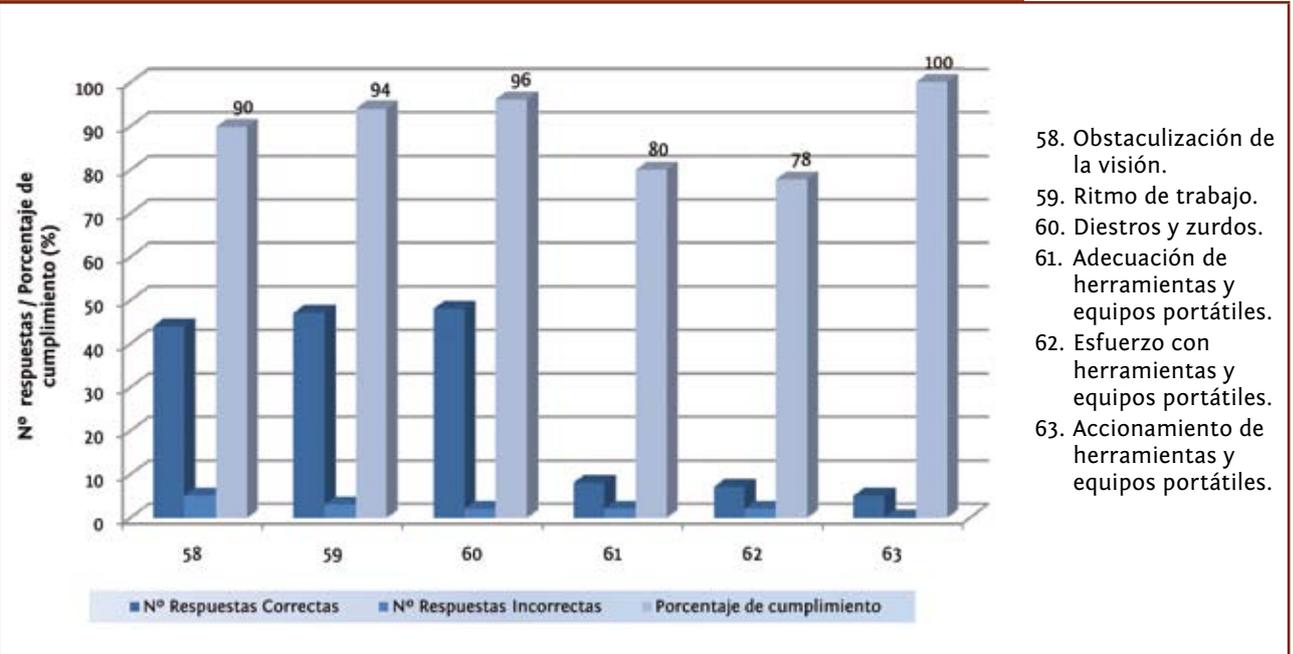
En un 27% de los casos se ha detectado la presencia de sombras en el área de trabajo, aspecto que en la mayoría de los casos está relacionado con la disposición del alumbrado general, si bien es cierto que la máquina no disponía de iluminación localizada combinada con la anterior para evitar este problema.

En el estudio de campo se han detectado niveles de iluminación insuficientes en un tercio de los puestos analizados (33%).

Los dos aspectos peor valorados en el estudio de campo han sido la aplicación de medidas para evitar el efecto estroboscópico (52%), y la disposición de iluminación auxiliar localizada frente a condiciones de iluminación ambiental insuficientes (42%).

## 4. Interacciones en el proceso de trabajo

### i. Proceso de trabajo



- 58. Obstaculización de la visión.
- 59. Ritmo de trabajo.
- 60. Diestros y zurdos.
- 61. Adecuación de herramientas y equipos portátiles.
- 62. Esfuerzo con herramientas y equipos portátiles.
- 63. Accionamiento de herramientas y equipos portátiles.

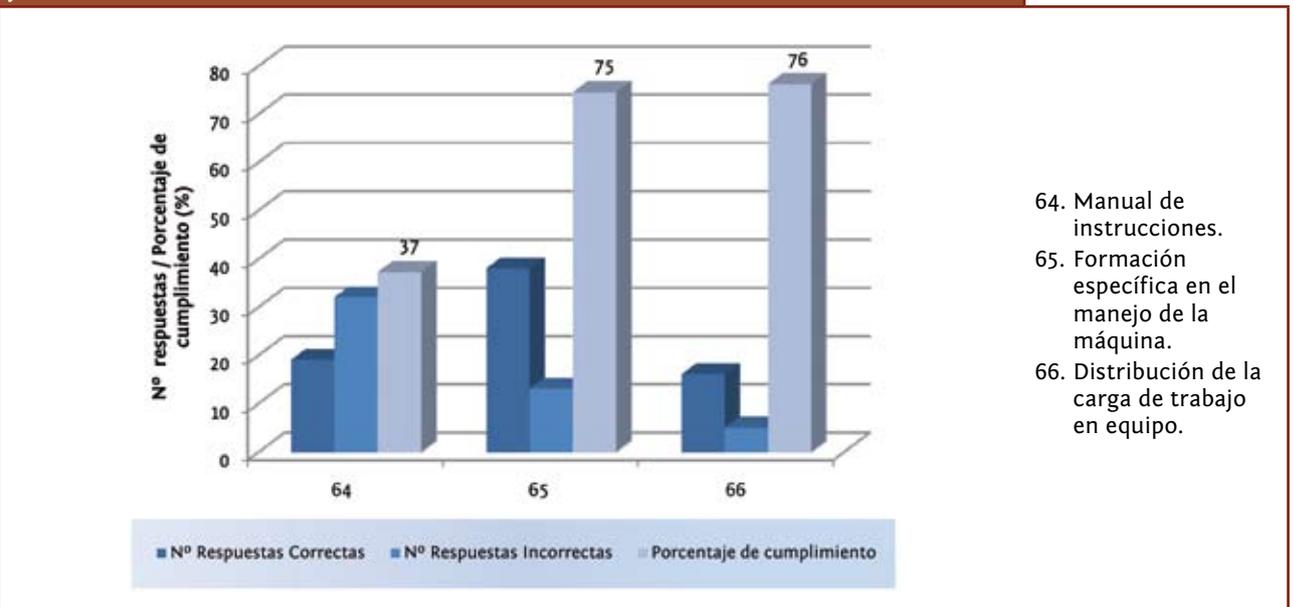
### i. Proceso de trabajo

En lo que respecta a los aspectos valorados dentro del bloque temático proceso de trabajo, el porcentaje de cumplimiento general es del 90%. Todos los aspectos han sido bien valorados, con porcentajes comprendido entre el 80 y el 100%.

Es de señalar que las tres cuestiones que hacen referencia a herramientas y equipos portátiles han sido de aplicación en un porcentaje de máquinas relativamente bajo (10-20%).

## 5. Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas

### j. Diseño de las tareas



- 64. Manual de instrucciones.
- 65. Formación específica en el manejo de la máquina.
- 66. Distribución de la carga de trabajo en equipo.

### j. Diseño de tareas

Únicamente un 37% de las máquinas analizadas en el estudio de campo disponían, o se tenía conocimiento de ello, de manual de instrucciones. Este hecho se debe fundamentalmente a la antigüedad de las mismas.

En lo que respecta a la formación específica en el manejo de la máquina un 75% de los trabajadores afirmaron haber recibido formación por parte del personal de la propia empresa (encargado, compañeros, etc.), siendo muy variable el alcance y profundidad de ésta. Una cuarta parte de los trabajadores no había recibido ningún tipo de información, por lo que fueron autodidactas.

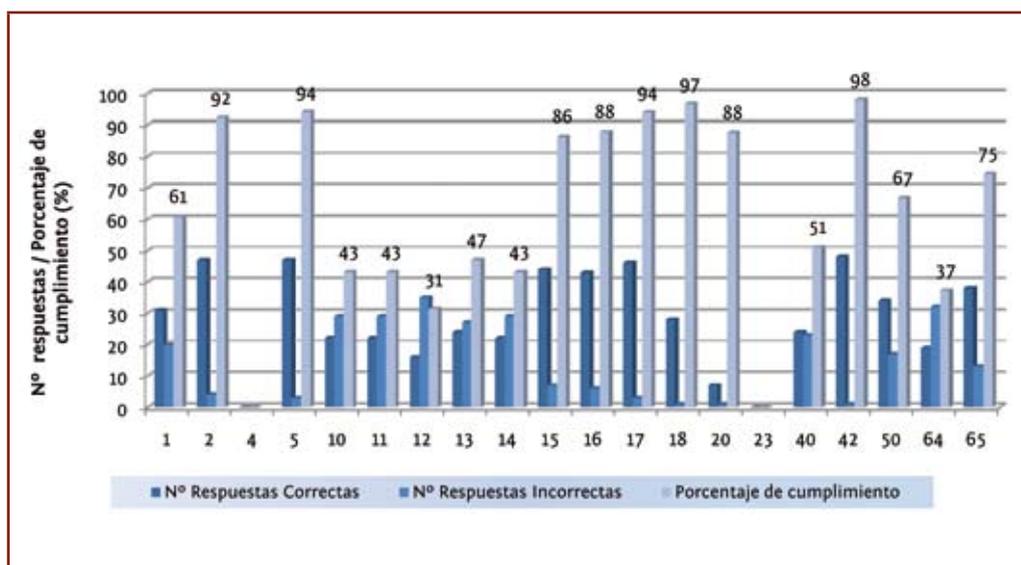
La distribución de la carga de trabajo en equipos de operadores ha sido valorada en un 41% de las máquinas, siendo su porcentaje de cumplimiento del 76%.

## RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS CLAVE

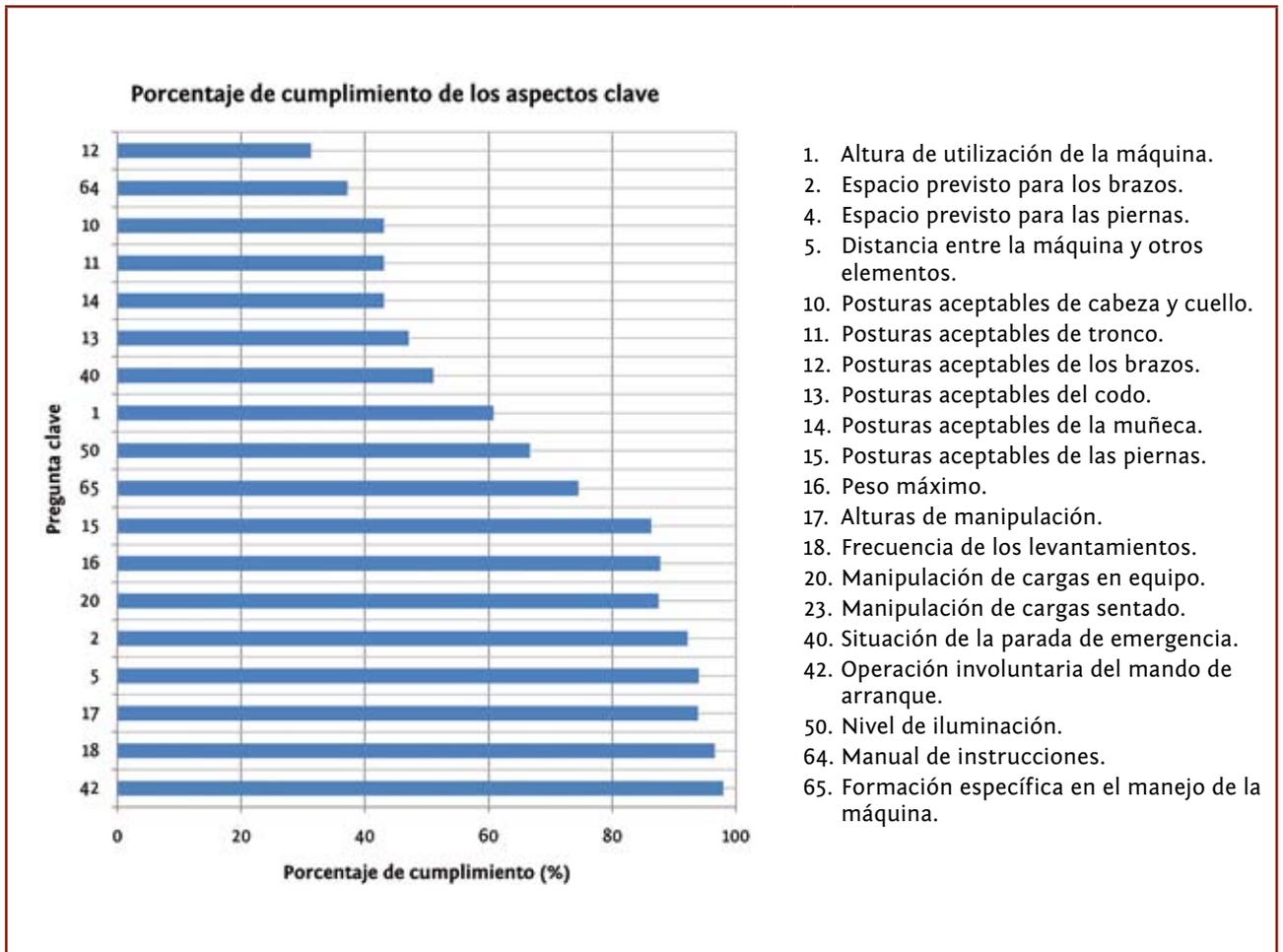
Algunas de las cuestiones incluidas en la Guía han sido consideradas “clave”, dichas cuestiones se consideran críticas desde el punto de vista ergonómico. En caso de no cumplimiento, se debería de priorizar la búsqueda de soluciones por parte del empresario.

A continuación se presentan los porcentajes de cumplimiento del conjunto de aspectos considerados clave, que se han analizado en el estudio de campo. **El porcentaje de cumplimiento promedio de todos los aspectos clave es del 69%.**

En el siguiente gráfico se pueden ver los resultados por preguntas que se han obtenidos para el conjunto de máquinas analizadas.



Partiendo del estudio de campo realizado, si se ordenan estos aspectos clave en función del grado de cumplimiento, se obtiene un orden de priorización de intervenciones a nivel ergonómico que deberían de emprenderse en el sector de Transformados de Madera.



Por debajo del 50% de grado de cumplimiento se encuentran las posturas y movimientos corporales (excepto las piernas) y la existencia de un manual de instrucciones de la máquina.

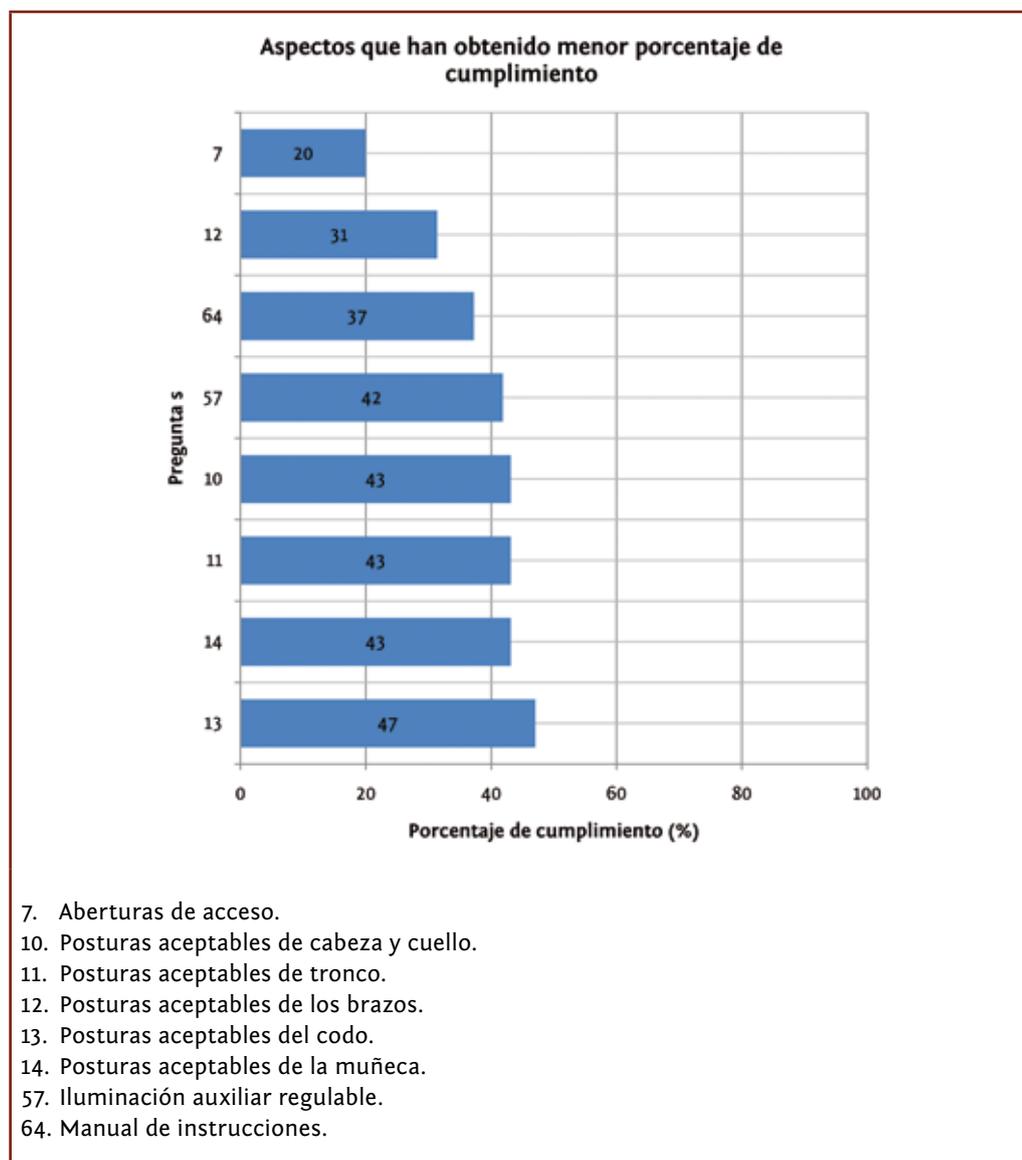
Otras cuestiones clave con porcentajes de valoraciones correctas por encima del 50%, pero a mejorar, son la correcta ubicación de la parada de emergencia (51%), la altura de utilización de la máquina (61%) y el nivel de iluminación (67%).

Por tanto, todos los aspectos anteriores tendrían que ser prioritarios de cara a una intervención de tipo ergonómico en el sector de Transformados de Madera.

El resto de cuestiones clave ha obtenido porcentajes de cumplimiento por encima del 75%.

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS EN EL ESTUDIO DE CAMPO

A continuación, en el siguiente gráfico se presentan los aspectos de la guía que han obtenido un menor porcentaje de cumplimiento (menos del 50%) en el estudio de campo.



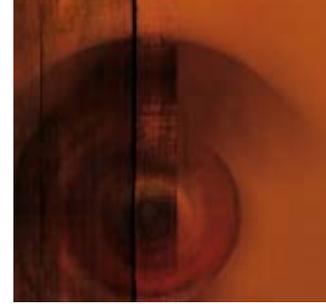
Las dimensiones de las aberturas de acceso son el aspecto con menor porcentaje de cumplimiento de todos (20%), sí bien es cierto que se ha valorado únicamente en un 10% de las máquinas. Las posturas y movimientos de brazos adoptados durante la preparación y utilización de la máquina son el segundo aspecto con un menor porcentaje de cumplimiento (31%). Y en tercer lugar se encuentra, la no existencia de manual de instrucciones de la máquina (37%).

Un aspecto con un porcentaje de cumplimiento bastante bajo es la disposición de iluminación auxiliar regulable en el caso de que la iluminación general sea insuficiente (42%).

El resto de aspectos que se encuentran por debajo del 50% de cumplimiento son las posturas y movimientos de cabeza y cuello, tronco, muñeca y codo.







Para cada una de las máquinas analizadas se ha confeccionado una ficha ergonómica. El objetivo fundamental de estas fichas es ayudar a la mejora de las condiciones ergonómicas de utilización de las máquinas.

A pesar de que cada vez más hay una mayor automatización de la producción, que se extiende a todos los sectores de actividad, las máquinas tradicionales siguen conservando un espacio muy importante en las empresas que trabajan la madera. Por ello la mayoría de las fichas proponen accesorios y dispositivos auxiliares que pueden mejorar las prestaciones del puesto con máquinas tradicionales.

Las fichas pueden ser utilizadas por los profesionales de los departamentos de Ingeniería y diseño, Prevención de Riesgos Laborales, Recursos Humanos y Organización. Al objeto de plantear mejoras en los puestos de trabajo, así como la adquisición de nuevos dispositivos o equipos. Además, las fichas junto con el manual pueden ser empleados por los responsables de compras para determinar qué requerimientos deben cumplir los equipos.

El contenido de cada una de las fichas es el siguiente:

- breve descripción de la función o funciones de la máquina,
- resumen de los principales problemas ergonómicos detectados en el estudio de campo para este tipo de máquinas,
- y planteamiento de propuestas de mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en las mismas.

A continuación, se recogen un conjunto de fichas correspondientes a las diferentes tipologías de máquinas vistas en el estudio de campo:

- Cepilladora
- Chapadora de cantos
- Copiadora de talla
- Encoladora de rodillos
- Escuadradora
- Espigadora
- Guillotina de chapa
- Ingletadora
- Ingletadora doble
- Lijadora de plato/disco

- Lijadora de banda
- Mechonadora de cajones
- Moldurera
- Grapadoras/clavadoras
- Prensa de montaje
- Prensa de platos calientes
- Regruesadora
- Sierra de cinta
- Taladro oscilante
- Tronzadora
- Tupi



### **Función y utilización**

Las cepilladoras son máquinas que se utilizan para cepillar la madera. Se llama cepillar a la operación de aplanar una superficie de madera para hacer que ésta quede lisa y sin alabeo.

En el caso de piezas procedentes del aserrado se planea una cara que servirá de referencia para el regruessado de la pieza (dos caras planas al espesor deseado). Fundamentalmente se distinguen dos tipos de operaciones, la de planeado y la de canteado. La primera se da cuando se cepilla la cara de la pieza, y la segunda cuando se cepilla el canto.

La cepilladora está formada por un bastidor que soporta el plano de trabajo, compuesto de dos mesas horizontales entre las que se sitúa el árbol portacuchillas.

#### **a. Principales problemas ergonómicos detectados**

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las cepilladoras:

- Alturas de utilización de la máquina inadecuadas.
- Espacio insuficiente para los pies.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, brazos, codo y muñeca.
- Necesidad de más información, interfaz trabajador-máquina.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Situación incorrecta o inexistencia de la parada de emergencia.
- Distinta distribución de los mandos en máquinas del mismo tipo.
- Esfuerzo físico para accionar los mandos-controles.
- Presencia de oscilaciones de luz y sombras.
- Efecto estroboscópico.
- Falta de manual de instrucciones.
- Falta de formación específica en el manejo de la máquina.

## b. Propuestas de mejora ergonómica

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la cepilladora.

### Alturas de trabajo

Aunque la mesa de entrada es regulable en altura, esta regulación no se debe a aspectos ergonómicos sino que sirve para establecer la profundidad de pasada (que determina el espesor de madera a eliminar por la herramienta). El bastidor es fijo y la altura del árbol también, luego la altura de trabajo está determinada en gran medida por esta característica.

No existe una altura del plano de trabajo consensuada o estándar, de hecho durante las visitas a las empresas se han encontrado máquinas cepilladoras suplementadas con tacos para corregir una altura de trabajo demasiado baja.

En la cepilladora se dan ciertos requisitos de aplicación de fuerza, necesarios para hacer que la pieza avance mientras que se presiona contra la herramienta a la vez que se mantiene un cierto control. Además, el operario controla mediante su propio peso el retroceso o vuelco de la pieza. Dados los requisitos del tipo de tareas a desarrollar en la cepilladora se recomienda que la altura del plano principal de trabajo esté por debajo de altura de codo, comprendida aproximadamente **entre 75 y 85 cm** (Figura 1).

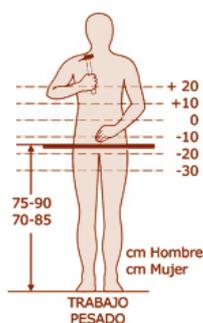


Figura 1. Altura de trabajo  
(Fuente: IBV).

### Espacio previsto para los pies

Se recomienda favorecer el acercamiento del trabajador a la máquina garantizando un espacio o hueco para albergar los pies. Los requisitos mínimos de espacio para los pies recogidos en norma son los siguientes:

- Profundidad de espacio para los pies: 21 cm
- Altura del espacio para los pies: 23 cm



Figura 2. Hueco para los pies  
(Fuente: IBV).

Muchas de las máquinas existentes en el mercado ya incorporan esta característica (Figura 2), por lo que a la hora de escoger una nueva máquina se debería tener en cuenta que se cumple este aspecto.

### Posturas

Las alturas de trabajo demasiado bajas llevan asociadas flexiones de tronco y cuello, por lo que cuanto más elevada esté la superficie de la cepilladora menos tendrá que inclinarse el trabajador. Sin embargo, también hay que considerar que cuanto más alta sea la superficie de trabajo, más se estará dificultando la aplicación de fuerza.

### Reducción de movimientos requeridos en la operación

En la actualidad, algunas cepilladoras llevan incorporado un árbol de corte vertical provisto de motor que permite la realización simultánea de las operaciones de planeado y canteado (Figura 3). Este aspecto, es especialmente interesante, si hay demandas significativas de este tipo de operaciones combinadas ya que pueda ayudar a reducir el número de repeticiones de movimientos a realizar por el trabajador.

Otra medida para la reducción de movimientos requeridos en la operación es la incorporación de **mesas de entrada motorizadas** que pueden suponer una ayuda

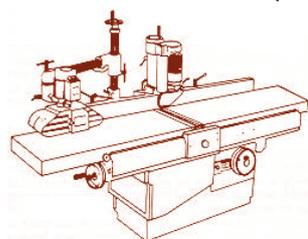


Figura 3. Cepilladora con árbol de canteado incorporado  
(Fuente: NTP 91).

de cara a evitar manipulaciones de material. Sin embargo, esta medida no es aplicable en muchos casos.

### Esfuerzos

Aunque ciertamente la dureza de la madera influye más que el formato de la pieza en el esfuerzo, existen en el mercado algunas soluciones comerciales encaminadas a reducir éste último durante la utilización de la máquina. Por ejemplo, hay máquinas provistas de mesas con **superficies de acero** especiales que mejoran la fricción en la alimentación de la pieza (Figura 4), dando la sensación de ser mesas de aire. Este último sistema si es empleado por ejemplo en las seccionadoras.



Figura 4.  
Superficies especiales  
(Fuente: Panhans).

Otra posible ayuda, cuando el tipo de tarea lo permita, es el **carro de alimentación automática**. Y en el caso de grandes formatos o piezas muy largas, el empleo de **mesas de apoyo o prolongaciones de banco** que permitan unas condiciones de trabajo más óptimas (Figura 5). Estas deben de poder ser montables y desmontables de forma fácil, para evitar que no se empleen, o bien, se dejen montadas cuando no sean necesarias.



Figura 5.  
Prolongaciones  
de mesas  
(Fuente: Aigner).

Otras soluciones existentes en el mercado y que pueden reducir el esfuerzo manual son los rodillos prensores y los sistemas de planeado automáticos:

Los **rodillos prensores superiores** son elementos que impiden que las piezas se levanten de la mesa de la máquina. Estos rodillos pueden emplearse en muchas posiciones y están disponibles con presión neumática o con acción de muelle (Figura 6).



Figura 6. Rodillos  
prensores (Fuente:  
Weinig).

Los **sistemas de planeado automáticos** evitan tener que realizar mediciones y ajustes en la alimentación. El operario únicamente tiene que colocar la pieza en el alimentador, ajustar el espesor deseado de las piezas de trabajo. Unos cilindros neumáticos llevan las piezas hasta el tope y las guían debajo de los rodillos de avance (Figura 7).

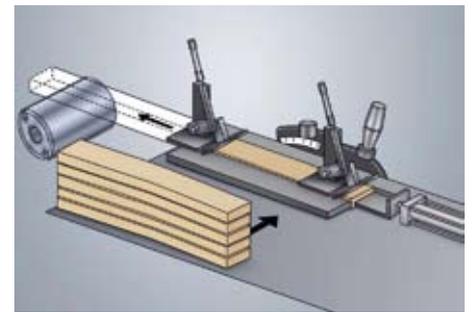


Figura 7. Sistema  
planeado (Fuente:  
Weinig).

También existe la posibilidad de automatizar la operación de planeado empleando un alimentador automático y rodillos transportadores. Se han desarrollado dispositivos que ocupan poco espacio y pueden desmontarse con relativa facilidad para alimentar manualmente (Figura 8).

### Sentido de trabajo/alimentación

La alimentación de la pieza debe realizarse siempre en sentido contrario al del giro del árbol. Con ello se logra una sujeción más correcta de la pieza, ya que a las elevadas velocidades de trabajo de la máquina, la alimentación de la pieza en el sentido de giro del árbol incrementa considerablemente la posibilidad de proyección de la misma, ya que las cuchillas "tiran" de la madera hacia la salida y paralelamente crece el riesgo de que las manos del operario se precipiten hacia las cuchillas de corte y entren en contacto con ellas.

La conducción de la madera hay que hacerla de forma tal que se evite que las manos del operario que guían y empujan la pieza entren en contacto con las cuchillas. Para ello es



Figura 8. Alimentador  
(Fuente: Weinig).

recomendable colocar la mano izquierda sobre el extremo anterior de la pieza apretándola contra la mesa, manteniendo los dedos cerrados; la mano derecha situada en el extremo posterior de la pieza la empuja hacia adelante. Cada pieza hay que conducirla, si sus dimensiones lo permiten, de tal modo que después de colocada no haya necesidad de variar la situación de las manos. En el cepillado de piezas largas, cuando el extremo anterior de la pieza haya sobrepasado unos 40 cm el árbol portacuchillas, se detiene el avance, se sujeta la pieza con la mano derecha mientras que la izquierda vuelve nuevamente a disponerse detrás del árbol portacuchillas, iniciándose la realimentación de la pieza.



Figura 9. Enlace de dos máquinas-procesos (Fuente: Panhans).

### Cepillado-regruessado

Cuando las piezas tengan que pasar directamente al regruesado tras el cepillado se puede plantear la posibilidad de enlazar estos dos procesos-máquinas con el objeto de tratar de minimizar al máximo manipulaciones de las piezas. Existen en el mercado fabricantes que facilitan estaciones conjuntas (Figura 9).

### Dispositivos de información y mando

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo.

Hay dos posibles configuraciones para la localización de los mandos principales de accionamiento (puesta en marcha y parada normal) (Figura 10):



Figura 10. Distintas localizaciones de los mandos (Fuente: SCM, Panhans).



- Por debajo de la superficie de trabajo. En cuyo caso deben situarse al menos a 600 mm del suelo y al menos a 50 mm por debajo de la superficie superior de la mesa y en el lado de la mesa de entrada.
- Por encima de la superficie de trabajo, en un panel de mando móvil cuya superficie superior no esté a más de 1800 mm del suelo y cuya cara frontal como máximo esté a 600 mm del borde de la mesa de entrada.

### Esfuerzo físico para accionar los mandos-contrroles

Es posible encontrar en el mercado máquinas con el ajuste de la altura de la mesa (regulación del grosor de arranque) por medio de pulsadores eléctricos con visualizador electrónico digital de la altura de trabajo, que pueden hacer más fácil y confortable su regulación (Figura 11).



Figura 11. Regulación electrónica del grosor de arranque (Fuente: Panhans).

### Parada de emergencia

La parada o paradas de emergencia deberían de estar situadas de tal forma que pueda ser alcanzada desde cualquier posición de trabajo en la máquina.

### Iluminación y efecto estroboscópico

La zona de trabajo debe estar correctamente iluminada, evitándose además oscilaciones de luz y sombras moletas sobre las superficies de trabajo. La presencia de sombras duras en la superficie de trabajo puede ser la causa de

una mala calidad en el trabajo, baja productividad, esfuerzo visual, fatiga y accidentes. También es importante la supresión de la luz oscilante; esta iluminación es molesta y causa fatiga en los ojos.

Entre otras medidas, encaminadas a solucionar este tipo de problemas, se recomienda:

- Eliminar luminarias aisladas muy brillantes, dado que dificultan la homogeneidad y son antieconómicas.
- Instalar interruptores diferentes para las luminarias situadas junto a las ventanas y para las situadas lejos de las ventanas. De esta manera, las luminarias situadas junto a las ventanas pueden ser apagadas cuando haya suficiente iluminación natural.
- Eliminar las zonas de sombra mediante una buena distribución de las luminarias y la reflexión de las paredes y techos claros, así como mediante un mejor diseño de los puestos de trabajo.
- Instalar sistemas que permitan regular el flujo de entrada de luz proveniente del exterior (cortinas, persianas, etc.)
- Emplear un montaje compensado mediante la conexión de las fuentes de luz a las tres fases de la red eléctrica.
- Utilización de balastos electrónicos para las luminarias.
- Etc.

Si no se puede garantizar un nivel correcto de iluminación mediante la iluminación general, habría que dotar a la máquina de iluminación local auxiliar. Se recomienda el uso de lámparas fluorescentes adicionales dotadas de estabilizador electrónico que evita el efecto estroboscópico (Figura 12). También es posible proteger frente a este efecto de parada mediante sistemas de protección que cubran la herramienta si hay ausencia de pieza.



Figura 12. Lámpara para evitar el efecto estroboscópico (Fuente: Weinig).

## Formación

La cepilladora sólo podrá ser utilizada por personal formado y preparado para ello.

### c. Aspectos ergonómicos de los dispositivos, accesorios y elementos auxiliares

#### Dispositivos de protección

Es importante que los protectores sean fáciles de montar, desmontar y ajustar ya que de ellos depende en muchos casos que éstos se empleen, o se empleen correctamente. La facilidad de reglaje del protector ayuda, además, a que el tiempo invertido sea menor. Hay en el mercado protectores dotados de autoreglaje, que tienen la ventaja de que no precisan de reglaje para el mecanizado en la cepilladora de distintas piezas.

En un estudio sobre dispositivos de protección realizado por Unión de Mutuas, AIDIMA y AFEMA (1995) se analizaron 11 dispositivos de protección comerciales, y entre otros aspectos se analizaron los aspectos mencionados. En dicha publicación se pueden consultar los resultados.

#### Elementos auxiliares y complementarios

Existen una serie de dispositivos en el mercado que, sin ser protectores propiamente dichos, facilitan el trabajo y son muy recomendables para el manejo de la cepilladora en condiciones seguras.



Figura 13. Cepillado fácil y seguro con el tope auxiliar. (Fuente: Aigner).



Figura 14. Empujador Quickly (Fuente: Aigner).



Figura 15. Guía auxiliar para piezas estrechas, y canteado de piezas (Fuente: Panhans).



Figura 16. Sistema de apertura de las mesas neumático (Fuente: Griggio).

- **Tope auxiliar:** Se trata de un accesorio giratorio de fácil colocación, se mantiene siempre instalado y solo hay que girarlo (Figura 13). Se puede plegar rápidamente hacia arriba para no molestar en otros trabajos.
- **Empujador:** permite realizar los finales de pasada con total seguridad alejando las manos del operario de la zona de peligro. Se han estudiado varias empuñaduras ergonómicas sumamente prácticas y adaptables a cualquier trabajo. Sin embargo, es común encontrar para el desarrollo de esta función listones de madera adaptados por el propio trabajador. Se han encontrado en el mercado empujadores que no disponen de mangos ergonómicamente correctos, para lo cual éstos deberían de cumplir con una serie de premisas (véase tabla 14). Algunos empujadores incorporan puntas de agarre que agarran la madera en varios puntos de la pieza (desde arriba y desde el lateral) para facilitar el empuje (como por ejemplo, el modelo Quickly de Aigner, figura 14).

- **Mesas auxiliares:** Éstas prolongan las mesas de la cepilladora para trabajar piezas largas sin necesidad de ayuda. Hay sistemas que permiten una fijación rápida y segura de estos dispositivos sin necesidad de utilizar herramientas, se trata de unos carriles que se fijan a la máquina (Figura 5).
- **Guía auxiliar:** El cepillado de piezas de dimensiones reducidas comporta poca superficie de apoyo y por tanto un defecto de presión sobre la pieza al ser atacada por las cuchillas, lo que facilita su retroceso o vuelco al producirse una variación en la resistencia a la penetración de las cuchillas en la madera. Las guías auxiliares son un elemento de ayuda a la mecanización de piezas estrechas y de pequeña altura, que facilita el paso y deslizamiento de las manos del operario acompañando la pieza (Figura 15).
- **Presores laterales:** ayudan a mantener la pieza contra la guía en la zona de corte, se fijan a la mesa mediante un carril deslizante.
- **Plantilla de achaflanado:** permite la realización de chaflanes de piezas de pequeña sección con total seguridad.
- **Carro de alimentación automática:** sistema tractor por rodillos que realiza automáticamente la alimentación de piezas de madera a la zona de operación de la cepilladora. Sin ser en sí mismo un protector específico de la cepilladora, debe considerarse como tal, ya que manteniendo la madera apretada contra el órgano cortante, sustituye a las manos en la zona peligrosa. Aunque pueden ser de gran ayuda, hay que prestar atención a su facilidad de regulación (altura, profundidad, inclinación y velocidad).

### Mantenimiento

Existen cepilladoras dotadas de apertura asistida (neumática) que facilitan las tareas de acceso a la herramienta (Figura 16).



## CHAPADORA DE CANTOS

### Función y utilización

La chapadora de cantos o canteadora se emplea para pegar chapa de madera o de plástico a los cantos de tableros. Hay versiones bilateral y unilateral. Estas máquinas disponen, en algunos casos, de diversos módulos de mecanizado.

#### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las chapadoras de cantos:

- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, brazos, codo y muñeca.
- Información insuficiente.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Situación incorrecta de la parada de emergencia.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.
- El ritmo de trabajo está ligado al del equipo.
- En el trabajo en equipo no hay una correcta distribución de la carga de trabajo.

#### b. Propuestas de mejora ergonómica

Seguidamente se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la chapadora de cantos.

### Posturas y movimientos

**Alimentación:** Aunque las máquinas actualmente disponen de arrastre automático de los tableros, el operario debe introducir las piezas (tableros) en la máquina y retirarlo una vez que éste está mecanizado. Se recomienda proporcionar al trabajador medios de mantenimiento que faciliten la alimentación de la máquina, organizando el flujo de mate-

riales de forma que se haga con la mínima elevación y descenso de los objetos transportados.

Es preferible, especialmente en el caso de piezas pesadas y/o voluminosas, posibilitar el empuje y la tracción ya que son menos agotadores y más seguros que el levantamiento. Se recomienda analizar el puesto, y poner los medios para alimentar y retirar horizontalmente los materiales pesados empujándolos o tirando de ellos, en lugar de levantarlos. Mover horizontalmente los materiales es más eficiente y permite un mejor control del trabajo, pues requiere de menos fuerza.

Una posibilidad de mejora puede ser enlazar el elemento de transporte de las piezas (habitualmente un palet) con la máquina. Por ejemplo empleando una mesa elevadora que posicione el tablero a la altura de entrada de manera que el trabajador mueva la pieza horizontalmente y con apoyo, en lugar de tener que agacharse y levantar.

Las guías de grandes dimensiones en la entrada de la máquina pueden facilitar la alimentación de las piezas.

Se debe ajustar el grupo de rodillos de soporte extensibles, de manera que el trabajador no tenga dificultades en la alimentación.

**Retirada:** Integrar dispositivos a la salida de la máquina que permitan la acumulación de la pieza o piezas que acaban de salir, de modo que en el caso en que el trabajador esté solo, disponga de tiempo de reacción.

### Mesas auxiliares y prolongaciones

Para facilitar la salida de las piezas largas en la chapadora de cantos, algunos dispositivos comerciales disponen de sistemas que permiten una fijación rápida y segura de éstos, sin necesidad de utilizar herramientas, se trata de unos carriles que se fijan a la máquina (Figura 1).



Figura 1. Prolongaciones de mesa (Fuente: Aigner).

### Sistema de retorno de la salida

Se pueden encontrar en el mercado soluciones para evitar la manipulación manual del tableros cuando se necesita cantear varios cantos del mismo. Se trata de sistemas de manutención automáticos que permiten el retorno de barras y tableros al operario, sin que este se mueva de la entrada de la máquina. Además, se pueden encontrar diferentes modelos en función de las necesidades: con retornos angulares de 90° y 180°, para piezas de pequeñas dimensiones o grandes, etc.

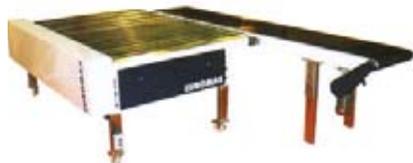
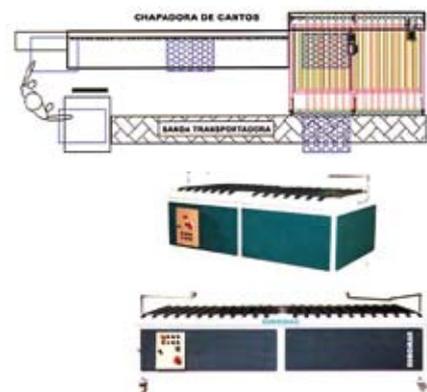


Figura 2. Sistemas de retorno de piezas (Fuentes: Euromak Yecla, Maquinaria La Fonteta).

Además, existe la posibilidad de conectar dos chapadoras unilaterales en continuo mediante un sistema de retorno alimentador en (Figura 3).

## Combinación con otras máquinas e integración en líneas de producción

En la medida de lo posible, es recomendable combinar operaciones para reducir la necesidad de mover materiales entre las mismas. Cuando dos o más procesos (máquinas) se realicen frecuentemente seguidos, y el tipo de pieza y proceso así lo permita, enlazar estas máquinas de manera que la manipulación de los materiales sea lo más fácil posible.

Existen fabricantes en el mercado que poseen soluciones para unificar en una sola línea escuadrado y canteado, con un transfer intermedio. Incluso, ofrecen la posibilidad de completar la máquina con un gran número de dispositivos, según las necesidades del cliente.



Figura 3. Conexión en U de chapadoras (Fuente: Maquinaria La Fonteta).

## Dispositivos de información y mando

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Aunque en esta máquina no es tan crítico que estén accesibles desde la posición de trabajo, dado que el tipo de accionamiento es de funcionamiento en continuo.

Los principales órganos de accionamiento para puesta en marcha, la parada normal, el avance de la pieza y la selección de modo deben estar situados en el puesto desde el que se realice la carga.



La configuración más habitual es por encima de la superficie de trabajo, en un panel de mando fijo o móvil (Figura 4). Se recomienda que este sea móvil y que su superficie superior no esté a más de 1800 mm del suelo, además la cara frontal del panel no debería de estar a más de 600 mm del borde de la entrada.

Figura 4. Localización de los mandos en las chapadoras (Fuentes: Cehisa, Egurko).

No se recomiendan los mandos empotrados en la máquina y por debajo de la superficie de trabajo, ya que podrían no ser accesibles cuando se están canteando las piezas. En todo caso, todos los mandos de accionamiento que se accionan con la mano deben estar situados a una altura igual o superior a 600 mm por encima del nivel del suelo.

## Parada de emergencia

Este tipo de máquinas deberían de disponer de parada de emergencia tanto en la entrada (posición de carga) como en la salida (posición de descarga), en cada mando de control móvil o fijo y no a más de medio metro del accionamiento de puesta en marcha, situado de tal forma que pueda ser alcanzado desde cualquier posición de trabajo en la máquina.

## Iluminación

Principalmente, es a la salida del proceso donde tiene que haber un nivel de iluminación adecuado. Como mínimo debería de garantizarse un nivel de iluminación de 200 lux, recomendándose 500 lux si el trabajador debe comprobar que las piezas están correctas.

Para operaciones menos frecuentes, puesta a punto, abastecimiento, ajustes, etcétera, que se realizan en la parte trasera de la máquina, se debe garantizar unos niveles de iluminación mínimos. Si no es posible garantizar esto con los sistemas de iluminación general, hay que proveer de iluminación auxiliar regulable.

### **Ritmo de trabajo**

Es recomendable evitar que el ritmo de trabajo venga impuesto por la máquina. Si además, sumamos que el trabajador debe atender ambos extremos del equipo, se puede incrementar la presión por tiempos.

La velocidad de avance debe poder ser ajustada por el trabajador de manera que pueda atender la máquina tanto a la entrada como a la salida si está trabajando solo, especialmente si se trata de un trabajador en formación.

Como se ha recomendado anteriormente, en máquinas donde se esté chapando más de una pieza en continuo, y el trabajador deba atender tanto la alimentación como la retirada, se puede optar por facilitar algún dispositivo de acumulación a la salida para evitar que las piezas puedan caer, o bien implantar algún sistema de transporte de piezas hasta la entrada.

Frente a este tipo de soluciones que suponen una inversión en equipos de manutención se plantearía el trabajo en equipo.

### **Organización del trabajo**

Cuando se trabaje en equipo se debe procurar hacer una correcta distribución de la carga de trabajo.

### **Otros**

En cateadoras con calderín de cola se debe prestar especial atención al acceso a éste para la operación de llenado de cola termofusible. Esta no debería, por su diseño, obligar al operario a realizar esta operación subido a una escalera ni en posturas penosas.



### Función y utilización

Este tipo de máquina está diseñada para la copia y mecanizado de una pieza n veces, dependiendo del número de cabezales de que disponga. Se trata de una máquina que está provista de varios cabezales de mecanizado con movimiento solidario, dispuestos sobre un soporte común. La copia se realiza mediante el copiado de una pieza original por un palpador guiado manualmente que permite la repetición de sus formas por el resto de cabezales de mecanizado. También existen en el mercado máquinas que permiten a partir de una pieza derecha obtener su simetría izquierda, y viceversa (Figura 1).

Las máquinas modernas permiten la grabación de programas a partir de un único “palpado” manual de la pieza patrón, de manera que trabaja de forma automática sin necesidad de que el operario tenga que estar empleando el palpador en sucesivas series. Este tipo de máquina también es conocida como pantógrafo esculpidor múltiple.

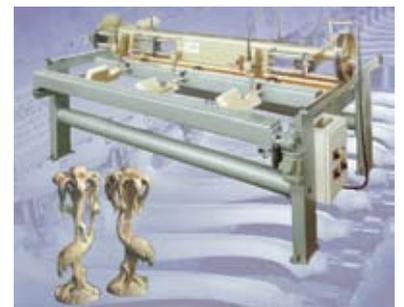


Figura 1. Copiadora de piezas simétricas (Fuente: Andreoni).

#### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las copiadoras de talla:

- Alturas de utilización de la máquina inadecuadas.
- Distancias insuficientes entre la máquina y otros elementos.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, brazos, codo y muñeca.
- Se manipulan cargas por encima del peso máximo recomendado.
- Alturas de manipulación elevadas.
- Esfuerzo incorrecto en el empuje-arrastre de partes móviles de las máquinas manuales.
- Se requieren movimientos de precisión que requieren de esfuerzo.
- Interpretación de información visual (pantallas e indicadores).

- Necesidad de más información, interfaz trabajador-máquina.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Esfuerzo físico para accionar los mandos.
- Efecto estroboscópico.
- Falta de manual de instrucciones.

## b. Propuestas de mejora ergonómica

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la copiadora de talla.

Es importante señalar que la problemática que presentan las copiadoras de talla con posibilidad de programación o automáticas y las manuales es muy distinta. Siendo éstas últimas muchos más exigentes desde el punto de vista de la demanda física.

### Alturas de utilización



Figura 2. Torno copiadore con carga vertical de las piezas (Fuente: Bacci).

Dados los requisitos de control visual y precisión para calcar la pieza patrón se recomienda que la altura de agarre del palpador y el conjunto esté ligeramente por encima de la altura de codos. En la copiadora se recomienda que la altura del trabajo esté por encima de altura de codo, comprendida entre 100 y 110 cm aproximadamente.

Además, se recomienda que el palpador disponga de mangos de agarre que faciliten el manejo a una altura adecuada, y en una posición correcta, es decir, con el trabajador situado de frente a la máquina y con el cuello y el tronco lo más rectos posible. Este aspecto es especialmente crítico en el caso de las copiadoras de tipo manual, donde el operario tiene que manejar el palpador en todos los ciclos.

En lo que respecta a las alturas de carga y descarga de piezas, en el caso de los tornos copiadores donde las piezas se cargan en vertical (Figura 2) se recomienda evitar los alcances por encima del nivel del hombro o por debajo de los nudillos. Y si se trata de piezas pesadas los levantamientos se deberían realizar a una altura comprendida entre los nudillos y los codos.

### Distancias entre la máquina y otros elementos

Es importante que haya espacio suficiente para que el trabajador pueda moverse cómodamente en la zona de palpado, en alguna máquina se ha detectado que este espacio es insuficiente (Figura 3). Y en el caso de que tuviera que pasar a la parte trasera de la máquina, durante la carga o ajuste de la máquina, se debe garantizar un paso con unas dimensiones mínimas ajustadas a las recomendaciones dadas en la presente guía.



Figura 3. Operación del palpador (Fuente: Empresas colaboradoras en el estudio de campo).

## Posturas y movimientos

Dado el tipo de demanda física que exige este tipo de máquina, la opción más recomendable es automatizar la tarea, restringiendo el copiado de las piezas con el palpador a la introducción de los programas.

Durante la carga de piezas muy grandes o largas, el trabajador puede verse obligado adoptar posturas con flexión de brazos y tronco. En estos casos se recomienda limitar la profundidad de alcance a 60 cm, especialmente en el caso de que las piezas se carguen en horizontal.

## Manipulación de cargas

Durante la carga y descarga de las piezas en la máquina se debe evitar manipular piezas por encima del peso límite recomendado, y en el caso de que esta manipulación sea inevitable se deberán de emplear medios auxiliares de manutención. En cada caso particular, y siempre que los pesos o condiciones de manipulación sean desfavorables se debería realizar una evaluación del levantamiento.

### Accesorios

Existen en el mercado accesorios que pueden ayudar a cargar y posicionar diferentes formatos de piezas. Por ejemplo: instrumentos neumáticos para posicionar correctamente todas las piezas, mesas de acero con recubrimiento de madera para trabajos en plano y curvo, etc. (Figura 4).



Figura 4. Accesorios para la fijación de piezas en la copiadora de talla (Fuente: Andreoni).

### Esfuerzo físico

Aunque el soporte donde va el palpador y los cabezales de mecanizado dispone de contrapesos, el trabajador debe realizar cierta fuerza, ya que debe mover todo el conjunto. El problema no es tanto de un esfuerzo excesivamente alto, sino de un esfuerzo significativo mantenido y con requerimientos muy exigentes de precisión.

La recomendación general existente al respecto es que las tareas que requieran de precisión no deben de requerir esfuerzo. Por lo que se recomienda que el sistema de contrapeso esté correctamente regulado para minimizar el esfuerzo que debe realizar el trabajador, aunque dadas las demandas físicas de la tarea la opción más recomendable es automatizar la tarea, restringiendo el copiado de las piezas con el palpador a la introducción de los programas.



Figura 5. Mandos ubicados en el propio cuerpo del palpador (Fuente: Empresa colaboradora en el estudio de campo).

### Dispositivos de información y mando

Los órganos de accionamiento deben estar a una altura comprendida entre 600 mm y 1.800 mm del nivel del suelo. Y estos no deben de entorpecer el trabajo del operario. Durante las visitas a empresa se detectó un modelo de copiadora cuyos mandos interferían con la operación de palpado de la pieza (Figura 5).

### Interpretación de la información

Muchas máquinas provenientes de fabricantes extranjeros facilitan información en otros idiomas, que no son el castellano. Se recomienda que se solicite al suministrador que se solvante esto, demandando la traducción de la información presentada, así como de los

rótulos de los controles y mandos. En las máquinas más antiguas, el problema es que no se da ningún tipo de información al usuario, y tampoco disponen de manuales de instrucciones.

### **Iluminación y efecto estroboscópico**

La zona del palpador debe de estar correctamente iluminada, debería de haber como mínimo 500 lux.

El efecto estroboscópico puede ser eliminado iluminando los órganos giratorios de las máquinas con un sistema auxiliar que utilice lámparas incandescentes. También pueden ser aminorado repartiendo la conexión de las lámparas fluorescentes de cada luminaria a las tres fases de la red, o empleando balastos electrónicos de alta frecuencia.



### Función y utilización

Se trata de una máquina diseñada para la aplicación de colas en continuo sobre maderas, chapas de madera, tableros aglomerados, etc. La aplicación puede ser a una o dos caras por pasada.

#### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en la encoladora de rodillos:

- Distancias insuficientes entre la máquina y otros elementos.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, brazos y piernas.

#### b. Propuestas de mejora ergonómica

Seguidamente se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la encoladora de rodillos.

#### Distancias y espacios de trabajo

Debe preverse espacio suficiente para todas las partes del cuerpo, de forma que se permitan los movimientos necesarios para realizar la tarea y para facilitar el acceso y los cambios de postura. La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en condiciones de seguridad y salud.

El espacio mínimo recomendado para empujar una carga es de 700-900 mm, y para tirar o arrastrar la misma 600-800 mm (Figura 1).

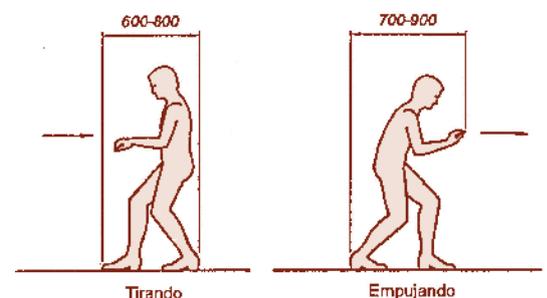


Figura 1. Espacios mínimos recomendados para empujar y tirar de piezas en una máquina.

### Posturas y movimientos

Se recomienda minimizar la necesidad de mover materiales, mediante la mejora de la disposición del área de trabajo. Para ello se recomienda analizar y discutir con los trabajadores cómo se puede reducir la frecuencia y distancia de movimiento de los materiales. Se deben disponer los materiales de acuerdo con la secuencia de trabajo realizada para permitir el movimiento fácil y eficiente de los mismos.



Figura 2. Ayudas para la manipulación de materiales (Fuente: Kaiser-Kraft).

Si los tableros llegan apilados o en paquetes, emplear sistemas de manutención que posicionen éstos a la misma altura de entrada de la máquina, y eviten que los trabajadores tengan que agacharse en la recogida. Por ejemplo mediante el empleo de: mesas elevadoras, plataformas, traspaletas con elevación, etc.

La alimentación no puede ser continua ya que deben quedar tiempo para tirar la chapa a la salida.

### Mesas formadoras de paneles



Figura 3. Mesas formadoras de paneles (Fuente: Barberán).

Se trata de estaciones de ayuda para la aplicación de hojas rígidas o semirrígidas de recubrimiento a paneles encolados, permitiendo que esta tarea sea realizada por una sola persona. Estas soluciones están formadas por una mesa de transporte de banda y una o más bandejas superiores que facilitan la colocación manual de láminas sobre paneles encolados en una línea de prensado (Figura 3).

### Líneas completas de encolado y prensa



Figura 4. Combinación de máquinas y operaciones (Fuente: Barberán).

que están formadas por una mesa entrada, la encoladora, una estación formadora de paneles compuesta de una mesa de entrada, una mesa de formación de paneles, una calandra para prensado y una mesa de salida (Figura 4).

Otra forma de reducir la necesidad de mover materiales entre operaciones, y minimizar la manipulación de cargas, es combinar operaciones. Existen en el mercado líneas completas para encolado de tableros,

### Empuje y arrastre manual de las piezas

El empuje y el arrastre son menos agotadores y más seguros que el levantamiento y depósito de los tableros voluminosos y/o pesados. Se recomienda analizar el caso y poner los medios para alimentar y retirar horizontalmente los materiales pesados empujándolos o tirando de ellos, en lugar de levantarlos. El mover horizontalmente los materiales es más eficiente y permite un mejor control del trabajo, pues requiere de menos fuerza. Se recomienda que la máquina este dotada de rodillos para facilitar la manipulación de los paneles (Figura 5).

### Alturas de trabajo

En lo que respecta a las alturas de aplicación de la fuerza de empuje o tracción, independientemente de la intensidad de la fuerza, ésta no se aplicará correctamente si se empuja o tracciona una carga con las manos por debajo de la altura de los nudillos, o por encima del nivel de los hombros, ya que fuera de estos rangos, el punto de aplicación de las fuerzas será excesivamente alto o bajo.



Figura 5.  
Encoladoras  
dotadas de  
rodillos (Fuente:  
Osama).

### Dispositivos de información y mando

Todos los mandos de accionamiento que se accionan con la mano deben estar situados a una altura igual o superior a 600 mm por encima del nivel del suelo.





### Función y utilización

La escuadradora es una máquina con avance manual de la pieza, provista de una hoja de sierra circular que está fija durante la operación de corte, y de una mesa móvil integrada, adyacente al disco de corte, que puede estar equipada con disco incisor para cortar cantos posformados. El disco de corte está montado sobre un husillo horizontal situado por debajo de la mesa. Se emplea para realizar el corte lineal a escuadra de tableros o tablonés de madera.

#### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las escuadradoras:

- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, brazos y muñecas.
- Se requieren movimientos de precisión que requieren de esfuerzo.
- Detección inadecuada de la información visual.
- Información insuficiente.
- Situación incorrecta o inexistencia de la parada de emergencia.
- Efecto estroboscópico.
- Falta de formación específica en el manejo de la máquina.

#### b. Propuestas de mejora ergonómica

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la escuadradora.

### Posturas y movimientos

**Posiciones de trabajo en la máquina:** La escuadradora tiene la peculiaridad de que puede ser atendida desde diferentes posiciones de trabajo (Figura 1):

- Posición 1: En el lado izquierdo (visto desde el sentido del avance) del carro de rodillos dobles, en la parte frontal de la máquina (posición de trabajo principal).

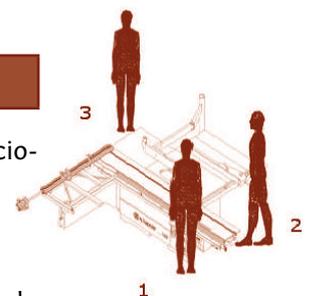


Figura 1. Posiciones de trabajo en la escuadradora (Fuente: Altendorf).

- Posición 2: En la parte transversal frontal de la máquina, a la derecha del carro de rodillos dobles, para el trabajo con el tope-guía paralelo.
- Posición 3: En la posición de la persona que recoge las piezas en la parte transversal posterior de la máquina, detrás de la prolongación de la mesa.

Se recomienda mejorar el movimiento de materiales dentro del puesto:



Figura 2. Extensiones de carro y mesa (Fuente: Griggio).

- El giro e inclinación de la espalda es un movimiento inestable, que hace que el trabajador invierta más tiempo y termine más fatigado que cuando hace el mismo trabajo sin inclinar o girar el tronco. Se recomienda cambiar la colocación de los materiales o productos semiacabados de forma que, la tarea de manipulación se haga delante del trabajador, sin inclinación del cuerpo. Para ello, se debe evitar colocar materiales sobre el suelo usando estantes o plataformas de altura apropiada, modificar las alturas de trabajo, emplear medios mecánicos, etc.
- Emplear prolongaciones de mesa/carro para el corte de piezas muy grandes (Figura 2). Por ejemplo, las extensiones telescópicas permiten ajustar las dimensiones de la máquina a las de la pieza, sin alejar al trabajador de la misma innecesariamente cuando las piezas son pequeñas.



Figura 3. Interruptores en el carro (Fuentes: Altendorf, Martin, Griggio).



- Para el corte de planchas de gran formato, puede ser útil disponer de **interruptor marcha-paro en el propio carro** (Figura 3). De este modo el interruptor

tor marcha/parada se encuentra siempre a mano. Con ello se evitan desplazamientos adicionales. Además, si la sierra se enciende solamente cuando se necesita se aumenta la seguridad y se reduce el ruido.

- Adoptar una posición de trabajo en la que se encuentre siempre a un lado de la hoja de sierra, fuera del área expuesta a posibles contragolpes.

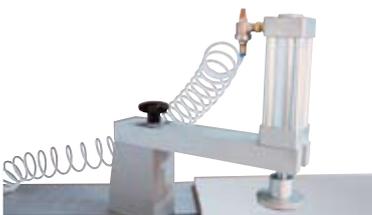


Figura 4. Prensa y mordazas (Fuentes: Griggio, Martin y Altendorf).

trabajador tenga que sujetar manualmente la pieza en el carro deslizante (Figura 5). El sistema funciona mediante una bomba de vacío que genera el vacío con varias hileras de ventosas, fijando firmemente la pieza sobre el carro.

### Esfuerzos

- Para reducir el esfuerzo, el carro debe deslizarse con facilidad y precisión, así como poder ponerse fácilmente en movimiento.
- Cuando se trabaja con el carro, el agarre de la pieza se realiza con la mano abierta, y esto es malo. Se recomienda, cuando sea posible, emplear **mordazas o prensos** para asegurar la pieza durante el corte y evitar esfuerzos. Estos elementos ayudan a asegurar la pieza. Existen en el mercado **prensos neumáticos rápidos** con mando por control remoto (Figura 4).

Una novedad en el mercado es el **carro con sistema de vacío**, que evita por completo la necesidad de que el

Cuando se trabaja entre guía y disco, operación en la cual no se utiliza el carro, con piezas estrechas o cortas, se recomienda emplear **empujadores para el final de pasada** (debería tener entre 300-400 mm de longitud, 80-100 mm de anchura y 15-20 mm de espesor) para evitar trabajar con las manos en la proximidad del disco de corte. Éstos serán de plástico, de madera o de madera contrachapada. Los empujadores deben de estar provistos de una empuñadura adecuada. Algunos empujadores incorporan puntas de agarre que agarran la madera en varios puntos de la pieza (desde arriba y desde el lateral) para facilitar el empuje (Figura 6).



Figura 5. Sistema de vacío (Fuente: Altendorf).



Figura 6. Empujador con empuñadura (Fuente: Aigner).

**Empujador guiado:** Se recomienda para el corte de piezas largas el uso de empujadores guiados, ya que evitan el desplazamiento lateral de las mismas.

- Hay escuadradoras dotadas de carro motorizado que permiten trabajar distintos materiales y formatos gracias a que disponen de ajuste de velocidad de avance. Estos sistemas se suelen complementar con una barra de prensado neumático (Figura 7).



Figura 7. Escuadradora dotada de carro motorizado y barra de prensado.

**Mesa delantera:** Supone un soporte adicional para piezas largas y estrechas. Se coloca delante de la mesa de la máquina, y es inclinable y abatible (Figura 8).

Otras soluciones existentes en el mercado que pueden facilitar el trabajo son (Figura 9):

- Sistema motorizado de subida, bajada e inclinación del disco principal.
- Topes-guía dotados de asideros para su mejor manipulación.
- Tope-guía transversal de inglete: para cortes precisos de ángulos e ingletes en una única función. Los hay disponibles con visualización digital de longitudes y ángulo.
- Tope-guía paralelo electromotriz: Al regularse el tope-guía directamente desde el puesto central de mando se evita tener que moverse alrededor de la máquina, con el consiguiente ahorro de desplazamientos. Existen en el mercado escuadradoras con sistemas de tope-guía que reconocen automáticamente su posición, especialmente en la zona de peligro de la sierra.



Figura 9. De izquierda a derecha: tope-guía con asidero, tope-guía paralelo electromotriz, tope-guía transversal de inglete e inglete dotado de visualización digital con ajuste de precisión (Fuentes: HACO y Altendorf).

## Dispositivos de información y mando

Todos los mandos de accionamiento que se accionan con la mano deben de estar situados a una altura igual o superior a 600 mm por encima del nivel del suelo.

Existen diversas configuraciones en lo que respecta a la ubicación del panel de control, este puede estar: en la bancada, sobre poste y articulado en altura o en la superficie



Figura 10. Diferentes configuraciones de mandos en función de su ubicación (Fuentes: Alterdorf, Haco y Griggio).

(Figura 10). La configuración articulada en altura, o colgante orientable, tiene la ventaja de que permite al operario orientar la pantalla tanto en horizontal como en vertical, y tiene mejor visibilidad.

La información y textos deben estar en castellano. Algunas máquinas en el mercado disponen, además, de visualización digital de anchuras de corte del tope-guía paralelo con ajuste manual de precisión, lo que facilita la regulación exacta del tope-guía paralelo.



Figura 11. Visualización de parámetros (Fuentes: Felder y Altendorf).

Puede ser de gran ayuda disponer de visualización digital de los principales parámetros (ajuste de altura, inclinación y velocidad de giro.) Hay escuadradoras que permiten introducir mediante pantalla táctil los principales parámetros (altura del disco, ángulo del disco) y los elementos de la máquina se posicionan automáticamente.

Otras posibles mejoras que incorporan algunas máquinas es que la escala de la regla esté inclinada hacia el operario, lo que permite una lectura más exacta de las medidas requeridas, y la lupa de lectura (Figura 11).

### Parada de emergencia

La parada o paradas de emergencia deberían de estar situadas de tal forma que pueda ser alcanzada desde cualquier posición de trabajo en la máquina. Por ejemplo, si la máquina dispone de varios paneles de control, el pulsador de parada de emergencia debería de estar disponible en todos ellos, para una desconexión rápida y segura de todos los accionamientos.

### Efecto estroboscópico

Este efecto puede ser eliminado iluminando los órganos giratorios de las máquinas con un sistema auxiliar que utilice lámparas incandescentes. También pueden ser aminorado repartiendo la conexión de las lámparas fluorescentes de cada luminaria a las tres fases de la red, o empleando balastos electrónicos de alta frecuencia.

Por otra parte, el acceso al área del disco de corte por encima de la mesa debe ir protegido con un resguardo regulable, que abarcará la mayor parte posible del disco.

### Mantenimiento



Figura 12. Sistemas rápidos de cambio de disco (Fuentes: Martin y Griggio)

**Cambio de disco:** Existen en el mercado máquinas dotadas con sistemas de cambio de disco rápido. Por ejemplo, la empresa Martin dispone de un sistema de cambio íntegramente sin llaves “V-lock” que permite cambiar el disco principal en segundos (Figura 12). Además, prescinde de tener que establecer la referencia de altura y ancho de corte después del cambio de disco ya que el control permite un menú para diez herramientas. Y la empresa Griggio dispone de escuadradoras que permiten el cambio accionando una palanca y desplazando el carro, dejando libre el cuerpo de la máquina (Figura 12).

cambio accionando una palanca y desplazando el carro, dejando libre el cuerpo de la máquina (Figura 12).

## Formación

La escuadradora sólo podrá ser utilizada por personal formado y preparado para ello.

### c. Aspectos ergonómicos de los dispositivos, accesorios y elementos auxiliares.

#### Elementos auxiliares y complementarios

En el mercado se pueden encontrar una serie de accesorios y elementos cuya función es facilitar determinados trabajos en la escuadradora:

- **Bridas de apoyo** para la sujeción del husillo al disco de corte en caso de que el diámetro del primero sea menor que el del segundo.
- **Cuñas de alejamiento** para cortes o despuntes que generen pequeños trozos de madera, que impidan que los trozos contacten con el disco y sean proyectados sobre el operario.
- **Rodillos de apoyo integrados en el carro** para introducir y retirar piezas en el carro (Figura 13).
- **Mesas flotantes:** este tipo de dispositivos amplían la superficie de apoyo cuando es necesario (Figura 14). Existen diferentes formatos en el mercado y no necesitan de apoyo.
- **Rodillos de apoyo:** Cuando se mecanizan piezas muy pesadas o para poder aprovechar todo el recorrido de un carro se recomienda usar rodillos de apoyo para la mesa transversal (Figura 15). También es posible emplear carros dobles.



Figura 13. Rodillo de apoyo (Fuente: Rojek).

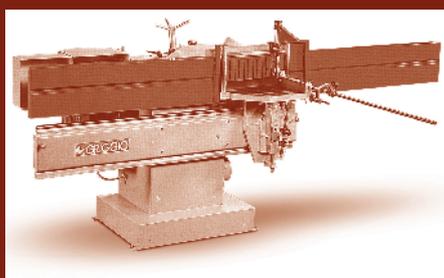


Figura 14. Mesa flotante (Fuente: Aigner).



Figura 15. Rodillos de apoyo (Fuentes: Martin y Griggio).



**ESPIADORA**

### **Función y utilización**

La espiadora consta de herramientas de fresar y disco(s) de corte, montados en uno o varios husillos, que mediante un movimiento de rotación y traslación generan la forma y dimensión de la espiga en un extremo de la pieza. Esta máquina permite mecanizar en el extremo de la madera una forma, denominada espiga, cuyo espesor se ha disminuido para que encaje en un hueco, permitiendo de este modo el ensamblaje de dos piezas de madera. Existen diferentes formas y tipos de espiga en función del tipo de ensamblaje a realizar.

#### **a. Principales problemas ergonómicos detectados**

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en la espiadora:

- Alturas de utilización de la máquina inadecuadas.
- Espacios previstos para los brazos y pies insuficientes.
- Aberturas de acceso con dimensiones insuficientes.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, brazos, codo, muñeca y piernas.
- Detección y/o identificación inadecuada de la información visual.
- Posibilidad interpretación equívoca de la información visual.
- No se suministra toda la información interfaz hombre-máquina necesaria.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Nivel de iluminación inapropiado.
- Presencia de sombras.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.
- Falta de manual de instrucciones.
- Falta de formación específica en el manejo de la máquina.

## b. Propuestas de mejora ergonómica

Seguidamente se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la espigadora.

### Altura de trabajo

Las alturas de trabajo deben evitar la adopción de posturas forzadas, por ejemplo flexiones de tronco y espalda, y esta recomendación es también aplicable a las tareas de preparación y puesta a punto de la máquina.

Hay que señalar que el tipo de espigadora influye en las tareas y demandas físicas:

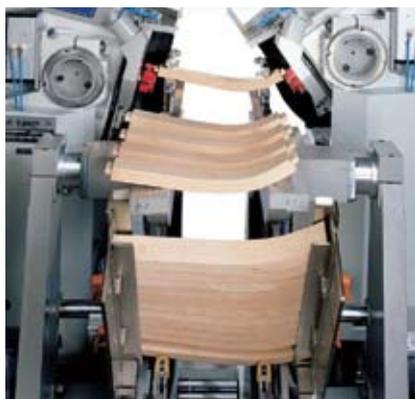


Figura 1. Cargador para la alimentación de piezas en espigadora (Fuente: Bacci).

La **espigadora convencional** es una máquina que requiere la alimentación de la pieza, el accionamiento y la retirada de la misma. Durante el mecanizado de la misma ésta se sujeta mediante un pistón, y la máquina hace un giro de órbita de la herramienta. El accionamiento se hace mediante pedal, que es accionado normalmente desde un lateral.

También existen las denominadas **espigadoras automáticas**, las cuales están dotadas de sistemas de alimentación automática (Figura 1). En este tipo de espigadoras el operario alimenta un cargador y retira las piezas ya mecanizadas, pudiendo atender la máquina por lotes y eliminando la necesidad de alimentar y retirar pieza a pieza. El sistema asegura mediante unas guías el correcto descenso de las piezas hasta la posición de carga, y un sistema automático toma la pieza ya orientada.

Las **espigadoras dotadas de Control Numérico** efectúan tanto el posicionamiento de la espiga en la pieza de madera como la ejecución de la espiga mediante la interpolación de los ejes de la herramienta, reduciendo la necesidad de regular la posición de los bancos y apoyo de la pieza. De tal manera que los bancos están fijados en una posición que permite la ejecución de cualquier tipo de espiga que esté dentro del límite de la carrera de los ejes de la herramienta.

### Espacios de trabajo y aperturas de acceso

Se debe prever, cuando se instala la máquina, el espacio suficiente para que el trabajador pueda moverse con libertad alrededor de la misma, y se puedan depositar las piezas tanto por espigar como ya mecanizadas.

Además, durante la preparación y ajuste de la máquina se deben garantizar las aperturas de acceso suficientes para que el trabajador pueda acceder. Se recomienda consultar los apartados correspondientes de la guía.



Figura 2. Prolongación de mesa y caballete de apoyo (Fuentes: Aigner, Hammer).

### Posturas y movimientos

Es importante que el operario no tenga que adoptar posturas forzadas ni penosas durante el trabajo en la espigadora. Por ejemplo, en el caso de que se trabaje con piezas de grandes dimensiones o muy largas, se recomienda emplear prolongaciones de mesa o apoyos auxiliares que den mayor soporte a éstas, como por ejemplo caballetes con rodillo (Figura 2).



Figura 3. Espigadora doble (Fuente: Bacci).

En los casos donde las piezas tengan que ser espigadas por ambos extremos, la **espigadora doble** mecaniza ambos lados de la pieza a la vez sin necesidad de tener que cogerla y girarla (Figura 3).

## Dispositivos de información y mando

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Por otra parte, el manejo de la espigadora debe ser lo más simple e intuitivo posible. Por ejemplo, en el caso de algunas espigadoras modernas el sistema de programación guía paso a paso al usuario en la introducción de los datos.

Existen diferentes configuraciones en función de la ubicación de los mandos principales de la máquina (Figura 4): en la propia máquina o en un módulo aparte. Todas las máquinas vistas en el estudio disponen de mandos situados por encima del plano de trabajo.



Figura 4. Diferentes disposiciones de panel de mandos en la espigadora (Fuentes: SCM, Colombo Angelo, Balestrini).

Los indicadores y dispositivos de información deben ser visibles por el operador desde las diferentes posiciones habituales de trabajo.

Las espigadoras más avanzadas disponen de visores digitales y pantallas que no sólo mejoran la interpretación de la información sino que también aceleran los ajustes de la máquina (espesor y anchura de espiga, colocación horizontal y vertical de las espigas, longitud de la pieza a trabajar, etc.). Pudiéndose memorizar las secuencias de trabajo seguidas en el ajuste (Figura 5).

A fin de evitar una interpretación errónea de la información, los criterios y simbologías empleados por los indicadores visuales deben ser conocidos por el operador al objeto de ser sencilla e intuitiva su interpretación.

En las máquinas más antiguas, el problema es que no se da ningún tipo de información al usuario, y tampoco disponen de manuales de instrucciones.



Figura 5. Espigadora programable (Fuentes: Balestrini).

## Iluminación

En esta máquina el trabajador inspecciona las piezas una vez acabada, por lo que es importante que la zona de trabajo esté correctamente iluminada, debería de haber como mínimo 500 lux. Si la iluminación general no garantiza estos niveles, entonces se deberá plantear la posibilidad de instalar iluminación local regulable. Es importante que se estudie la localización de esta iluminación al objeto de evitar sombras molestas en el área de trabajo.

## Formación

La espigadora sólo podrá ser utilizada por personal formado y preparado para ello.

### Otras máquinas para espigar

También es posible espigar y ranurar con tupís dotadas de un carro especial (Figura 6).



Figura 6. Accesorio para espigar y ranurar en tupí (Fuentes: Felder, Griggio).



### **Función y utilización**

La guillotina de chapa es una máquina de corte rectilíneo de chapa o láminas de poco espesor, destinada a piezas de grandes dimensiones.

Existen variantes de las guillotinas tradicionales que pueden mejorar las condiciones de trabajo en determinado tipo de tareas o circunstancias. A continuación, se recogen un par de ejemplos:

#### **Guillotina con control numérico**

Las guillotinas con control numérico permiten obtener a partir del paquete de chapa cualquier figura geométrica poligonal (cuadrados, rectángulos, rombos, trapecios, triángulos, polígonos regulares e irregulares) de modo totalmente automático.

Gracias a dos ejes controlados, lineal y angular, la máquina ejecuta el ciclo completo de trabajo sin intervención por parte del operador. El operario coloca el paquete de chapa sobre el plano de trabajo, dentro de las referencias predispuestas, y controla el software y vigila el correcto funcionamiento de la máquina (Figura 1).



Figura 1. Guillotina CNC (Fuente: Casati Macchine).

#### **Guillotina doble de corte transversal**

Este tipo de guillotinas permite el corte transversal simultáneo de ambos extremos del paquete de chapa y la medida automática de la longitud del paquete. Además, se pueden obtener series de paquetes o fardos submúltiplos de la longitud del original (Figura 2). Su principal ventaja radica en que al tener uno de las guillotinas móviles, que se mueve automáticamente a lo largo de toda la mesa, no es necesario manipular el paquete de chapa una vez depositado en la mesa.



Figura 2. Guillotina de corte transversal (Fuente: Casati Macchine).

### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en la guillotina de chapa:

- Posturas-movimientos inadecuados de los brazos.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.

### b. Propuestas de mejora ergonómica

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la guillotina de chapa.

#### Posturas y movimientos



Figura 3. Guillotina dotada de mesas de entrada y salida (Fuente: Casati Macchine).

Durante las visitas se detectaron movimientos repetitivos de brazos asociados fundamentalmente a la alimentación y retirada de piezas. Se recomienda disponer mesas auxiliares por la parte anterior y posterior que faciliten la manipulación de las piezas (Figura 3). Estas mesas se deben disponer siguiendo el flujo de trabajo y evitando movimientos innecesarios.

Es posible combinar distintos tipos de guillotinas; por ejemplo, una guillotina longitudinal se puede instalar dispuesta a 90 grados con respecto a una guillotina transversal. Esta composición permite una operación de corte más rápida y precisa de los cuatro lados del paquete; asimismo el corte transversal desgasta sólo la cuchilla de la guillotina de refrentado, más económica para afilar gracias a su longitud más reducida (Figura 4).



Figura 4. Combinación de guillotinas (Fuentes: Casati Macchine, Josting).

guillotinas destacan: la reducción de tiempos de trabajo respecto a la guillotina de cuchilla simple, la eliminación de la necesidad de mover el paquete para posicionarlo para el segundo corte y el paralelismo perfecto entre ambas caras guillotinadas de la pieza.



Figura 5. Guillotina dotada de mesa móvil para el ajuste de la distancia de corte (Fuente: Casati Macchine, Josting).

el paquete de chapa con la mesa en su posición extraída contra un tope, y selecciona la anchura de corte mediante el haz luminoso. Una vez la anchura está definida se ejecuta el ciclo de corte de forma automática. La mesa se mueve hacia el interior de la posición de corte, el prensador afianza el paquete, y las cuchillas inferiores y superiores cortan

También es posible reducir el número de movimientos empleando guillotinas dotadas de mesa móvil y/o doble cuchilla. Las **guillotinas con doble cuchilla** permiten realizar dos cortes en ambos extremos del paquete de chapa en un solo golpe. Entre las principales ventajas de estas guillotinas destacan: la reducción de tiempos de trabajo respecto a la guillotina de cuchilla simple, la eliminación de la necesidad de mover el paquete para posicionarlo para el segundo corte y el paralelismo perfecto entre ambas caras guillotinadas de la pieza.

También existen **guillotinas dobles dotadas de mesa móvil** de tal manera que una de las cuchillas está fija en la máquina, y la otra está en la mesa deslizante, definiendo la distancia entre ambos cortes (cuchillas) el movimiento de la mesa (Figura 5).

En este tipo de guillotinas de doble cuchilla con mesa móvil el operario coloca

el paquete a la medida indicada. Cuando el ciclo de corte finaliza, la mesa vuelve a salir (Figura 6).

Al objeto de evitar que cada cierto número de ciclos o cortes el trabajador tenga que ir a la parte trasera y retirar los recortes se puede instalar un sistema de recogida y triturado de restos de chapa (Figura 7). Otra ventaja de la instalación de este tipo de dispositivos es que reducen un 50% el volumen de los restos, lo que supone una reducción de costes en el transporte.

### Iluminación

La zona de alimentación debe de estar correctamente iluminada, debería de haber como mínimo 500 lux.

Es recomendable que la máquina esté dotada de luz para visualizar el corte. Existen, además, otros accesorios con el haz luminoso indicador de la línea de corte que sirve de gran ayuda para posicionar los paquetes (Figura 8).

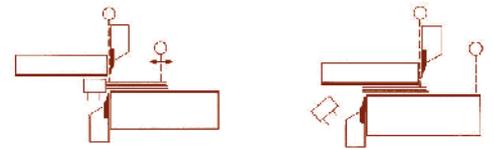


Figura 6. Ciclo de corte con mesa móvil en guillotina doble (Fuente: Josting).



Figura 7. Sistema de recogida y triturado de residuos de chapa (Fuente: Casati Macchine).

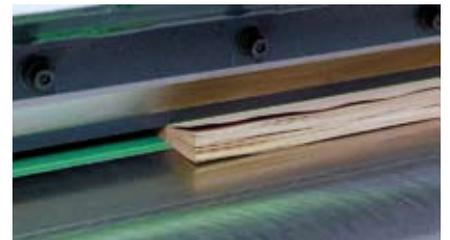


Figura 8. Haz luminoso indicador de corte (Fuente: Casati Macchine).





## INGLETADORA

### Función y utilización

La ingletadora es una máquina empleada para cortar madera a un ángulo determinado entre 45° a derecha e izquierda del plano normal de contacto del disco con la madera, pudiendo cortar en bisel.

Para efectuar los cortes, el operario deposita la pieza sobre la mesa contra la guía-tope posterior, selecciona el ángulo de corte y aproxima el disco de corte a la pieza accionando el brazo destinado al efecto.

### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las ingletadoras:

- Alturas de utilización de la máquina inadecuadas.
- Empuñaduras del equipo inadecuadas.
- Posturas-movimientos inadecuados de tronco, brazos y codos.
- Situación incorrecta o inexistencia de la parada de emergencia.
- Nivel de iluminación inapropiado.
- Presencia de oscilaciones de luz.
- Efecto estroboscópico.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.
- Falta de manual de instrucciones.
- Falta de formación específica en el manejo de la máquina.

### b. Propuestas de mejora ergonómica

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la ingletadora.



Figura 1. Banco auxiliar de trabajo regulable en altura (Fuente: Bosch).

### Alturas de trabajo

A fin de ajustar el plano de trabajo a las características del sujeto y requisitos de la tarea, se recomienda que la mesa o banco de trabajo sobre el que se sitúa la máquina sea regulable en altura. Hoy en día existen soluciones para máquina portátiles (Figura 1).

### Posturas y movimientos

En ocasiones, durante la operación de corte con la ingletadora, se sujeta la pieza a cortar con la mano izquierda, y mediante la mano derecha se acciona la palanca de descenso del disco. La sujeción de la pieza a cortar a la mesa de apoyo no debe realizar nunca manualmente, se recomienda utilizar **prensos** para sujetar la pieza a la mesa (especialmente en piezas de pequeñas dimensiones). De este modo no sólo se previene un posible contacto con el disco, sino que también se reduce el esfuerzo necesario para sujetar firmemente la pieza. Estos prensos deben garantizar que en cualquier circunstancia (aparición de nudos, etc.) la pieza esté sólidamente fijada a la mesa.

Para el corte de piezas largas o que sobrepasen la mesa de la ingletadora, se recomienda emplear prolongaciones de mesa o caballetes de apoyo.



Figura 2. Prolongaciones de mesa (Fuente: Aigner).

### Prolongación de mesa integrada

Las prolongaciones de mesa deben de poder instalarse y retirarse sin necesidad de herramientas auxiliares, a fin de agilizar su instalación y retirada. Además deben de poder regularse en altura (Figura 2).



Figura 3. Rodillos de carga y descarga (Fuente: Compa).

### Rodillos de carga y de descarga

Este tipo de accesorios están indicados especialmente para el trabajo de piezas largas. Existen modelos en el mercado dotados de volante manual y pantalla digital (Figura 3).



Figura 4. Caballetes de apoyo (Fuente: Lombarte).

### Caballetes de apoyo

Para el corte de piezas muy largas cuando no se disponga de un banco de trabajo de dimensiones suficientes, emplear caballetes. Estos deben ser regulables en altura, los hay con rodillo, bolas y mixtos (Figura 4).

Puede ser de ayuda al operario durante el **ajuste del ángulo de corte**, que la máquina esté dotada de sistema rápido de desbloqueo del ángulo, por ejemplo mediante palanca de presión, o bien de una palomilla de ajuste más grande (Figura 5). También puede ser útil que la ingletadora disponga de bloqueo automático del ángulo de corte a determinados ángulos (90°- 45° - 30° - 22,5° - 15°).



Figura 5. Palanca de presión (Fuentes: Compa).



Figura 6. Máquina con indicador láser de línea de corte (Fuente: Compa).

El **indicador láser de la línea de corte** puede ser también recomendable para ayudar en el proceso de corte de la pieza ya que permite evitar posibles errores y derroches de material (Figura 6).



Figura 7. Ingletadoras con diferentes tipos de empuñadura (Fuentes: Bosch, Makita).

### Empuñaduras del equipo

La empuñadura de la palanca de accionamiento debe de tener unas dimensiones adecuadas a la mano de los usuarios.

Una empuñadura o mango debe optimizar la transmisión de fuerzas entre la mano y la máquina o herramienta, es por ello que deben de tener unas dimensiones que cumplan con las recomendaciones básicas:

- Longitud mínima: 10 cm.
- Diámetro comprendido entre 3-5 cm si se precisa fuerza, y entre 0,8-1,6 cm si se requiere de precisión.
- La empuñadura debe de estar recubierta de material antideslizante. Se pueden encontrar en el mercado empuñaduras antivibraciones constituidas por materiales que amortiguan las mismas.

**Tipos de empuñadura:** Existen diferentes tipologías de empuñadura: de tipo horizontal o vertical, abiertas y cerradas, situadas por encima del disco, a nivel del disco, centradas con respecto del disco o laterales (Figura 7). Este aspecto influye tanto en las posturas de brazo y mano adoptadas por el trabajador como en las dimensiones y características que debería de reunir.

Lo recomendable es que pueda ajustarse y bloquearse en varias posiciones, de este modo se consigue una mejor adaptación a los usuarios y tareas a realizar.

El mando de puesta en marcha y el mando de parada deben estar incorporados o bien en la palanca de funcionamiento de la ingletadora o en la parte delantera de la misma debajo del soporte de la pieza y a una altura mínima de 600 mm del suelo.

Es recomendable que el órgano de accionamiento del disco sea de pulsación mantenida, o tipo “pulsación continua”, para garantizar que el disco no gira en vacío en la posición de reposo del mismo.



Figura 8. Ingletadora con parada de emergencia (Fuente: Omgga).

### Parada de emergencia

La parada o paradas de emergencia deberían de estar situadas de tal forma que pueda ser alcanzada desde cualquier posición de trabajo en la máquina (Figura 8).

### Iluminación

Es recomendable que la máquina esté dotada de luz para visualizar el corte. La zona de corte debe de estar correctamente iluminada, debería de haber como mínimo 500 lux. Si la iluminación general no garantiza estos niveles, entonces se deberá plantear la posibilidad de instalar iluminación local regulable. Hay ingletadoras dotadas de iluminación auxiliar (Figura 9).

Además, existen otros accesorios, con el indicador láser de la línea de corte, que puede ser de gran ayuda.



Figura 9. Ingletadora dotada de iluminación auxiliar fluorescente (Fuente: Makita).

### Oscilaciones de luz

La presencia de oscilaciones de luz puede ser debida a diversos factores. Pueden estar originadas por los cambios en la intensidad y flujo de la luz proveniente del exterior o, bien, a la falta de uniformidad de la iluminación artificial.

Aunque el uso de la luz natural reduce los costes de energía y presenta muchas otras ventajas, puede en algunos casos ocasionar variaciones de luminosidad. Es más eficiente y confortable trabajar en un local en el que no haya grandes variaciones de luminosidad. También es importante la supresión de la luz oscilante; esta iluminación es molesta para todos y causa fatiga en los ojos.

El primer problema puede subsanarse empleando sistemas que permitan regular el flujo de entrada de luz proveniente del exterior (cortinas, persianas, etc.) así como combinando la iluminación natural y artificial.

Mientras que los posibles problemas debidos a las oscilaciones o parpadeos de la iluminación artificial pueden solucionarse adoptando alguna de las siguientes medidas:

- Empleo de un montaje compensado mediante la conexión de las fuentes de luz a las tres fases de la red eléctrica.
- Utilización de balastos electrónicos para las luminarias.
- Alimentación de las lámparas con corriente continua.

### Efecto estroboscópico

El efecto estroboscópico puede ser eliminado iluminando los órganos giratorios de las máquinas con un sistema auxiliar que utilice lámparas incandescentes. También pueden ser aminorados repartiendo la conexión de las lámparas fluorescentes de cada luminaria a las tres fases de la red, o empleando balastos electrónicos de alta frecuencia.

Por otra parte, el accionamiento del disco mediante “pulsación continua” asegura que el disco no gire en vacío. Y el acceso al área de corte de la hoja de sierra de la ingletadora debe ir protegido con un resguardo autorregulable de modo que se pueda observar la línea de corte disco de corte. Dicho resguardo regulable abarcará la mayor parte posible del disco. El resguardo debe bloquearse en la posición totalmente cerrada cuando el cabezal se encuentre en la posición de reposo.

En el caso de máquinas con corte por la parte superior, deben disponer de protección en dicha zona, consistente en guardadisco y cuchillo divisor para impedir contactos con la parte posterior del disco.

### **Formación**

La ingletadora sólo podrá ser utilizada por personal formado y preparado para ello.





### **Función y utilización**

La ingletadora doble es una máquina empleada para el corte de madera a un ángulo determinado entre 45° a derecha e izquierda del plano normal de contacto del disco con la madera, pudiendo cortar asimismo a bisel. Para ello, la máquina dispone de dos cabezales que pueden trabajar simultáneamente.

Para efectuar los cortes, el operario deposita la pieza sobre la mesa o soportes, contra la guía-tope, selecciona el ángulo de corte e inicia el corte accionado un pedal o pulsador.

#### **a. Principales problemas ergonómicos detectados**

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las ingletadoras dobles:

- Diseño inadecuado del pedal.
- Posturas-movimientos inadecuados del codo.
- Posturas-movimientos inadecuados de las piernas.
- Posibilidad interpretación equívoca de la información visual.
- Dispositivos de información y mando incorrectos o inexistentes.
- Iluminación inadecuada (oscilaciones, efecto estroboscópico).
- Falta de manual de instrucciones.

#### **b. Propuestas de mejora ergonómica**

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la ingletadora doble.

#### **Pedal del equipo**

En el caso de que la máquina se accione mediante pedal, es importante que este vaya protegido con una carcasa de plástico o similar, de manera que no pueda ser accionado



Figura 1. Pedales (Fuentes: Omga, Berle).

de manera involuntaria. Tanto el pedal como la carcasa deben tener unas dimensiones suficientes a fin de garantizar su correcto accionamiento (Figura 1).

### Posturas y movimientos

La sujeción de la pieza a cortar a la mesa de apoyo no debe realizarse nunca manualmente, se recomienda utilizar **prensos** para sujetar la pieza a la mesa (especialmente en el caso de piezas de pequeñas dimensiones). De este modo se previene un posible contacto con el disco, y también se reduce el esfuerzo necesario para sujetar firmemente la pieza. Estos prensos deben de garantizar que en cualquier circunstancia (aparición de nudos, etc.) la pieza esté sólidamente fijada a la mesa.

Para el corte de piezas largas o que sobrepasen la mesa de la ingletadora, se recomienda emplear prolongaciones de mesa o caballetes de apoyo. Esto en las máquinas más modernas no suele ser necesario por disponer de ellas.

En las máquinas actuales se han automatizado muchos de los ajustes y acciones de la máquina que antes se hacían manualmente, por ejemplo:

- Posicionado automático programable de la unidad móvil de corte, configurable con diferentes programas (Figura 2).
- Bajada hidráulica de las cuchillas.
- Mordazas neumáticas.



Figura 2. Posicionador automático (Fuentes: Compa, Berle).

Existen modelos automáticos, con ciclo de corte dirigido por un sistema electro-neumático que ofrecen la posibilidad de ejecutar cortes con diferentes secuencias de trabajo.

### Dispositivos de información y mando



Figura 3. Diferentes configuraciones de mandos en función de su ubicación (Fuentes: Omga, Compa, Essepigi).

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano). Hay diferentes configuraciones para la localización de los mandos, en un armario separado, en la propia máquina por

debajo de la altura de la pieza o en un brazo articulado (Figura 3). En lo que respecta a la puesta en marcha y parada lo habitual es emplear un pedal.

- Todos los órganos de accionamiento que se accionan con la mano deben estar situados a una altura igual o superior a 600 mm por encima del nivel del suelo.

La información y textos deben estar en castellano. Algunas máquinas en el mercado disponen, además, de visualización mediante display digital de la posición de los cabezales de corte, lo que facilita la regulación exacta de los mismos (Figura 4).

Puede ser de gran ayuda disponer de visualización digital de los principales parámetros (distancias, inclinaciones, etc.). Como se ha comentado, se pueden encontrar máquinas en el mercado que permiten introducir y programar los principales parámetros (altura

del disco, ángulo del disco, etc.) y los elementos de la máquina se posicionan automáticamente.

### Iluminación

La presencia de **oscilaciones de los niveles de iluminación** puede ser debida a diversos factores. Pueden estar originadas por los cambios en la intensidad y flujo de la luz proveniente del exterior o, bien, a la falta de uniformidad de la iluminación artificial.



Figura 4. Display digital (Fuentes: Compa, Omega).

Aunque el uso de la luz natural reduce los costes de energía y presenta muchas otras ventajas, puede en algunos casos ocasionar variaciones de luminosidad. Es más eficiente y confortable trabajar en un local en el que no haya grandes variaciones de luminosidad. También es importante la supresión de la luz oscilante; esta iluminación es molesta para todos y causa fatiga en los ojos.

El primer problema puede subsanarse empleando sistemas que permitan regular el flujo de entrada de luz proveniente del exterior (cortinas, persianas, etc.) así como combinando la iluminación natural y artificial.

Mientras que los posibles problemas debidos a las oscilaciones o parpadeos de la iluminación artificial pueden solucionarse adoptando alguna de las siguientes medidas:

- Empleo de un montaje compensado mediante la conexión de las fuentes de luz a las tres fases de la red eléctrica.
- Utilización de balastos electrónicos para las luminarias.
- Alimentación de las lámparas con corriente continua.

### Efecto estroboscópico

El **efecto estroboscópico** puede ser eliminado iluminando los órganos giratorios de las máquinas con un sistema auxiliar que utilice lámparas incandescentes. También pueden ser aminorado repartiendo la conexión de las lámparas fluorescentes de cada luminaria a las tres fases de la red, o empleando balastos electrónicos de alta frecuencia.

Por otra parte, el acceso al área de corte de la hoja de sierra de la ingletadora debe ir protegido con un resguardo autorregulable de modo que se pueda observar la línea de corte disco de corte. Dicho resguardo regulable abarcará la mayor parte posible del disco. El resguardo debe bloquearse en la posición totalmente cerrada cuando el cabezal se encuentre en la posición de reposo.

En el caso de máquinas automáticas, estas suelen estar dotadas con un sistema de detección de presencia por fotocélulas.

## c. Aspectos ergonómicos de los dispositivos, accesorios y elementos auxiliares

### Dispositivos para piezas pequeñas

Es importante que se trabaje correctamente tanto con piezas pequeñas como grandes. Existe un accesorio, la mesa supletoria para piezas pequeñas, que en algunos modelos de máquinas puede ser de utilidad de cara a desarrollar el trabajo correctamente (Figura 5).

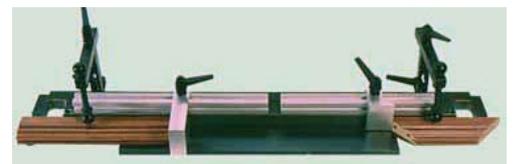


Figura 5. Mesa para piezas pequeñas (Fuente: Berle).





## LIJADORA DE PLATO/DISCO

### Función y utilización

La máquina está destinada a lijar madera, pudiendo en muchos casos lijar también otros materiales (aleaciones de aluminio, plásticos, etc.).

En esta ficha se han incluido lijadoras frontales y lijadoras de cantos (estas últimas también son denominadas lijadoras de banda).

### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las lijadoras:

- Alturas de utilización de la máquina inadecuadas.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, brazos y muñeca.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Inaccesibilidad del operario a los dispositivos de mando de uso frecuente.
- Situación incorrecta o inexistencia de la parada de emergencia.
- Nivel de iluminación inapropiado.
- Presencia de oscilaciones de luz y sombras.
- Efecto estroboscópico.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.
- Falta de manual de instrucciones.

### b. Propuestas de mejora ergonómica

Seguidamente, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la lijadora.

## Alturas de trabajo

Es habitual que las máquinas más nuevas dispongan de mesa principal regulable en altura e inclinación. Sin embargo, este aspecto atiende más a aspectos técnicos que ergonómicos (aprovechamiento de la lija, ajuste al grosor de la pieza, etc.).

Idealmente el trabajador tendría que poder regular la altura tanto de la banda (o lija) como de la mesa para ajustar a sus necesidades y preferencias.

## Posturas y movimientos



Figura 1. Prolongaciones de bancada (Fuentes: Aigner, Felder).



Figura 2. Mesa flotante (Fuentes: Aigner)



Figura 3. Circulo de fresado en la lijadora (Fuentes: Aigner)



Figura 4. Rodillos de guía (Fuente: Aigner).

Existen una serie de dispositivos y accesorios en el mercado que pueden facilitar las posturas adecuadas y evitar los movimientos inadecuados de determinados trabajos en la lijadora.

Las **prolongaciones de la bancada** pueden ser de gran ayuda durante el mecaniza-

do de piezas largas así como para el trabajo de piezas grandes, ya que proporcionan una superficie de apoyo extra minimizando el esfuerzo que realiza el trabajador. Hay sistemas que permiten una fijación rápida y segura de estos dispositivos sin necesidad de utilizar herramientas, se trata de unos carriles que se fijan a la máquina. Existen, además, extensiones retráctiles y extensibles que se fijan en la parte inferior de la mesa (Figura 1).

También hay unos dispositivos denominados mesas flotantes que presentan la ventaja de no necesitar apoyo en el suelo; existen diferentes formatos en el mercado (Figura 2).

Para el lijado de superficies y formas curvas se puede emplear el círculo de fresado en la lijadora de cantos (Figura 3).

Un accesorio que puede minimizar el esfuerzo que tiene que realizar el operario durante el mecanizado de la pieza es el rodillo de guía, ya que evita que el trabajador tenga que sostener la pieza contra la lija. En la siguiente figura se puede ver el lijado de una pieza en la lijadora de cantos con **rodillos de guía** (Figura 4).

**Lijado de cantos en ángulo y a escuadra:** El lijado en ángulo mediante la inclinación de la bancada o mesa donde apoya la pieza es una ayuda de cara a conseguir una ejecución más precisa y cómoda de lijados en ángulo. También se puede disponer de una escuadra ajustable para el trabajo que lo requiera (Figura 5).

**Lijado de curvos o trabajo de contorneo y redondeado:**



Figura 5. Ayudas para el lijado de en ángulo y a escuadra (Fuentes: Felder, Rojek).

Las mesas supletorias, para trabajos de contorneo y redondeado, facilitan el lijado de radios pequeños y evitan que el trabajador tenga que sostener la pieza en altura. Estas deben ser de fácil montaje y desmontaje (Figura 6).

Hay fabricantes que suministran lijadoras con mesa inclinable para el lijado de curvos (Figura 7).



Figura 6. Ayuda para el lijado de radios pequeños (Fuente: Felder).



Figura 7. Ayuda para el lijado de radios pequeños (Fuente: Felder).

### Dispositivos de mando

Todos los dispositivos de mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Es importante que el trabajador pueda llegar a los mandos principales desde las diferentes posiciones de trabajo en la máquina.

Se han observado diferentes configuraciones para la localización de los mandos principales de accionamiento (puesta en marcha y parada normal) tanto por encima como por debajo de la superficie de trabajo (Figura 8).

### Parada de emergencia

La parada o paradas de emergencia deberían de estar situadas de tal forma que pueda ser alcanzada desde cualquier posición de trabajo en la máquina, esto incluye cuando se esté haciendo trabajos de contorneo y redondeado en el lateral.

### Iluminación

La zona de trabajo debe estar correctamente iluminada, el nivel de iluminación debe ser de 500 lux mínimo, dependiendo de las exigencias del tipo de tarea a realizar. La zona de trabajo debe estar correctamente iluminada, evitándose además oscilaciones de luz y sombras moletas sobre las superficies de trabajo. La presencia de sombras duras en la superficie de trabajo puede ser la causa de una mala calidad en el trabajo, baja productividad, esfuerzo visual, fatiga y accidentes. También es importante la supresión de la luz oscilante; esta iluminación es molesta para todos y causa fatiga en los ojos.



Figura 8. Localización de los mandos por encima de la lija (Fuente: Volpato).

Entre otras medidas, encaminadas a solucionar este tipo de problemas, se recomienda:

- Eliminar luminarias aisladas muy brillantes, dado que dificultan la homogeneidad y son antieconómicas.
- Instalar interruptores diferentes para las luminarias situadas junto a las ventanas y para las situadas lejos de las ventanas. De esta manera, las luminarias situadas junto a las ventanas pueden ser apagadas cuando haya suficiente iluminación natural.
- Eliminar las zonas de sombra mediante una buena distribución de las luminarias y la reflexión de las paredes y techos claros, así como mediante un mejor diseño de los puestos de trabajo.
- Instalar sistemas que permitan regular el flujo de entrada de luz proveniente del exterior (cortinas, persianas, etc.)
- Emplear montajes compensados mediante la conexión de las fuentes de luz a las tres fases de la red eléctrica.
- Utilización de balastos electrónicos para las luminarias.
- Etc.



Figura 9. Lámpara para evitar el efecto estroboscópico (Fuente: Weinig).

Si no se puede garantizar un nivel correcto de iluminación mediante la iluminación general, habría que dotar a la máquina de iluminación local auxiliar.

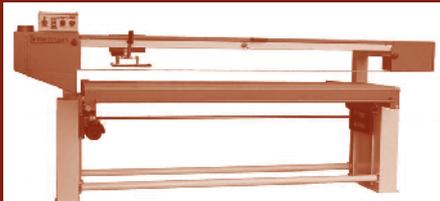
Se recomienda el uso de lámparas fluorescentes adicionales dotadas de estabilizador electrónico que evita el efecto estroboscópico (Figura 9). También es posible proteger frente a este efecto de parada mediante sistemas de protección que cubran la herramienta si hay ausencia de pieza.

### Mantenimiento

**Acceso a la lija:** Hay modelos de lijadoras de disco con mesa basculante, lo que permite un acceso fácil a la muela abrasiva (Figura 10).



Figura 10. Accesibilidad a la lija (Fuente: Rojek).

**LIJADORA DE BANDA**

### **Función y utilización**

La lijadora de banda se emplea para lijar superficies grandes y planas.

Esta máquina consta de una banda cerrada de lija sujeta horizontalmente entre dos rodillos. Un rodillo genera el movimiento de la banda de lija, mientras que el otro sirve para controlar la tensión. Mediante un patín de presión, situado entre ambos rodillos, el operario mantiene la banda de lija inferior contra la pieza a lijar. Y de forma simultánea, el operario tiene que mover la mesa (sobre guías) donde está situada la pieza, en sentido perpendicular al movimiento de rotación de la lija.

#### **a. Principales problemas ergonómicos detectados**

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las lijadoras de banda:

- Alturas de utilización de la máquina inadecuadas.
- Empuñaduras del equipo inadecuadas.
- Posturas-movimientos inadecuados de tronco, brazos, codo y muñecas.
- Se manipulan cargas por encima del peso máximo recomendado.
- Información insuficiente.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Desplazamiento de mandos en discordancia con el tipo de acción de control a realizar.
- Situación incorrecta o inexistencia de la parada de emergencia.
- Distribución de los mandos en máquinas del mismo tipo.
- Efecto estroboscópico.
- No se ha tenido en cuenta a la población de operadores zurda.
- Falta de manual de instrucciones.

## b. Propuestas de mejora ergonómica

A continuación, vienen recogidas una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la lijadora de banda.

### Alturas de trabajo



Figura 1. Postura de trabajo en la máquina (Fuente: Empresa colaboradora en el estudio de campo).

En esta máquina la altura de trabajo no es donde se deposita la pieza, sino donde accede el trabajador durante el lijado, por lo que hay que prestar especial atención al agarre del patín de presión y al tirador de la mesa. La localización de estas empuñaduras así como su forma y dimensiones son aspectos que desde un punto de vista ergonómico hay que considerar. El patín de presión obliga a elevar el brazo a la altura del hombro de forma mantenida, así como a ejercer una fuerza controlada en dicha postura (Figura 1).

Existen modelos con elevación automática de la mesa (Figura 2).

Es recomendable que la máquina disponga de mesa de lijado para el mecanizado de piezas planas, sin embargo, es de gran utilidad que esta pueda ser desmontada total o en parte para lijar elementos como pueden ser marcos o cajones.



Figura 2. Lijadora de banda con elevación automática (Fuente: Linnerman).



Figura 3. Calibradora-lijadora automática (Fuente: Biesse).

Ante situaciones que lo permitan, con lijado plano, plantear la posibilidad de emplear **calibradoras-lijadoras automáticas** ya que eliminan trabajo manual durante el lijado y permiten obtener una precisión elevada (Figura 3).

### Empuñaduras del equipo

Una empuñadura o mango debe optimizar la transmisión de fuerzas entre la mano y la máquina o herramienta, es por ello que deben de tener unas dimensiones que cumplen con las recomendaciones básicas:

- longitud mínima: 10 cm.
- diámetro comprendido entre 3-5 cm si se precisa fuerza, y entre 0,8-1,6 cm si se requiere de precisión.

El patín de presión debe disponer de una empuñadura adecuada que se adapte a la anatomía de la mano. En la guía de verificación vienen definidas las características que debe reunir un mango ergonómico.

Por otro lado, el tirador en forma de barra de la mesa en muchas ocasiones no está recubierto de ningún material y el diámetro (grosor) de la barra es demasiado estrecho, aumentando la presión en la mano.

### Posturas y movimientos

Se recomienda minimizar la necesidad de mover materiales, mediante la mejora de la disposición del área de trabajo.

Una posible medida encaminada a la mejora del movimiento de materiales en la máquina es emplear lijadoras con diseño acodado que posibilite el movimiento en continuo de los tableros mediante rodillos o sistemas análogos (Figura 4).

Este diseño también presenta la ventaja de que permite lijar piezas muy largas.



Figura 4. Lijadora de banda acodada. (Fuente: Felder).

### Manipulación de cargas

La propuesta anterior permitiría estudiar la posibilidad de empleo de sistemas continuos de manutención en ambos extremos, para alimentar y retirar piezas de la lijadora.

### Dispositivos de información y mando

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo.

Únicamente se ha observado una configuración para la localización de los mandos, en la parte superior de la máquina, a la izquierda.

### Parada de emergencia

La parada o paradas de emergencia deberían de estar situadas de tal forma que pueda ser alcanzada desde cualquier posición de trabajo en la máquina. Su localización en la parte central de la máquina presenta la ventaja de que es más accesible desde la posición de trabajo que si se encuentra en un extremo (Figura 5).



Figura 5. Parada de emergencia situada en una posición intermedia de la lijadora (Fuente: Griggio).

### Efecto estroboscópico

El efecto estroboscópico puede ser eliminado iluminando los órganos giratorios de las máquinas con un sistema auxiliar que utilice lámparas incandescentes. También pueden ser aminorado repartiendo la conexión de las lámparas fluorescentes de cada luminaria a las tres fases de la red, o empleando balastos electrónicos de alta frecuencia.





### **Función y utilización**

La mechonadora de cajones está diseñada para tallados de la cola de milano sobre el canto de piezas uniformes de madera.

#### **a. Principales problemas ergonómicos detectados**

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las mechonadoras:

- Espacio insuficiente para los pies.
- Empuñaduras del equipo inadecuadas.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, brazos, codo y muñecas.
- Información insuficiente, no se tiene en cuenta la prioridad y frecuencia de la información.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Situación incorrecta o inexistencia de la parada de emergencia.
- Iluminación inadecuada.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.
- El propio diseño de la máquina obstaculiza la visión.

#### **b. Propuestas de mejora ergonómica**

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la mechonadora de cajones.



Figura 1.  
Mechonadora con  
espacio para los pies  
(Fuente: Omec).

### Espacio previsto para los pies

Se recomienda favorecer el acercamiento del trabajador a la máquina garantizando un espacio o hueco para albergar los pies. Los requisitos mínimos de espacio para los pies recogidos en norma son los siguientes:

- Profundidad de espacio para los pies: 21 cm
- Altura del espacio para los pies: 23 cm

A la hora de escoger una nueva máquina se debería tener en cuenta que se cumple este aspecto (Figura 1).

### Empuñaduras del equipo

Una empuñadura o mango debe optimizar la transmisión de fuerzas entre la mano y la máquina o herramienta, es por ello que deben de tener unas dimensiones que cumplen con las recomendaciones básicas:

- longitud mínima: 10 cm.
- diámetro comprendido entre 3-5 cm si se precisa fuerza, y entre 0,8-1,6 cm si se requiere de precisión.

### Posturas y movimientos

Las posturas y movimientos de brazos y manos están asociados en esta máquina a la alimentación y retirada de las piezas, fundamentalmente. Existen fresadoras con control numérico diseñadas para realizar ensambladuras por cola de milano en los laterales y parte delantera de los cajones en una sola operación. El suministro, bloqueo y descarga de las piezas se lleva a cabo de forma automática en cada ciclo de trabajo, y el operador sólo deberá introducir las piezas en los depósitos de carga y sacarlas de los apiladores de descarga al final de la elaboración (Figura 2).



Figura 2.  
Mechonadora  
automática  
(Fuente: Omec).

### Dispositivos de información y mando



Figura 3. Distintas  
localizaciones de  
los mandos  
(Fuente: Omec).

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo.

Hay diferentes configuraciones para la localización de los mandos principales de accionamiento (puesta en marcha y parada normal) (Figura 3):

- Por debajo de la superficie de trabajo. En este caso deben situarse al menos a 600 mm del suelo y al menos a 50 mm por debajo de la superficie superior de la mesa y en el lado de la mesa de entrada.
- Por encima de la superficie de trabajo, en un panel de mando cuya superficie superior no esté a más de 1800 mm del suelo.
- Y en un lateral de la máquina.

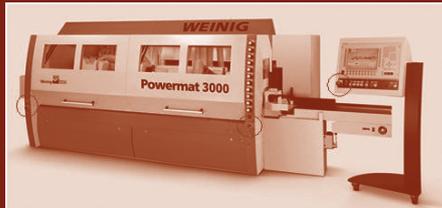
### Parada de emergencia

La parada o paradas de emergencia deberían de estar situadas de tal forma que pueda ser alcanzada desde cualquier posición de trabajo en la máquina.

## **Iluminación**

En esta máquina el trabajador inspecciona las piezas una vez acabadas, por lo que es importante que la zona de trabajo esté correctamente iluminada, debería de haber como mínimo 500 lux. Si la iluminación general no garantiza estos niveles, entonces se deberá plantear la posibilidad de instalar iluminación local regulable. Es importante que se estudie la localización de esta iluminación al objeto de evitar sombras o brillos molestos en el área de trabajo.





## MOLDURERA

### Función y utilización

La moldurera está diseñada para mecanizar madera maciza, aglomerado, contrachapado, etc. El moldurado comprende operaciones para conseguir un acabado más decorativo o para hacer más seguros los bordes de las piezas, redondeándolos. Existen otros moldurados, como los rebajes, los cuales tienen una finalidad más funcional, ya que normalmente están pensados para servir de asiento a puertas, paneles, etc.

#### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en la moldurera:

- Aberturas de acceso con dimensiones insuficientes en alimentación y descarga.
- Posturas-movimientos del operario inadecuados de cabeza y cuello, así como de los brazos en alimentación y descarga.
- Identificación incorrecta o inexistente de dispositivos de información y mandos.
- Situación incorrecta o inexistencia de la parada de emergencia.
- Presencia de sombras en el área de trabajo del operario.
- Iluminación inadecuada o inexistente.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.
- Falta de manual de instrucciones.

#### b. Propuestas de mejora ergonómica

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la moldurera.



Figura 1. Rodillo prensor lateral (Fuente: Weinig).

### Posturas y movimientos

En el mercado se pueden encontrar una serie de dispositivos y accesorios cuya función es facilitar determinados trabajos en la moldurera, esto son: rodillo prensor, prolongaciones de mesa, alimentador o cargador, etcétera.

Al alimentar manualmente piezas largas de sección pequeña la presencia de un **rodillo prensor lateral**, justo a la entrada de la máquina, asegura que las piezas queden pegadas contra la guía derecha antes de que lleguen al primer rodillo de avance. En el mercado existen rodillos con muelle y de presión neumática para todos los tipos de máquina (Figura 1).



Figura 2. Prolongaciones de mesa para moldureras (Fuente: Aigner).



Para piezas que sobrepasen la mesa, se recomienda utilizar soportes o mesas auxiliares, tanto a la entrada como a la salida. Las **prolongaciones de mesa** pueden ser de gran ayuda durante el mecanizado de piezas largas así como para el trabajo de piezas grandes, ya que proporcionan una superficie de apoyo extra minimizando el es-

fuerzo que realiza el trabajador. Además, estas prolongaciones son flexibles y pueden unirse prolongando la superficie de apoyo para trabajar piezas muy largas (Figura 2).



Figura 3. Sistema de fijación de los carriles de prolongación (Fuente: Aigner).

Además, se pueden encontrar sistemas que permiten una fijación rápida y segura de estos dispositivos sin necesidad de utilizar herramientas, se trata de unos carriles que se fijan a la máquina (Figura 3).

### Alimentación de piezas

El empleo de un **alimentador** o **cargador de barras** así como **accesorios apiladores** pueden ser de gran ayuda durante la atención de la máquina por parte de un sólo operario, ya que permite una mayor flexibilidad en el tiempo de atención.



Figura 4. Alimentación de la moldurera (Fuentes: Linnerman, Weinig).



El empleo de un **alimentador** o **cargador de barras** así como **accesorios apiladores** pueden ser de gran ayuda durante la atención de la máquina por parte de un sólo operario, ya que permite una mayor flexibilidad en el tiempo de atención.

Durante la alimentación manual de la moldurera es importante garantizar una altura adecuada de las piezas ya que de este modo se favorecen posturas correctas de trabajo. Se debe evitar coger las piezas del suelo. Esto se puede conseguir, por ejemplo, instalando una mesa elevadora que mantenga las piezas apiladas a una altura constante de recogida, suponiendo además un pulmón de piezas para la alimentación continua de la moldurera (Figura 4).

Hay diferentes grados de automatización de la alimentación, así como soluciones en el mercado. Por ejemplo, con deslizamiento de piezas por gravedad con ordenación manual, con deslizamiento de piezas por gravedad con separación automática, etc. (Figura 5).



Figura 5. Alimentación de la moldurera (Fuentes: Weinig).

Normalmente, a mayor grado de automatización del movimiento de piezas menor intensidad de trabajo físico tendrá el operario, mejorando su disponibilidad para realizar un control tanto de la máquina como de la calidad de las piezas.

En el caso de los **cargadores o alimentadores verticales** la gran ventaja que presentan, aparte de la ayuda al trabajador en la alimentación de piezas a la moldurera, es el **ahorro de espacio**. Además, la formación de un pulmón facilita el control de calidad previo a la alimentación. Estos se suelen montar encima de la mesa de entrada de cualquier moldurera, y están dotados de un empujador que permite introducir en continuo las piezas (Figura 6).



Figura 6. Cargadores y alimentadores verticales (Fuentes: Euromak., Weinig).

### Descarga de piezas

Al igual que para la alimentación o carga, la descarga de piezas puede disponer de ayudas con diferentes grados de automatización. Estas pueden ir desde una mesa elevadora a la salida que favorezca unas alturas de manipulación adecuadas, a sistemas que flejan y forman pilas automáticamente (Figura 7).

Otros dispositivos que pueden ser de utilidad son los **sistemas de retorno para la salida** y los **giradores de molduras**, ya que posibilitan que un mismo operario puede cargar y recoger a la salida. En los sistemas de retorno se acopla a una mesa giratoria, o transfer, una banda transportadora (Figura 8).



Figura 7. Descarga de las piezas en la moldurera (Fuente: Weinig).



### MESA GIRATORIA

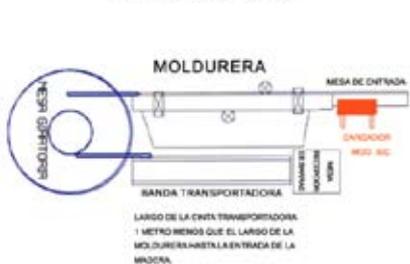


Figura 8. Sistemas de retorno a la salida y giradores de molduras (Fuente: Euromak, Digarma).

## Dispositivos de información y mando

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo.

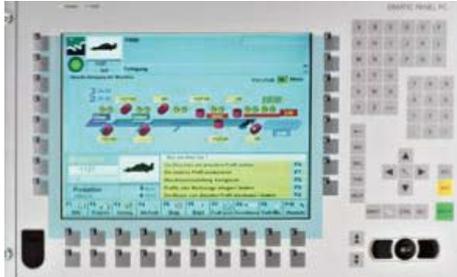


Figura 9. Control informatizado con interfaz gráfico (Fuente: Weinig)..

Se pueden encontrar moldureras en el mercado que permiten seleccionar la función deseada en la pantalla, confirmarla y, poner rápidamente en marcha la producción, facilitando la fabricación económica de series pequeñas. Mediante programación es posible el ajuste completamente automatizado de las herramientas, capotas y elementos prensores.

Sistema de memoria: Los sistemas de memoria permiten recuperar los datos de los perfiles y repetirlos sin tener que ajustar la máquina. Incluso existen modelos en el mercado que permite el posicionamiento de los soportes de herramientas con control numérico informatizado, de manera que los ejes se desplazan automáticamente a la posición exacta, incluyendo la subida y la bajada del grupo de avance (Figura 9).



Figura 10. Moldurera con 3 localizaciones de la parada de emergencia (Fuente: Weinig).

## Parada de emergencia

Este tipo de máquinas deberían de disponer de parada de emergencia tanto en la entrada (posición de carga) como en la salida (posición de descarga), en cada mando de control móvil o fijo y no a más de medio metro del accionamiento de puesta en marcha, situado de tal forma que pueda ser alcanzado desde cualquier posición de trabajo en la máquina (Figura 10).

## Iluminación

Es importante, especialmente a la salida del proceso, que haya un nivel de iluminación adecuado, ya que el trabajador debe comprobar que la pieza es correcta. Debería de haber como mínimo 500 lux. Sí no es posible garantizar esto con los sistemas de iluminación general, hay que proveer de iluminación auxiliar regulable.

En lo que respecta a la presencia de sombras en el área de trabajo, se recomienda eliminarlas mediante una buena distribución de las luminarias y la reflexión de las paredes y techos claros, así como mediante un mejor diseño de los puestos de trabajo.



## GRAPADORAS/CLAVADORAS

### Función y utilización

Las grapadoras/clavadoras son herramientas neumáticas portátiles, destinadas a clavar elementos de fijación no roscados.

#### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en esta tipología de herramientas:

- Alturas de utilización de la máquina inadecuadas.
- Espacio insuficiente para los brazos.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, brazos, codos, muñecas y piernas.
- Presencia de sombras.
- Obstaculización de la visión.
- Esfuerzo realizado con la herramienta.
- Falta de manual de instrucciones.
- En el trabajo en equipo no hay una correcta distribución de la carga de trabajo.

#### b. Propuestas de mejora ergonómica

Seguidamente se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo con grapadoras y clavadoras.

### Alturas de trabajo

Las alturas de trabajo durante las operaciones de grapado y clavado están determinadas en gran medida por las dimensiones y características de las piezas (conjunto) a grapar o clavar. Siendo otro factor determinante, la superficie o banco donde se encuentre apo-

yado el conjunto a grapar, pues determina su posición. Es por ello que se aconseja analizar con cuidado las condiciones particulares en las que se va a realizar la operación.

En general, se recomienda que las **alturas de trabajo** no sobrepasen la altura de hombros del trabajador ni que queden por debajo de la altura de los nudillos, e idealmente deberían estar comprendidas entre la altura de cintura y codos. Además, en el caso de piezas de grandes dimensiones, como por ejemplo armarios o aparadores, hay que tener también en cuenta la profundidad de trabajo.



Figura 1. Caballete  
(Fuente: Bimaq).

Existen en el mercado diferentes soluciones alternativas en función de las necesidades de posicionamiento o fijación de la pieza a grapar/clavar. Estas soluciones van desde los sistemas más sencillos a soluciones más globales e incluso automáticas:

- Los **caballetes** permiten sujetar puertas y piezas con espesores máximos de hasta 70 cm, quedando las manos libres para que puedan realizar cualquier trabajo sin necesidad de sujetar la pieza (Figura 1).
- También existen en el mercado bancos y soportes para el grapado dotados de regulación de posición y altura de la pieza, estos permiten al operario orientar y elevar la pieza para grapar/clavar en una posición más cómoda (Figura 2).



Figura 2.  
Posicionador de sofás y mesa de grapado (Fuente: desconocida, Stanley Bostitch).



En lo que respecta a las **alturas de manipulación de las piezas**, se recomienda tener en cuenta y revisar los aspectos mencionados en el apartado correspondiente de la guía. Si se trata de piezas pesadas los levantamientos se deberían realizar a una altura comprendida entre los nudillos y los codos.

### Espacio previsto para los pies

Otro factor a considerar es que el trabajador tenga espacio suficiente para albergar los pies cuando se aproxima al banco de grapado. Si no se garantiza este hueco se alejará unos centímetros al trabajador de la pieza. Se recomienda que el espacio para los pies cumpla las siguientes dimensiones:

- Profundidad de espacio para los pies: 21 cm
- Altura del espacio para los pies: 23 cm

### Posturas y movimientos

Las posturas y movimientos realizados por el trabajador dependen en gran medida de la posición relativa de la pieza durante el grapado. Alturas muy bajas de grapado/clavado llevan asociado posturas forzadas de cabeza, cuello, tronco y piernas; mientras que alturas de grapado/clavado muy altas suelen llevar asociadas posturas penosas de brazos, codos y manos.

Lo recomendable sería que el trabajador pudiera posicionarse respecto a la pieza de manera que el acceso sea cómodo tanto en altura como en profundidad (Figura 2).

Por otra parte, la propia grapadora/clavadora también influye en la postura adoptada por el trabajador, concretamente en la postura de brazos y manos. Existen grapadoras/clavadoras con diferentes geometrías y ángulos, por ejemplo grapadoras tipo pistola, rectas, con la punta o pico recto, curvo, corto o largo, etcétera (Figura 3).



Figura 3. Diferentes modelos de grapadoras comerciales (Fuentes: Josef Kihlberg, Apach, Stanley Bostitch, Makita).

Es posible mediante la selección de una herramienta con una orientación adecuada del mango evitar giros, desviaciones, flexiones o extensiones de la muñeca. Se trata de escoger la grapadora o clavadora de acuerdo a la orientación del plano a trabajar a fin de conseguir la postura de muñeca menos forzada (se recomienda consultar el punto 61 de la Guía de Verificación).

Por otra parte, y tal y como se ha comentado antes, se debe favorecer el acercamiento del trabajador durante las operaciones de grapado y clavado dejando hueco para los pies al trabajador. Se este modo se mejora la postura de brazos y espalda.

Algunos fabricantes han incluido cierto tipo de mejoras que pueden evitar tareas al operario, como es el caso de los modelos de grapadora con cargador con limpieza automática.

### Visibilidad

Es importante a la hora de grapar/clavar tener una correcta visión del área de trabajo. En ocasiones es la propia herramienta por la disposición de la luz puede generar sombras molestas en el área de trabajo; y también la propia grapadora/clavadora puede entorpecer la visión. Se pueden encontrar grapadoras diseñadas con la punta más larga y estrecha que mejoran la línea de visión (Figura 4).



Figura 4. Grapadora diseñada para mejorar la visión (Fuente: Stanley Bostitch).

### Esfuerzo

La fuerza de agarre de una herramienta manual varía con la posición de la muñeca, siendo menor cuando la muñeca está completamente flexionada. La mayor parte de la fuerza en la flexión de los dedos proviene de los músculos del antebrazo; los tendones de estos músculos cruzan la muñeca; cuando la muñeca se flexiona los músculos se acortan y por lo tanto se debilitan. De ello la importancia, como ya se ha comentado, de una correcta selección de la orientación de la herramienta dependiendo del tipo de trabajo.

La fuerza de agarre varía también con el diámetro del mango. El esfuerzo durante las operaciones de grapado y clavado de cuerpos de muebles y subconjuntos está asociado tanto al uso y características de la herramienta, como a la sujeción y apriete de las piezas. Seguidamente se pasan a revisar estos aspectos.

**Características de la grapadora/clavadora:** Las características de diseño que tiene que cumplir una herramienta manual para minimizar el estrés físico, mejorando el rendimiento, son:

- **Mango:** Estos deben estar ergonómicamente diseñados, y recubiertos con materiales que mejoran la presión de contacto así como las vibraciones transmitidas a la mano. Las dimensiones y características de los mangos son importantes al ser este el elemento de la grapadora o clavadora que interactúa directamente con la mano del trabajador. La longitud mínima del mango, para agarres de potencia, es de 100 mm,

pero 125 mm resulta más confortable cuando se usan guantes. En cuanto al diámetro, se recomiendan 40 mm. Los mangos de las herramientas manuales deben ser de superficies compresibles, aislantes, lisas y suaves. La superficie de agarre debe ser máxima para asegurar que el área de distribución de las presiones también sea máxima, ya que presiones muy localizadas pueden causar molestias y dolor.

- **Gatillos e interruptores:** La elección de un tipo de gatillo en una herramienta se relaciona con el diseño del mango y con las operaciones que con ella se realizan. En la localización de los gatillos debe tenerse en cuenta el centro de gravedad de la herramienta, así como la localización de los interruptores debería tenerse en cuenta la necesidad de estabilizar la herramienta durante el uso. Este tipo de herramientas emplean gatillo de dedo índice. El diseño correcto de este tipo de gatillos debe permitir que se accionen con la parte media del dedo índice evitando emplear la punta para disminuir la fuerza de los tendones. Este tipo de gatillos resulta adecuado cuando es necesario posicionar la herramienta antes de arrancarla.



Figura 5. Grapadoras con peso inferior a 1.1 kilos (Fuentes: Josef Kihlberg, Apach)

- **Peso de la herramienta:** En general, no existe un límite establecido de peso de las herramientas para todas las situaciones. Sin embargo, si una herramienta de mano tiene que manejarse durante largos períodos de tiempo se debe aplicar un límite. Para herramientas que son sujetadas con una sola mano con el codo formando un ángulo de 90° durante largos periodos de tiempo (agarres de potencia) se recomienda

que no pesen más de 2.3 Kg. Si el centro de gravedad de la herramienta está alejado de la muñeca, este valor debería ser menor. Lo ideal sería que las herramientas que deben ser soportadas por el trabajador no excediesen de 1.1 Kg. Algunos modelos existentes en el mercado cumplen con esta última recomendación (Figura 5).

- **Fácil y rápida apertura del cargador.** Este aspecto también es importante.

**Características de los sistemas de sujeción de la herramienta:** Siempre que sea posible se recomienda suspender las herramientas para eliminar el esfuerzo innecesario debido a su peso. Para ello, se emplean unos dispositivos denominados equilibradores o contrabalanceadores, que pueden ser de dos tipos:

- **Equilibrador estándar de muelle:** en este sistema existe un muelle que retrae la herramienta hasta su posición de espera. El inconveniente está en que el trabajador debe vencer la carga cuando quiere variar esta posición.
- **Equilibrador de tensión constante:** la herramienta queda suspendida independientemente de la longitud del cable. El inconveniente puede estar en que la herramienta ha de ser movida hasta la posición de espera manualmente.

Un aspecto de gran importancia es el punto de suspensión, éste debe estar situado en función de la dirección del uso de la herramienta, así como de la distribución de las masas de la misma. Si la herramienta se va a emplear en diferentes posiciones emplear un sistema de acople entre la herramienta y el cable de suspensión, que permiten la rotación en un eje de esta primera. La herramienta debe estar equilibrada, con su centro de gravedad tan cercano como sea posible al centro de gravedad de la mano. Así, la mano o los músculos del brazo no necesitan oponer ningún momento de torsión derivado del desequilibrio de la herramienta.

**Características de los sistemas de sujeción y apriete de las piezas (Figura 6):** Existe una gran variedad de herramientas y accesorios para la sujeción y apriete de piezas (tornillos

de apriete, tensores de cinta, herramientas de sujeción de ángulos, mordazas normales y en inglete, puntales para marcos, etc.). Se recomienda escoger la solución más adecuada dependiendo de las necesidades de cada caso. Es importante que estos accesorios sean lo más ligeros y manejables posibles y, si están dotados de empuñaduras, que éstas sean ergonómicas. Incluso es posible encontrar dispositivos que pueden emplearse con una sola mano de forma cómoda y sin necesidad de ejercer mucha fuerza, lo que deja libre la otra mano. Como por ejemplo tornillos de apriete.



Figura 6. Accesorios de sujeción y apriete (Fuente: Bessey).

### Grapadoras automáticas

La automatización de las operaciones de grapado/clavado es una opción de cara a la mejora de las condiciones de trabajo. Se pueden encontrar en el mercado máquinas desarrolladas específicamente para ciertas operaciones de grapado y/o clavado; como por ejemplo las grapadoras automáticas de cajones.

**Prensas con robot:** Hay centros de trabajo que se componen de prensa electromecánica y robot que realizan el grapado del panel posterior del mueble (trasera) durante la fase de prensado (Figura 7). Esto supone un aumento del rendimiento del proceso.

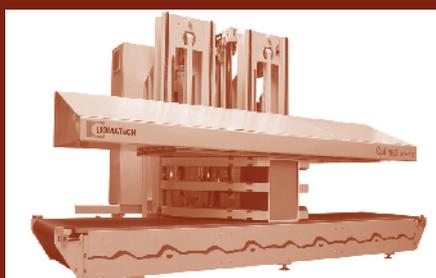


Figura 7. Prensa de montaje con robot de grapado (Fuentes: Ramarch, Biesse).

### Trabajo en equipo

En el caso de que una tarea en una máquina requiera para su realización de un equipo de trabajadores (más de un trabajador) se deberá de especificar el número de operadores requeridos y las tareas asignadas a cada uno de ellos; debiendo distribuir la carga de trabajo equitativamente entre los operadores. Además, se deben considerar en este reparto posibles situaciones inesperadas, transitorias y de emergencia.





## PRENSA DE MONTAJE

### Función y utilización

Las prensas de montaje son equipos que se utilizan para el armado del cuerpo o armazón de los módulos. Los dispositivos de presión suelen ser cilindros neumáticos o hidráulicos, y las tipologías existentes son muy diversas (verticales, horizontales y giratorias o rotativas). Y en función de grado de automatización nos encontramos con prensas de tipo manual, semiautomáticas y automáticas.

#### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las prensas de montaje:

- Alturas de utilización de la máquina inadecuadas.
- Espacio previsto para los brazos.
- Aberturas de acceso con dimensiones insuficientes.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, brazos, codos, muñecas y piernas.
- Se manipulan cargas por encima del peso máximo recomendado.
- Inexistencia de elementos técnicos auxiliares para manipular cargas.
- Detección y/o identificación inadecuada de la información visual.
- Necesidad de más información.

#### b. Propuestas de mejora ergonómica

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la prensa de montaje.

## Alturas de trabajo

Las alturas de acceso a la prensa de montaje varían sustancialmente en función tanto del tipo de prensa (vertical, horizontal, etc.) como de las piezas a cargar. Y estas se tienen que analizar tanto en la alimentación como en la retirada de las piezas; por todo ello, se aconseja analizar con cuidado las condiciones particulares en las que se va a realizar la operación.

En general, se recomienda que las **alturas de trabajo** no sobrepasen la altura de hombros del trabajador ni que queden por debajo de la altura de los nudillos, e idealmente deberían estar comprendidas entre la altura de cintura y codos.

A mayor grado de automatización de la prensa, menor es la necesidad de acceso a la misma; (*consultar el apartado de posturas y movimientos*).

## Espacios y aperturas de acceso

Cuando se tenga que acceder a ciertas partes de la prensa, se debe garantizar que existe el espacio suficiente para que el operario pueda realizar los movimientos y posturas asociadas a la tarea. Las dimensiones de los espacios previstos para los brazos no solo deben garantizar que estos caben sino que la movilidad de los mismos está garantizada. En la guía de aplicación de manual vienen recogidas recomendaciones dimensionales para las aberturas para las diferentes partes del cuerpo.

Algunos fabricantes han desarrollado prensas teniendo en cuenta que la pieza a prensar esté completamente accesible, como es el caso de la Optimat MDE110 (Figura 1). El cuerpo del mueble es prensado en el centro de la prensa y en una línea cero por el lado del operario. Las fuerzas de presión vertical se aplican con un tablero y las fuerzas de presión horizontal con tres piezas por cada lado.



Figura 1. Prensa accesible (Fuente: Ligmatech).



Figura 2. Prensas automáticas autoregulables (Fuentes: Ramarch, S.I.T.I di Basso).

## Posturas y movimientos

A mayor grado de automatización menor intervención del operario. Hay prensas que disponen de centraje y ajuste a las dimensiones del mueble automáticas, también conocidas como autoreguladas (Figura 2). Las dimensiones mayores como longitud y anchura se detectan cuando el mueble entra la prensa, y la máquina se predispone automáticamente a sus dimensiones, sin intervención del operador.

- **Alimentación y retirada de la pieza a la prensa:** En los últimos años, se han desarrollado máquinas que disponen de bandas transportadoras que permite la entrada y salida de la pieza a la prensa sin necesidad de manipulación por parte del operario (Figura 3).



Figura 3. Prensas con bandas transportadoras (Fuentes: Ramarch, Italpresse).

La empresa Ligmatech ofrece opcionalmente en algunas prensas una base dotada de aire, como las mesas neumáticas, para mejorar el manejo de los cuerpos.

Es importante tener en cuenta, en especial en la manipulación de cuerpos de muebles, que no se deben elevar manualmente cargas que sobrepasen el peso máximo recomendado. Y en el caso, de que esto ocurra se deben de poner los medios técnicos auxiliares necesarios para manipular dichas cargas.

Además, a fin de economizar manipulaciones de cargas, existe la posibilidad de enlazar la línea de prensa con el puesto de embalaje.

**Centros de montaje:** Los centros de montaje, de cuerpos de muebles, son sistemas que buscan la productividad, flexibilidad y ahorro de espacio. Estos se pueden componer de dos estaciones, una en la que se ensambla y prensa el esqueleto, y otra estación en la que se clavan las grapas de las partes posteriores, se montan las puertas, cajones o estantes. El centro puede ser operado por un solo trabajador, ya que muchas de las operaciones se pueden realizar de forma automática o programada (Figura 4).



Figura 4. Centro de montaje (Fuente: S.I.T.I di Basso).

**Prensas con robot:** Existen en el mercado centros de trabajo que se componen de prensa electromecánica y robot que realizan el grapado del panel posterior del mueble (trasera) durante la fase de prensado (Figura 5). Esto supone un aumento del rendimiento del proceso.



Figura 5. Prensas con robot (Fuentes: Ramarch, Biesse).

**Prensas específicas:** Se han desarrollado prensas para determinados productos concretos, como es el caso de las prensas para cajones (Figura 6), puertas, etc. En el primer caso, por ejemplo, han sido diseñadas para ensamblar diferentes tipos de cajones y han sido concebidas para eliminar totalmente el preensamblaje del cajón.

Existen en el mercado diferentes soluciones alternativas en función de las necesidades de posicionamiento o fijación de la pieza a grapar/clavar. Estas soluciones van desde los sistemas más sencillos a soluciones más globales e incluso automáticas.



Figura 6. Prensa para cajones (Fuentes: Omec, Siti di Basso).

### Dispositivos de información

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo.

Existen infinidad de configuraciones para la localización de los mandos. En general se recomienda que éstos estén a una altura mínima de 600 mm del suelo y a más de 50 mm por debajo de la superficie superior de la mesa.

En el caso concreto de las prensas giratorias, deben estar provistas de un dispositivo de pulsación continua para efectuar el giro de la prensa.

Los modelos más avanzados existentes en el mercado incorporan terminales de programación que permiten la creación de bases de datos con decenas de referencias de los

parámetros de control de los muebles a prensar (memorización de las dimensiones X-Y, modo de apriete, modo de trabajo, tiempo de prensado, etc.). Además, algunas prensas incorporan la visualización de incidencias, gestión de alarmas, así como estadísticas de trabajo (contador de piezas, horas de funcionamiento, etc.).



### **Función y utilización**

La prensa de platos permite obtener tableros rechapados mediante la aplicación de presión y calor sobre la pieza preencolada. Dependiendo del tamaño de la prensa y la tipología de la misma, se pueden realizar varios tableros a la vez.

#### **a. Principales problemas ergonómicos detectados**

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las prensas de platos:

- Diseño inadecuado del pedal.
- Inexistencia de elementos técnicos auxiliares para manipular cargas.
- Distinta distribución de los mandos en máquinas del mismo tipo.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.

#### **b. Propuestas de mejora ergonómica**

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la prensa de platos calientes.

### **Pedal del equipo**

En el caso de que la máquina se accione mediante pedal, es importante que este vaya protegido con una carcasa de plástico o similar, de manera que no pueda ser accionado de manera involuntaria. Tanto el pedal como la carcasa deben tener unas dimensiones suficientes a fin de garantizar su correcto accionamiento.

## Elementos técnicos auxiliares para manipular cargas

En el mercado se pueden encontrar una serie de ayudas a la manipulación cuya función es facilitar determinadas tareas en la prensa. Estas son:



Figura 1. Mesa de rodillos (Fuente: March).



Figura 2. Platos dotados con rodillos (Fuente: March).

### Ayudas para la preparación de paneles

Mesas de rodillos con discos de acero inoxidable para el transporte de los tableros encolados desde la encoladora a la mesa de entrada donde se componen los tableros. Algunos modelos disponen de ruedas para facilitar el desplazamiento hacia la mesa de entrada, y facilitar las tareas de limpieza y mantenimiento de la misma (Figura 1).

### Ayudas para la alimentación de los platos

Una posible mejora consiste en la incorporación de rodillos de acero en el lado de carga de los platos para facilitar la introducción de piezas (Figura 2).



Figura 3. Mesa flotante instalada en una prensa de chapado (Fuente: Aigner).



Figura 4. Mesa de entrada a prensa (Fuente: March).

### Mesas flotantes

También es posible ampliar la superficie de apoyo en la máquina mediante la instalación de mesas flotantes, se trata de un sistema que no necesita apoyo. Existen diversos formatos en función de las necesidades (Figura 3).

### Mesa de entrada a prensa

Se trata de mesas provistas de una banda de arrastre sobre la que se preparan los tableros para ser introducidos más tarde en la prensa. Algunas incorporan soportes elevados para el

alojamiento de las chapas a prensar con ruedas para su fácil manejo (Figura 4).

El accionamiento de la banda se realiza mediante un moto-reductor de potencia adecuada al peso que debemos arrastrar. El manejo de la banda de arrastre se realiza mediante dos pedales dispuestos en el entorno de trabajo del operador. Una fotocélula eléctrica se encarga de que los tableros se sitúen adecuadamente para ser introducidos en la prensa.



Figura 5. Mesa de salida de prensa (Fuente: March).

### Mesa de salida de prensa

Se trata de mesas provistas de bandas de arrastre, o una banda ancha, cuya misión es la evacuación de los tableros que salen de la prensa acabados. Puede incorporar un mecanismo de apilado para la formación de la pila de tableros al final de la misma (Figura 5).

### Sistema de alimentación y retirada automático

Una alternativa frente a la alimentación manual directamente a los platos, es la integración en el proceso de un sistema de alimentación y retirada automático (Figura 6).

### Panel de mandos

La disposición de un panel de mandos abatible puede mejorar la visibilidad y accesibilidad de los mismos, ya que permite al operario regular este a la posición que le resulte más ventajosa.



### Iluminación

Especialmente a la salida del proceso es importante que haya un nivel de iluminación adecuado, ya que el trabajador debe comprobar que la pieza está correcta. Debería de haber como mínimo 500 lux. Sí no es posible garantizar esto con los sistemas de iluminación general, hay que proveer de iluminación auxiliar regulable.

### Verificador de tableros

Se trata de un transfer de rodillos que incorpora un dispositivo de elevación de los tableros para poderlos observar en su cara inferior de forma que podemos tener un control de calidad de los mismos. La elevación de los tableros se realiza mediante cilindros neumáticos por un periodo suficiente de tiempo para que el operario que ocupe el puesto de control de calidad pueda realizar su trabajo con comodidad. En la misma máquina también se incorpora un dispositivo de correas transversales entre los rodillos de arrastre para eliminar los posibles tableros defectuosos.

Figura 6. Sistemas automáticos de alimentación y retirada de piezas a la prensa (Fuentes: Simimpianti, Colombo R.).



Figura 7. Verificador de tableros (Fuente: March).





## REGRUESADORA

### **Función y utilización**

La regruesadora se emplea para alisar la madera dándole un espesor definido. La máquina se compone fundamentalmente de la mesa de cepillado y de un portaherramientas rotativo horizontal. La mesa se eleva o bascula, y la pieza pasa por debajo del portaherramienta, cepillando su superficie superior.

#### **a. Principales problemas ergonómicos detectados**

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las regruesadoras:

- Alturas de utilización de la máquina inadecuadas.
- Posturas-movimientos inadecuados de tronco, brazos, codo y muñecas.
- Posibilidad interpretación equívoca de la información visual.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.
- Falta de manual de instrucciones.

#### **b. Propuestas de mejora ergonómica**

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la regruesadora.

### **Alturas de trabajo**

Aunque la mesa de entrada es regulable en altura, al igual que en la cepilladora, esta regulación no se debe a aspectos ergonómicos sino que sirve para establecer la profundidad de pasada (espesor de madera quitada por la herramienta). El bastidor es fijo y la altura del árbol también, luego la altura de trabajo está determinada en gran medida por esta característica. Sin embargo, en la regruesadora no se dan los mismos requisitos de aplicación de fuerza que en la cepilladora, ya que no hay que presionar la pieza contra

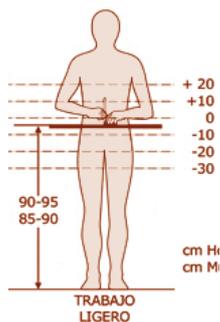


Figura 1. Altura de trabajo recomendada (Fuente: IBV).

la herramienta ni mantener el control. Además, el operario no tiene que controlar con su propio peso el retroceso o vuelco de la pieza.

Dados los requisitos del tipo de tarea a desarrollar en la regruesadora se recomienda que la altura del plano principal de trabajo se sitúe ligeramente por debajo de la altura de codo, alrededor de los **90 cm**.

Otro aspecto a considerar es el **ajuste de la altura de la mesa regruesadora**. Existen fundamentalmente tres posibilidades de ajuste que son: el ajuste manual mediante volante, el ajuste eléctrico y el que se realiza mediante programación. Estos dos últimos casos suelen ir acompañados de un indicador digital del valor de ajuste.

## Posturas y movimientos

**Posiciones de trabajo en la máquina:** La regruesadora tiene dos posiciones de trabajo:



Figura 2. Rodillos de apoyo (Fuentes: Felder, Rojek).

- la posición de trabajo principal, en el lado de entrada (visto desde el sentido del avance) y desde donde se alimenta la máquina.
- y la posición de salida, donde se sitúa el trabajador para recoger las piezas.

Se recomienda mejorar el movimiento de materiales dentro del puesto:



Figura 3. Mesa flotante para regruesadora (Fuentes: Aigner, Felder).

- El giro e inclinación de la espalda es un movimiento inestable, que hace que el trabajador invierta más tiempo y termine más fatigado que cuando hace el mismo trabajo sin inclinar o girar el tronco. Cambiar la colocación de los materiales o productos semiacabados de forma que, la tarea de manipulación se haga delante del trabajador, sin inclinación del cuerpo. Para ello, se debe evitar colocar materiales sobre el suelo usando estantes o plataformas de altura apropiada, modificar las alturas de

trabajo, emplear medios mecánicos, etc.

- Es posible facilitar la alimentación con un **rodillo de apoyo** de piezas (Figura 2).
- Se puede emplear una **prolongación de mesa o mesa flotante** para piezas muy grandes o largas (Figura 3). Este tipo de soluciones permite extender la mesa de regrueso a la salida. De este modo, se puede ampliar el largo total de la superficie de apoyo dando mayor soporte a las piezas. Además, no necesita de apoyo en el suelo, y hay diversos formatos en función de las necesidades.
- Otra posibilidad consiste en colocar una **mesa elevadora** en el lado de salida para facilitar el trabajo sobre todo con piezas largas o pesadas (Figura 4).



Figura 4. Mesa elevadora de salida (Fuente: Felder).

- **Sistema de retorno de la salida:** Existen en el mercado soluciones para evitar que el trabajador



Figura 5. Sistemas de retorno de piezas (Fuente: Maquinaria La Fonteta, Empresa participante en el estudio campo).

tenga que situarse a la salida de la máquina. Se trata de sistemas de manutención automáticos que permiten el retorno de barras y tableros al operario, sin que este se mueva de la entrada de la máquina (Figura 5).

### Dispositivos de información

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo.

La localización habitual de los mandos principales de accionamiento (puesta en marcha y parada normal) es la parte superior del lado de carga. Se recomienda que los órganos de accionamiento estén al menos a 600 mm del suelo.

La presentación de la información al operador de la máquina puede mejorarse mediante la ubicación de los mandos y dispositivos de información en la parte superior de la misma en lugar de un lateral. Existen regruesadoras en el mercado que mejoran la visibilidad de los mandos y dispositivos de información al estar inclinada la superficie donde se encuentran ubicados (Figura 6).

- Visor digital electrónico de las medidas: Algunas máquinas en el mercado disponen, además, de visualización digital de parámetros con ajuste manual de precisión, lo que facilita la regulación exacta (Figura 7). La información y textos deberían estar en castellano.



Figura 6. Mandos inclinados para mejorar la visibilidad (Fuente: Robland).

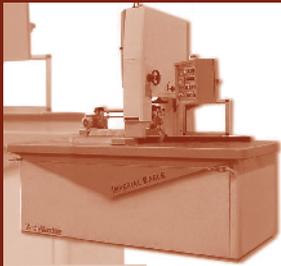
### Iluminación

En esta máquina el trabajador puede tener que inspeccionar las piezas una vez acabadas, por lo que es importante que la zona de trabajo esté correctamente iluminada, debería de haber como mínimo 500 lux. Si la iluminación general no garantiza estos niveles, entonces se deberá plantear la posibilidad de instalar iluminación local regulable.



Figura 7. Visor digital (Fuente: Woodman).





## SIERRA DE CINTA

### Función y utilización

La sierra de cinta debe su nombre a su herramienta de corte, consistente en un fleje de acero en forma de hoja de sierra sin fin a manera de cinta, que se mueve sobre dos poleas o volantes dispuestos sobre el mismo plano vertical, uno encima de otro.

Las principales funciones de esta máquina son el tronzado de tablas brutas en sentido transversal, el corte longitudinal de madera para sacar listones, y corte de piezas con figura siguiendo una plantilla.

### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en las sierras de cinta:

- Alturas de utilización de la máquina inadecuadas.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, brazos, codo y muñecas.
- Necesidad de más información interfaz trabajador-máquina.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Situación incorrecta o inexistencia de la parada de emergencia.
- Distribución de los mandos inadecuada.
- Efecto estroboscópico.
- Falta de manual de instrucciones.
- Falta de formación específica en el manejo de la máquina.

### b. Propuestas de mejora ergonómica

Seguidamente, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la sierra de cinta.

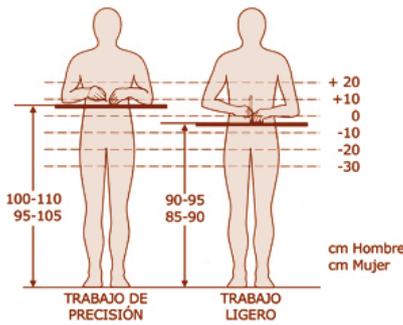


Figura 1. Alturas de trabajo recomendadas (Fuente: IBV).

## Alturas de trabajo

La altura de trabajo recomendada depende del tipo de trabajo a realizar, por ejemplo, no se recomienda la misma altura para cortar piezas de peso y tamaño medio en recto que para cortar piezas pequeñas siguiendo una determinada figura.

Para tareas de precisión, sin peso, se recomienda una altura ligeramente por encima de la altura de codos, mientras que para tareas de manipulación de objetos no muy pesados, con un nivel medio de fuerza y precisión se recomienda una altura de trabajo ligeramente por debajo de la altura de codos de pie. Todo ello supone un rango de alturas de trabajo recomendable que podría oscilar entre los 90 y 105 cm (Figura 1).

## Posturas y movimientos



Figura 2. Regla de corte paralelo (Fuente: Felder).

Existen una serie de dispositivos y accesorios en el mercado que pueden facilitar determinados tipos de trabajos en la sierra de cinta, como por ejemplo: reglas de corte paralelo, prolongaciones de bancada, círculos de fresado, rodillos, etc.

Mediante el empleo de **reglas de corte paralelo** se puede facilitar el corte longitudinal en esta máquina (Figura 2). Estas pueden posicionarse a izquierda y derecha del disco de sierra. Deben de poder deslizarse de forma fácil y precisa.

Las **prolongaciones de la bancada o mesa** pueden ser de gran ayuda durante el mecanizado de piezas largas así como para el trabajo de piezas grandes, ya que proporcionan una superficie de apoyo extra minimizando el esfuerzo que realiza el trabajador. Hay en el mercado dispositivos con sistemas de fijación rápida mediante carril, que no necesitan el empleo de herramientas (Figura 3).



Figura 3. Prolongaciones de bancada (Fuentes: Aigner, Felder).



del operario de la zona de peligro. Es común encontrar para el desarrollo de esta función listones de madera adaptados por el propio trabajador, sin embargo, se deben emplear empujadores que dispongan de mangos correctos. Algunos empujadores incorporan puntas de agarre que agarran la madera en varios puntos de la pieza para facilitar el empuje. (Figura 4)

**Empujador.** Este elemento permite realizar los finales de pasada con total seguridad alejando las manos



Figura 4. Empujador (Fuente: Aigner).

**Operaciones de corte circular:** Para operaciones de aserrado circular existen diversos dispositivos de ayuda (p.e. el **circulo de fresado**, el **segmentador**, etc.) que permiten realizar cortes en forma de arco y circunferencias con exactitud, sin tener que marcar. El **segmentador** es un complemento del circulo de fresado que permite serrar segmentos circulares. (Figura 5).

**Rodillos.** Los rodillos de guía facilitan la conducción precisa y segura de las piezas en la máquina, eliminando parte del esfuerzo que realiza el trabajador (Figura 6).

El avance de la pieza puede ser manual o automático. Existen alimentadores automáticos diseñados especialmente para este tipo de máquinas. Además, también se comercializan máquinas dotadas del **alimentador y otros dispositivos de ayuda al avance** de piezas en la sierra (Figura 7).



Figura 5. Circulo de fresado y segmentador (Fuentes: Aigner, Felder).



Figura 6. Serrado de una pieza con rodillos de guía (Fuentes: Aigner).

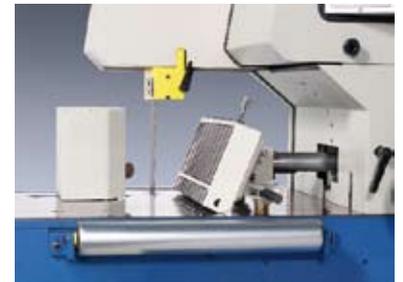


Figura 7. Alimentadores de piezas para sierra de cinta (Fuentes: Agazzani, Griggio, Weinig).



Figura 8. Diferentes configuraciones y ubicación de los mandos (Fuentes: Griggio, Agazzani, Veneta).

### Dispositivos de información y mando

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo.

La localización habitual de los dispositivos de información y mandos es a la izquierda de la sierra, en la zona o cuello del bastidor por donde circula la cinta entre el volante superior e inferior. Se recomienda que estén a una altura comprendida entre 600 mm y 1400 mm por encima del suelo. Lo habitual es que el panel sea fijo, aunque también hay sierras con paneles móviles y modelos más complejos que disponen de un pupitre de mando independiente (Figura 8).



Figura 9. Mejora de la visibilidad de los dispositivos de información y mando (Fuentes: Griggio, Meber, Agazzani).

Se pueden encontrar sierras que mejoran la visibilidad de la información, y la presentación de los mandos, al estar estos girados hacia el operario o entrada de la máquina (Figura 9).

Además, el hecho de que la botonera esté girada hacia el trabajador o zona de trabajo, puede suponer un ahorro de movimientos y una mejora de las posturas adoptadas por el operario.

### Parada de emergencia

La parada o paradas de emergencia deberían de estar situadas de tal forma que pueda ser alcanzada desde cualquier posición de trabajo en la máquina.

### Iluminación y efecto estroboscópico



Figura 10. Lámpara para evitar el efecto estroboscópico (Fuente: Weinig).

La zona de trabajo debe estar correctamente iluminada, los niveles de iluminación deben estar comprendidos entre 200 y 500 lux, dependiendo de las exigencias del tipo de tarea a realizar. Si no se puede garantizar un nivel correcto de iluminación mediante la iluminación general, habría que dotar a la máquina de iluminación local auxiliar. Se recomienda el uso de lámparas fluorescentes adicionales dotadas de estabilizador electrónico que evita el efecto estroboscópico (Figura 10). También es posible proteger frente a este efecto de parada mediante sistemas de protección que cubran la herramienta si hay ausencia de pieza.

### Formación

La sierra sólo podrá ser utilizada por personal formado y preparado para ello.

## c. Otros aspectos ergonómicos



Figura 11. Sierras copiadoras (Fuente: Veneta).

### Sierras de cinta copiadoras

Existen modelos de sierra que copian con plantilla, los hay con alimentación manual y automática de la pieza (Figura 11).

También hay sierras (centros de trabajo) con control numérico, dotadas de cargador automático y gestión totalmente automática de la operación de corte (Figura 12).



Figura 12. Centro de trabajo (Fuente: Veneta).



## TALADRO OSCILANTE

### Función y utilización

El taladro oscilante es una máquina que se emplea para el mecanizado de agujeros elípticos. Éste consta de un módulo de taladro con movimiento horizontal perpendicular al eje de taladrado. La pieza se sujeta mediante un pistón a la mesa, que es fija, durante el ciclo de mecanizado.

### a. Principales problemas ergonómicos detectados

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en el taladro oscilante:

- Espacio insuficiente para los brazos.
- Aberturas de acceso con dimensiones insuficientes.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, codos, muñecas y piernas.
- Esfuerzo incorrecto en el empuje-arrastre de partes móviles de las máquinas manuales durante la preparación de la máquina.
- Detección y/o identificación inadecuada de la información visual.
- Posibilidad interpretación equívoca de la información visual.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Situación de los mandos de uso frecuente fuera del alcance inmediato del operario.
- Situación incorrecta o inexistencia de la parada de emergencia.
- Distribución de los mandos inadecuada.
- Nivel de iluminación inapropiado.
- Presencia de oscilaciones de luz y sombras.
- Efecto estroboscópico.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.
- Obstaculización de la visión.

- Falta de manual de instrucciones.
- Falta de formación específica en el manejo de la máquina.

## b. Propuestas de mejora ergonómica

A continuación, se hacen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo con el taladro oscilante.

### Espacios de trabajo y aperturas de acceso

Se debe prever, cuando se instala la máquina, el espacio suficiente para que el trabajador pueda moverse con libertad alrededor de la misma, y se puedan depositar las piezas tanto por taladrar como ya mecanizadas.

Además, durante la preparación y ajuste de la máquina se deben garantizar las aperturas de acceso suficientes para que el trabajador pueda acceder. Se recomienda consultar los apartados correspondientes de la guía.

### Posturas y movimientos

Existen una serie de dispositivos y accesorios en el mercado que pueden facilitar determinados tipos de trabajos en el taladro oscilante, como por ejemplo: mesas flotantes o prolongaciones de bancada, guías de retención, topes, etc.



Figura 1. Prolongaciones y mesas flotantes (Fuentes: Aigner y Felder).



Las **prolongaciones de la bancada o mesas flotantes** pueden ser de gran ayuda durante el mecanizado de piezas de grandes dimensiones o largas, ya que proporcionan una superficie de apoyo extra minimizando el esfuerzo que realiza el trabajador (Figura 1).

Otro elemento auxiliar de gran ayuda son los **topes de longitud** con palancas de sujeción. Estos topes son especialmente útiles para trabajos de taladro en serie o trabajos de escopeado (Figura 1).

Los **topes de inglete o angulares** se montan sobre la mesa o bancada de la máquina mediante una palanca de sujeción; su montaje y reglaje debe ser fácil. Es especialmente útil que los topes dispongan de guía de retención para encontrar las posiciones más usadas son  $-45^\circ$ ,  $-22,5^\circ$ ,  $0^\circ$  y  $+22,5^\circ$  (Figura 2).



Figura 2. Tope angular (Fuente: Felder).

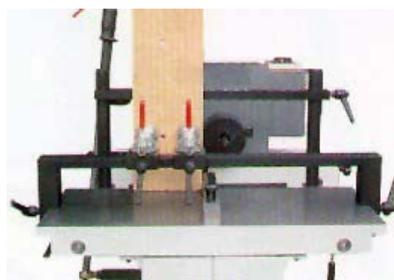


Figura 3. Guía puente para presión horizontal (Fuente: CMC).

Para tareas en las que se precisa fijar la pieza en posición vertical, existe accesorios que permiten fijarla presionando horizontalmente, en lugar de verticalmente contra la mesa (Figura 3).

Hay taladros dotados de **unidad suplementaria para trabajos de escopear**. Gracias a un portabrocas



Figura 4. Taladros con portabrocas especial (Fuente: Felder).



Figura 5. Guías de retención y mando a distancia (Fuente: Felder).

especial pueden realizar agujeros cuadrados o rectangulares sin ningún problema, no haciendo falta redondear la espiga porque se puede escoplear de manera “angular”. Así, se puede evitar trabajos manuales que requieren mucho tiempo (Figura 4).

Existen máquinas que disponen de dispositivos de mando a distancia para el manejo de las guías de retención posicionado ergonómicamente en la palanca de mando (Figura 5).

**Taladro oscilante de doble mesa.** El hecho de que las mesas estén dotadas de movimientos independientes permite mejorar la eficacia. Ya que si las mesas trabajan en ciclos alternos, el operario puede cargar una de las mesas mientras una pieza se está taladrando en la otra mesa. En el mercado hay modelos que disponen de esta opción (Figura 6).

Las **taladradoras múltiples**, más complejas, puede realizar simultáneamente varias ranuras de diferentes longitudes e inclinaciones en un mismo ciclo de máquina. Este tipo de máquinas, gracias a sus diversas regulaciones, son adecuadas para mecanizar patas de sillas y otras piezas de características similares (Figura 7).



Figura 6. Taladro oscilante dotado de mesas independientes (Fuente: Balestrini).

### Esfuerzo físico

Los ajustes y preparación de la máquina no deben requerir de un esfuerzo más allá de lo deseable, para ello hay que prestar especial atención a la realización de las operaciones de mantenimiento y limpieza periódicas (limpieza mediante aspiración, engrase

y lubricación de todas las partes metálicas, guías, carros, topes, etc.) Existen en el mercado taladros dotados de prensos neumáticos con soplores de aire para la limpieza de la mesa, esto puede resultar de especial utilidad (Figura 8), aunque es deseable emplear la aspiración evitando el soplado.

En el caso de que se trabaje en la máquina con grandes formatos o piezas muy largas, el empleo de mesas de apoyo o prolongaciones de banco permite unas condiciones de trabajo más óptimas (Figura 1). Estas deben de poder ser montables y desmontables de forma fácil, para evitar que no se empleen, o bien, se dejen montadas cuando no sean necesarias.



Figura 7. Taladro múltiple (Fuente: Balestrini).



Figura 8. Taladro oscilante dotado de panel de control centralizado (Fuente: Linnerman).

### Dispositivos de información y mando

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición o posiciones de trabajo de la máquina.

La localización habitual de los dispositivos de información y mandos es sobre el cuerpo central o pie de la máquina. Se recomienda que estén **situados a una altura igual o superior a 600 mm por encima del nivel del suelo.**

En el caso de las máquinas de doble mesa el panel de control centralizado facilita el trabajo independiente con una, otra mesa o ambas a la vez (Figura 8).

Los indicadores y dispositivos de información, en el caso de existir, deben ser visibles por el operador desde las diferentes posiciones habituales de trabajo.

### Parada de emergencia

La parada o paradas de emergencia deberían de estar situadas de tal forma que pueda ser alcanzada desde cualquier posición de trabajo en la máquina.

### Iluminación y efecto estroboscópico

La zona de trabajo debe estar correctamente iluminada, el nivel de iluminación debe ser de 500 lux. La zona de trabajo debe estar correctamente iluminada, evitándose además oscilaciones de luz y sombras moletas sobre las superficies de trabajo. La presencia de oscilaciones de luz puede ser debido a los cambios en la intensidad y flujo de la luz proveniente del exterior o, bien, a la falta de uniformidad de la iluminación artificial. La presencia de sombras duras en la superficie de trabajo puede ser la causa de una mala calidad en el trabajo, baja productividad, esfuerzo visual, fatiga y accidentes. También es importante la supresión de la luz oscilante; esta iluminación es molesta para todos y causa fatiga en los ojos.

Entre otras medidas, encaminadas a solucionar este tipo de problemas, se recomienda:

- Eliminar luminarias aisladas muy brillantes, dado que dificultan la homogeneidad y son antieconómicas.
- Instalar interruptores diferentes para las luminarias situadas junto a las ventanas y para las situadas lejos de las ventanas. De esta manera, las luminarias situadas junto a las ventanas pueden ser apagadas cuando haya suficiente iluminación natural.
- Eliminar las zonas de sombra mediante una buena distribución de las luminarias y la reflexión de las paredes y techos claros, así como mediante un mejor diseño de los puestos de trabajo.
- Instalar sistemas que permitan regular el flujo de entrada de luz proveniente del exterior (cortinas, persianas, etc.)
- Emplear montajes compensados mediante la conexión de las fuentes de luz a las tres fases de la red eléctrica.
- Utilizar balastos electrónicos para las luminarias.
- Etc.

Si no se puede garantizar un nivel correcto de iluminación mediante la iluminación general, habría que dotar a la máquina de iluminación local auxiliar.

Se recomienda el uso de lámparas fluorescentes adicionales dotadas de estabilizador electrónico que evita el efecto estroboscópico (Figura 9). También es posible proteger frente a este efecto de parada mediante sistemas de protección que cubran la herramienta si hay ausencia de pieza.

### Formación

La sierra sólo podrá ser utilizada por personal formado y preparado para ello.



Figura 9. Lámpara para evitar el efecto estroboscópico (Fuente: Weinig).





### **Función y utilización**

La principal función de esta máquina es el tronzado de tablones de tronco brutos (o canteados) en sentido transversal.

#### **a. Principales problemas ergonómicos detectados**

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en la tronzadora:

- Diseño inadecuado del pedal.
- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco, brazos, codo y muñecas.
- Se manipulan cargas por encima del peso máximo recomendado.
- Inexistencia de elementos técnicos auxiliares para manipular cargas.
- Transportes manuales.
- Esfuerzo incorrecto en el empuje-arrastre de partes móviles de las máquinas manuales.
- Inexistencia de medios mecánicos auxiliares para aplicación de fuerzas.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Presencia de oscilaciones de luz.
- Falta de manual de instrucciones.
- Falta de formación específica en el manejo de la máquina.
- En el trabajo en equipo no hay una correcta distribución de la carga de trabajo.

#### **b. Propuestas de mejora ergonómica**

Seguidamente, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la tronzadora.

## Pedal del equipo

En el caso de que la máquina se accione mediante pedal, es importante que este vaya protegido con una carcasa de plástico o similar, de manera que no pueda ser accionado de manera involuntaria. Tanto el pedal como la carcasa deben tener unas dimensiones suficientes a fin de garantizar su correcto accionamiento.

## Posturas y movimientos

El grado de mecanización del puesto de tronzado tiene una gran influencia en el trabajo que tiene que realizar el operario. Los centros de tronzado automáticos son los que menor intervención manual del operario requieren, ya que empujan y posicionan los paquetes de tablones de forma automática a partir de una lista de corte que carga el operario. También existen una serie de modelos comerciales no automatizados que incorporan mejoras que pueden facilitar al trabajador la tarea, como por ejemplo: indicador láser de la línea de corte, sistemas de manutención, etc.

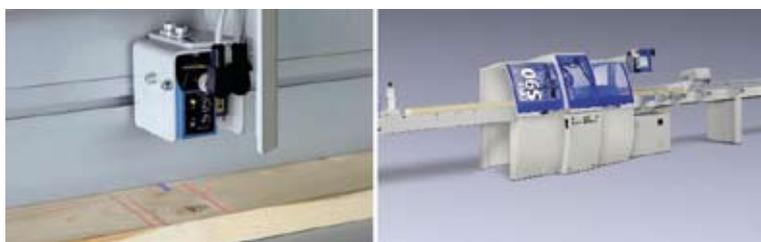


Figura 1. Tronzadora con detección automática de defectos (Fuente: Weinig).

Existen tronzadoras que incorporan sistemas para detectar y eliminar por sí solas defectos en la madera (nudos, grietas, etc.) garantizando un mínimo de desperdicios (Figura 1). Y capaces de clasificar hasta 4 calidades.

## Manipulación de cargas

Durante la carga y descarga de los tablones en la máquina se debe evitar manipular piezas por encima del peso límite recomendado, y en el caso de esta manipulación sea inevitable se deberán de emplear medios auxiliares de manutención. En cada caso particular, y siempre que los pesos o condiciones de manipulación sean desfavorables se debería realizar una evaluación del levantamiento.

Es recomendable implantar algún tipo de ayuda a la manipulación cuando los pesos superen los límites recomendados por la Guía de Cargas del INSHT. Como por ejemplo, sistemas de transporte en continuo o manipuladores por vacío para el movimiento de los tablones (Figura 2).

Se han desarrollado **sistemas de alimentación** capaces de medir los tablones, previo a la alimentación de la sierra. Los tablones son medidos durante su paso por el dispositivo de alimentación, y en función del resultado de la medición, es decir según la anchura y el grado de curvatura calcula la combinación de medidas que da el resultado óptimo. Las cadenas transversales y una cadena de alimentación montada por arriba transportan el tablón hacia la sierra garantizando la alimentación precisa (Figura 3).



Figura 2. Manipuladores de tablones (Fuentes: Sermasa-Schmalz, Man Industrias Teixido).



Figura 3. Sistema de medición y alimentación automático (Fuente: RaiMech).

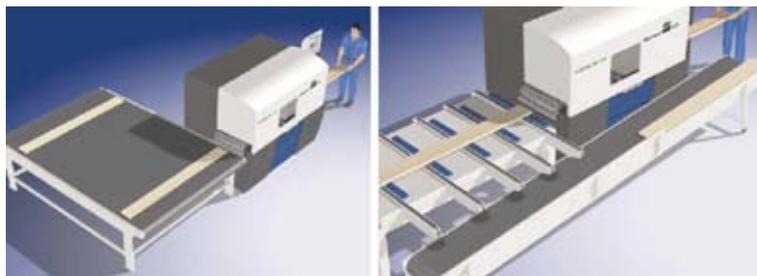


Figura 4. Sistemas de salida (Fuente: RaiMech).

**Sistemas de retirada:** A la salida de la sierra se pueden instalar cintas transportadoras clasificadoras, transportadores transversales y/o sistemas de retorno que devuelvan las piezas a la entrada (Figura 4).

Otro accesorio, especialmente útil para determinados formatos, es el apilador automático (Figura 5).

Puede ser recomendable en determinadas circunstancias, a fin de evitar manipulaciones y transportes intermedios, unir mediante un sistema de transporte, la sierra tronczadora con una sierra múltiple.



Figura 5. Apiladora (Fuente: Weinig).

### Esfuerzo físico

La automatización del proceso, o de partes del proceso, disminuye la carga física y puede eliminar sobreesfuerzos en el trabajo. En el caso del empuje y arrastre de los tablones se puede optar por soluciones como las comentadas en el punto anterior de esta ficha, consisten en la implantación de elementos técnicos para el manejo de cargas.



Figura 6. Combinación de sierras y sistemas de transporte de material (Fuente: Weinig).

### Dispositivos de información y mando

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Las tronczadoras accionadas manualmente pueden ser accionadas mediante pedal (consultar primer punto de esta ficha) o bien con doble mando (Figura 7).



Figura 7. Tronzadora con doble mando manual (Fuente: Weinig).

### Oscilaciones de luz

La presencia de oscilaciones de luz puede ser debido a los cambios en la intensidad y flujo de la luz proveniente del exterior o, bien, a la falta de uniformidad de la iluminación artificial.

Aunque el uso de la luz natural reduce los costes de energía y presenta muchas otras ventajas, puede en algunos casos ocasionar variaciones de luminosidad. Es más eficiente y confortable trabajar en un local en el que no haya grandes variaciones de luminosidad. También es importante la supresión de la luz oscilante; esta iluminación es molesta para todos y causa fatiga en los ojos.

El primer problema puede subsanarse empleando sistemas que permitan regular el flujo de entrada de luz proveniente del exterior (cortinas, persianas, etc.) así como combinando la iluminación natural y artificial. Mientras que los posibles problemas debidos a las oscilaciones o parpadeos de la iluminación artificial pueden solucionarse adoptando alguna de las siguientes medidas:

- Empleo de un montaje compensado mediante la conexión de las fuentes de luz a las tres fases de la red eléctrica.
- Utilización de balastos electrónicos para las luminarias.
- Alimentación de las lámparas con corriente continúa.
- Etc.

### **Trabajo en equipo**

En el caso de que una tarea en una máquina requiera para su realización de un equipo de trabajadores (más de un trabajador) se deberá de especificar el número de operadores requeridos y las tareas asignadas a cada uno de ellos; debiendo distribuir la carga de trabajo equitativamente entre los operadores. Además, se deben considerar en este reparto posibles situaciones inesperadas, transitorias y de emergencia.

### **Formación**

La tronzadora sólo podrá ser utilizada por personal formado y preparado para ello.



**TUPÍ**

### **Función y utilización**

La tupí se utiliza para la modificación de perfiles de piezas de madera, para la creación de molduras, ranuras, galces, etc.

La tupí de alimentación manual, está provista de un husillo vertical monobloque o fijo desmontable, cuya posición es fija durante la ejecución de la tarea, y de una mesa horizontal en la que todos los elementos están fijos durante su funcionamiento.

#### **a. Principales problemas ergonómicos detectados**

En el estudio de campo se han detectado los siguientes problemas ergonómicos en esta tipología de máquinas:

- Posturas-movimientos inadecuados de cabeza y cuello, tronco y muñecas.
- Detección y/o identificación inadecuada de la información visual.
- Posibilidad interpretación equívoca de la información visual.
- Ritmo y sentido de las variaciones de la información incompatibles con las fuentes que las originan.
- Identificación incorrecta o inexistente de la función de los mandos.
- Efecto estroboscópico.
- Falta de iluminación auxiliar regulable.
- Falta de manual de instrucciones.

#### **b. Propuestas de mejora ergonómica**

A continuación, se recogen una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en la tupí.



Figura 1.  
Prolongaciones de  
la bancada (Fuente:  
Aigner, Rojek).



Figura 2. Carriles  
de fijación  
(Fuente: Aigner).



Figura 3. Alimentador para tupí (Fuentes:  
Casadei, Aigner).



Figura 4. Topes  
transversales para  
tupí (Fuente:  
Aigner).



## Posturas y movimientos

Existen en el mercado una serie de **accesorios y dispositivos dirigidos a la mejora de las condiciones de trabajo en determinados tipos de tarea o circunstancias.**

- **Prolongaciones y extensiones de la bancada.** Las **prolongaciones** pueden ser de gran ayuda durante el mecanizado de piezas largas así como para el trabajo de piezas grandes, ya que proporcionan una superficie de apoyo extra minimizando el esfuerzo que realiza el trabajador (Figura 1).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que estas prolongaciones no deben llevar asociada la adopción de posturas forzadas debido

a que alejan la zona de trabajo. Por lo que se recomienda que estas sean fácilmente montables y desmontables, para evitar que no se empleen, o bien, se dejen montadas cuando no sean necesarias.

Hoy en día, en el mercado se comercializan sistemas específicos para la tupí que permiten montar tanto dispositivos de trabajo, como otros dispositivos de seguridad, de forma continua y sin herramientas. Un ejemplo de ello son los carriles de fijación V de la compañía Aigner (Figura 2).

- **Alimentador.** En trabajos estándar o con guía en la tupí se puede emplear el alimentador automático. Existen diferentes suministradores de estos dispositivos que ofrecen una amplia gama de productos. Los carros de alimentación deben cumplir con la normativa (el paro de la máquina y del alimentador, modo de parada independiente, etc.). La norma **UNE EN 848-1** asimismo exige que el alimentador sea abatible, de manera que se pueda desplazar de su posición de trabajo sin necesidad de utilizar una llave o un dispositivo similar, dejando totalmente libre la mesa de la tupí (Figura 3).

- **Tope transversal.** El accesorio, denominado tope transversal, facilita el fresado exacto impidiendo el retroceso de la pieza a la entrada. Con el objeto de favorecer su uso, éste puede ser depositado a mano mediante unos colgadores que facilita el fabricante próximo al área de trabajo. Se pueden encontrar diferentes modelos y sistemas en el mercado, que se ajustan a diferentes demandas (Figura 4).

- **Guías.** Se trata de dispositivos versátiles que facilitan y guían de forma segura las piezas durante su mecanizado, como por ejemplo el dispositivo denominado Centrex comercializado por Aigner (Figura 5).



Figura 5. Fresado de una pieza en posición vertical (Fuente: Aigner).



Figura 6. Fresa maestra de círculos y círculo de fresado (Fuente: Aigner).

- **Fresa maestra de círculos:** Para el fresado seguro, exacto y económico de piezas curvadas y anulares existen en el mercado soluciones como las que presenta la empresa Aigner. Este dispositivo de seguridad y trabajo permite el fresado rápido y seguro de piezas, también con alimentador. La fresa maestra de círculos se monta y ajusta rápidamente y sin herramienta en cualquier tupí; permitiendo el fresado con giro a derecha e izquierda. Se pueden acoplar a este dispositivo guías y carriles de soporte para la conducción y manipulación de la pieza de forma segura (Figura 6).
- **Dispositivos para el fresado circular.** Para facilitar el fresado de arcos y circunferencias con exactitud, y sin marcar, hay dispositivos de ayuda como el círculo de fresado (Figura 6).
- **Dispositivos de sujeción:** La mecanización de piezas de pequeñas dimensiones presenta una mayor dificultad tanto en la sujeción como en la correcta conducción de las mismas. Los dispositivos o plantillas de sujeción facilitan el fresado de piezas cortas de forma segura, ya que las piezas son amordazadas a estos mediante palancas de sujeción y mordazas. Además, existen dispositivos especialmente diseñados para el perfilado de piezas por el lado transversal (Contermax de Aigner). Es aconsejable que estén fabricados en materiales ligeros, como por ejemplo el aluminio. Además, las asas largas facilitan la sujeción, y los sistemas de fijación de la pieza deben ser rápido y seguros (Figura 7).



Figura 7. Dispositivos de sujeción de la pieza (Fuente: Aigner).

Estos dispositivos tienen aplicación en diversos trabajos en la tupí, como por ejemplo la conducción de piezas cortas en el fresado, o el perfilado de piezas estrechas por el lado transversal (Figura 8).

- **Empujador:** permite realizar los finales de pasada con total seguridad alejando las manos del operario de la zona de peligro. Se han estudiado varias empuñaduras ergonómicas sumamente prácticas y adaptables a cualquier trabajo. Sin embargo, es común encontrar para el desarrollo de esta función listones de madera adaptados por



Figura 8. Ejemplos de aplicación de los dispositivos de sujeción (Fuente: Aigner).



Figura 9. Empujador (Fuente: Aigner).

el propio trabajador. Se pueden encontrar empujadores con mangos ergonómicos. Algunos incorporan puntas de agarre que agarran la madera en varios puntos de la pieza (desde arriba y desde el lateral) para facilitar el empuje (Figura 9).

- **Carro desplazable, mesa de avance y bastidor de apoyo:** Este tipo de accesorios permiten una conducción de las piezas guiada y apoyada en todo momento (Figura 10).

### Dispositivos de información y mando

Todos los dispositivos de información y mando deben estar identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo.



Figura 10. Ejemplos de aplicación de los dispositivos de sujeción (Fuente: Rojek).

delantera, deberán de estar situados entre 50 mm por debajo de la superficie de la mesa y 600 mm por encima del suelo.

Existen diversas configuraciones en lo que respecta a la ubicación del panel de control: en la bancada, sobre poste y articulado en altura o en la superficie (Figura 11).

Los principales mandos de accionamiento (puesta en marcha, parada normal, parada de emergencia, ajuste del husillo, sentido de rotación, y selección del modo de funcionamiento) deben estar situados a una altura igual o superior a 600 mm por encima del nivel del suelo. En el caso de que estén ubicados en la máquina, en la zona



Figura 11. Diferentes configuraciones de mandos en función de su ubicación (Fuentes: Griggio, Martin, Rojek)

Se están desarrollando nuevos modelos de máquinas dotadas de control elevado, montado sobre un brazo regulable. Algunas incorporan grandes pantallas LCD para facilitar la visualización de información y control. La configuración articulada en altura, o colgante orientable, tiene la ventaja

de que permite al operario orientar la pantalla tanto en horizontal como en vertical, y tiene mejor visibilidad (Figura 12).

### Iluminación y efecto estroboscópico

La zona de trabajo debe estar correctamente iluminada, el nivel de iluminación debe ser como mínimo de 500 lux. Si no se puede garantizar un nivel correcto de iluminación mediante la iluminación general, habría que dotar a la máquina de iluminación local auxiliar.



Figura 12. Paneles de mandos con pantallas LCD (Fuentes: SCM, Martin).

Se recomienda el uso de lámparas fluorescentes adicionales dotadas de estabilizador electrónico que evita el efecto estroboscópico (Figura 13). También es posible proteger frente a este efecto de parada mediante sistemas de protección que cubran la herramienta ante la ausencia de pieza.



Figura 13.  
Lámpara para evitar el efecto estroboscópico (Fuente: Weinig).

### c. Aspectos ergonómicos de los dispositivos, accesorios y elementos auxiliares

#### Otros elementos auxiliares y complementarios

- Distanciador:** Se trata de un elemento que complementa al tope integral diseñado por la empresa Aigner, y que está ideado para piezas con tendencia volcar. Este se coloca a la altura deseada en una ranura del tope y permite ajustar la profundidad mediante un dedo distanciador, de manera que la pieza es mecanizada de forma más segura (Figura 14).
- Sistemas de presión, rodillos y patines:** Se trata de unos accesorios que facilitan la conducción precisa y segura de las piezas en la máquina, eliminando parte del esfuerzo que realiza el trabajador. A continuación se presentan algunos ejemplos de trabajos donde se aplican este tipo de soluciones (Figura 15 - Figura 19).



Figura 14.  
Distanciador (Fuente: Aigner).



Figura 15. Fresado de un tablero vertical con rodillo y patín de presión (Fuente: Aigner).



Figura 16. Aplanado de una pieza pequeña con patín semicircular (Fuente: Aigner).



Figura 17. Fresado de un listón con patín oscilante y rodillo cuádruple (Fuente: Aigner).



Figura 18.  
Fresado de una tabla fina con rodillos guía (Fuente: Aigner).



Figura 19. Conducción segura de una pieza curvada en el fresado con el rodillo individual (Fuente: Aigner).

- Contra guía:** este dispositivo permite el fresado de piezas a un espesor exacto. Además, existen modelos que disponen de un mecanismo de ajuste preciso con indicador digital.

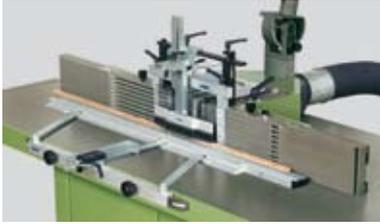


Figura 20. Fresado de una pieza fina y estrecha en la regla adicional con placas de presión y patín oscilante (Fuente: Aigner).

Es indispensable en todos los trabajos de fresado en los que no se puede cubrir el espacio entre los semitopes, en especial con piezas finas y pequeñas (Figura 20).

### Preparación y ajuste de la tupí

**Tiempos de preparación:** Existen diversas máquinas en el mercado con sistema de cambio rápido del eje. Esto puede ayudar a ahorrar tiempo en los cambios y preparación de la máquina. Algunos modelos comercializados (Figura 21) poseen un sistema electrónico de reconocimiento de las herramientas que se monta sobre la máquina que es capaz de reconocer las dimensiones de éstas y elegir los programas adecuados para la producción. Evitando errores de activación de la máquina en presencia de herramientas no adecuadas al tipo de producción.



Figura 21. Tupí dotada de sistema de reconocimiento

**Herramientas para la medición y ajuste:** El **distómetro** o calibrador de reglaje es un instrumento de medición y ajuste que permite la verificación del correcto reglaje de la fresa sin tener que realizar las llamadas “pasadas de prueba”, fuente de riesgo por diversos motivos. Pueden ser tanto analógicos como digitales. Existen hoy en día distómetros electrónicos dotados de microprocesador e indicador digital que ofrecen múltiples posibilidades. Los distómetros se pueden utilizar para la medición rápida y exacta de: la altura y profundidad de la herramienta, del espesor de las piezas, de la profundidad de ranuras y perfiles así como de galces en la pieza, etc. (Figura 22 - Figura 24).

- **Movimiento motorizado del eje.** Otro accesorio que puede añadirse en algunas máquinas es el movimiento motorizado del eje tupí (subida, bajada e inclinación en algunos casos) con visualizador digital.



Figura 22. Distómetro. Medición de un espesor directamente sobre la superficie de trabajo (Fuente: Aigner).

- **Inclinación del eje.** La inclinación del eje “hacia atrás” ofrece, según algunos fabricantes de maquinaria, una mayor comodidad de manejo así como una serie de ventajas (Figura 25):

- Mayor seguridad porque la pieza a trabajar está por encima de la herramienta en vez de estar por debajo.
- Uso ilimitado del alimentador porque el eje inclinado no entra en conflicto con él.
- La altura de la pieza no importa porque la inclinación hacia atrás no limita la altura.
- Acabado de fresado más preciso.
- Y mejor evacuación de las virutas.

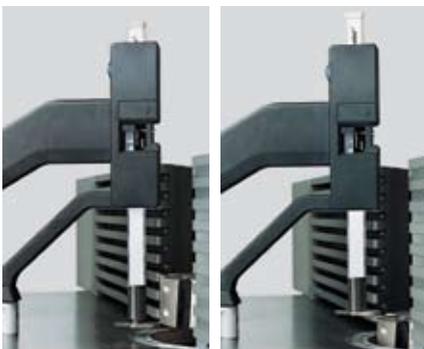


Figura 23. Medición del borde superior e inferior de la herramienta (tupí) mediante el distómetro (Fuente: Aigner).



Figura 24. Ajuste de la herramienta a la profundidad de fresado deseada (Fuente: Aigner).

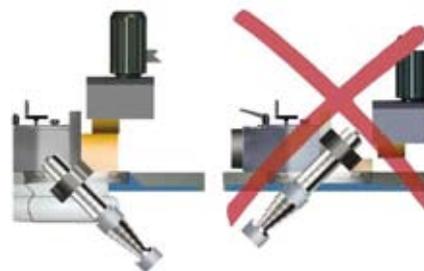


Figura 25. Inclinación del eje “hacia atrás” (Fuente: Felder).



### RECOMENDACIONES ERGONÓMICAS GENERALES PARA EL TRABAJO EN MÁQUINAS

En esta ficha final se recogen una serie de recomendaciones ergonómicas generales que no hacen referencia a las máquinas, sino a aspectos del puesto en el entorno inmediato de las mismas como son: la manipulación de materiales y piezas, el almacenamiento y los dispositivos de protección.

Al igual que la información contenida en las fichas anteriores estas recomendaciones están dirigidas a la mejora de las condiciones de trabajo del operador de la máquina.

#### Manipulación de materiales y piezas

Es importante minimizar la necesidad de mover cargas de forma manual, ya que no aporta nada y por contra presenta una serie de inconvenientes. El levantamiento, transporte y, en general, la manipulación manual de materiales pesados es una de las causas principales de accidentes y lesiones de espalda; y por otro lado, consume tiempo del trabajador.

La mejor forma de prevenir estos accidentes y lesiones es mejorar o eliminar el trabajo manual mediante el uso de ayudas mecánicas. Existen infinidad de dispositivos y equipos de ayuda a la manipulación que pueden evitar o minimizar la realización de esfuerzos en el manejo de material tanto dentro del puesto de trabajo como fuera de él. Lógicamente, estas ayudas deben ajustarse a los requisitos y necesidades del puesto así como a las restricciones existentes. Son por ejemplo: mesas elevadoras, carretillas elevadoras, vías de rodillos, transfers, volteadores, grúas, manipuladores por vacío o ingravidos, etc.

Se recomienda a nivel general:

- Cambiar la colocación de los materiales o productos semiacabados de forma que, la tarea de manipulación se haga delante del trabajador, sin inclinación del cuerpo. El giro e inclinación del tronco es un movimiento inestable, que hace que el trabajador invierta más tiempo y termine más fatigado que cuando hace el mismo trabajo sin inclinar o girar el tronco. Para ello se recomienda: modificar las alturas de trabajo, emplear medios mecánicos, etc.
- Organizar la tarea de transporte de forma que se haga con la mínima elevación y descenso de los objetos transportados. Por ejemplo: transportando materiales de trabajo desde una superficie de trabajo a otra de igual altura, o evitando colocar materiales sobre el suelo usando estantes o plataformas de altura apropiada.

- Minimizar la necesidad de mover materiales, mediante la mejora de la disposición del área de trabajo, por ejemplo disponiendo los materiales de acuerdo con la secuencia de trabajo realizada para permitir el movimiento fácil y eficiente de los mismos. Un modo de llevar a cabo esta tarea, es analizando y discutiendo con los trabajadores cómo se puede reducir la frecuencia y distancia de movimiento de los materiales. Disponer la situación de los puestos de trabajo, de modo que los materiales o productos que lleguen del puesto precedente puedan ir directamente a la siguiente área de trabajo.
- Siempre que se pueda, combinar las operaciones para reducir la necesidad de mover materiales entre operaciones. Por ejemplo, enlazando o combinando máquinas cuyas operaciones se realizan frecuentemente de forma consecutiva. Cuando dos procesos se realicen frecuentemente seguidos, poner los medios para que los elementos de trabajo puedan llegar desde un área a la siguiente para ser utilizados sin tener que recorrer una larga distancia.
- Emplear disposiciones flexibles que puedan adaptarse a los cambios de flujo de trabajo.
- Si no es posible reemplazar mediante el uso de dispositivos mecánicos la realización de tareas de manipulación manual de cargas, es mejor combinar el levantamiento de cargas pesadas con otras tareas más ligeras. La idea es evitar concentrar las tareas pesadas y desfavorables en unos pocos trabajadores. Combinando las tareas pesadas de levantamiento con tareas más ligeras, se reduce la fatiga, así como el riesgo de lesiones de espalda. Esto ayuda a aumentar el conjunto de la productividad del trabajador. Además, si los trabajadores están formados para realizar tareas múltiples, es mucho más fácil encontrar a un trabajador sustituto en caso de ausencia de otro trabajador por enfermedad o permiso. El alternar tareas es a menudo bastante menos cansado, y así se mejora la motivación y productividad del trabajador.
- Si fuera inevitable el levantamiento de una carga muy pesada de forma manual, intentar que la carga se reparta, haciendo que la lleven conjuntamente dos o más trabajadores.
- Proporcionar pausas suficientes para la recuperación de la fatiga y para una mejor productividad. Las tareas con demandas físicas importantes, como el levantamiento

de cargas pesadas, siempre requieren pausas frecuentes.

A continuación, se presentan una serie de **dispositivos de ayuda a la manipulación** que pueden facilitar las tareas de movimiento de materiales dentro del puesto.

- A un nivel básico, se pueden emplear **sistemas de ayuda no mecanizados** que pueden suponer una ayuda de cara a la elevación y transporte de diferentes formatos de

piezas. Como por ejemplo: transportadores y carros para planchas, rodadores de muebles, transportadores elevadores para cuerpos de muebles, portaplanchas, caballetes, etcétera (Figura 1).



Figura 1. Sistemas de ayuda no mecanizados (Fuente: Kaiser).

- Existen **carros especiales** dotados de sistemas que pueden favorecer el posicionamiento y manipulación de las piezas. Como por ejemplo:
  - **Carros con mesa elevadora.** Se trata de carros que incorporan una mesa elevadora en el propio equipo. Se pueden encontrar diferentes modelos, como el de elevación por pantógrafo, con doble pantógrafo, con fuelle, etc. También se pueden acoplar accesorios como las vías de rodillos, bolas, etc. Combinan la posibilidad de regulación en altura con su portabilidad, eliminando en algunos casos la doble manipulación del material al pasar éste del carro a una mesa elevadora. Además, este tipo de elementos permiten nivelar las alturas durante la carga y descarga, minimizando las posturas incómodas durante el levantamiento.
  - **Carros de transporte de tableros** (Figura 2). Se trata de un tipo de carro que permite el transporte de tableros desde una estantería de almacenaje vertical a una sierra horizontal o vertical, y viceversa. La parrilla puede ser elevada y bajada a diferentes alturas, y tiene integrado un dispositivo de basculación mecánico.
- Las **mesas elevadoras** permiten subir y bajar las cargas situándolas a la altura idónea sin necesidad de esfuerzo manual por parte de trabajador. Facilitando la ubicación de las piezas a la altura de trabajo de la máquina para su alimentación o retirada, y/o su manipulación a una altura adecuada. Existen multitud de modelos de mesas (tipos, tamaños, pesos máximos, etc.), además, también se presentan diferentes opciones de encimera: lisas, con rodillos, con bolas, con plataforma abatible, giratorias, etc. (Figura 3). Además, las mesas elevadoras pueden facilitar el apilado de piezas (Figura 4).



Figura 2. Carro de transporte de tableros (Fuente: Schmalz).



Figura 4. Mesas elevadoras para el apilado (Fuente: Ramarch).

Figura 3. Mesas elevadoras (Fuente: Kaiser Kraft, Ramarch).



- Estudiar la posibilidad de emplear unidades de almacenaje, o **acumuladores**, de las piezas en los puntos de entrada y salida. Estos sistemas evitan desplazamientos, y en el caso de piezas de peso bajo o moderado permiten su manipulación en bloque (Figura 5).



Figura 5. Sistemas de acumulación a la entrada y salida de máquinas (Fuente: Bottene).

- Existen diferentes **sistemas de transporte continuo** en el mercado (vías de rodillos, listones de rodillos, cintas transportadoras, vías de pantógrafo, toboganes, transfer, curvas, etc.) que permiten la alimentación, transporte y retirada de material en la propia máquina o entre máquinas, así como la realimentación de una misma



Figura 6. Sistemas de transporte continuo (Fuentes: Weinig, Renzo borgonovo, Ligmatech).

máquina, adaptándose a las características de la situación concreta. Este tipo de dispositivos reducen las distancias, o incluso eliminan los transportes manuales de materiales. La altura debería ser la apropiada para manipular el elemento de trabajo sin inclinar la parte superior del cuerpo (Figura 6).

- Además, de los sistemas de transporte y manipulación en continuo es posible emplear otro tipo de sistemas como son las grúas y los sistemas de manipulación por vacío. Este tipo de dispositivos eliminan la manipulación manual de cargas, ya que permiten manejar grandes cargas con pequeños esfuerzos. Además, permiten el giro y posicionamiento de los materiales (tableros, cajas de cartón cargadas, muebles montados, etc.) sin que el trabajador tenga que soportar el peso de las piezas. Se suelen montar sobre un pórtico o poste, y presentan la ventaja frente a los sistemas de transporte continuo que liberan el espacio en el área de trabajo, facilitando la movilidad de los trabajadores. En estos sistemas es necesario vigilar que el alcance al material sea adecuado, para evitar las posturas de flexión extrema de los brazos. Existen diferentes modelos en el mercado que se adaptan a diferentes situaciones.



Figura 7. Alimentador (Fuente: Maggi).

- El empuje y la tracción son menos agotadores y más seguros que el levantamiento y depósito de los materiales, especialmente el de los materiales pesados. Analizar el caso y poner los medios para alimentar y retirar horizontalmente los materiales pesados empujándolos o tirando de ellos, en lugar de levantarlos. Emplear alimentadores para manipular las piezas durante su mecanizado en la máquina cuando el tipo de trabajo lo permita (Figura 7).



Figura 8. Dispositivos volteadores (Fuentes: Ramarch, Osama, Biesse).

- Para girar piezas hay también diferentes tipos de **dispositivos de volteo** en el mercado. Estos permiten realizar diferentes tipos de giros (a 90°, 180°, etc.) con diferentes formatos de piezas (chapas, cuerpos de muebles, etc.) Estos puede resultar especialmente útiles en la realimentación de máquinas para su mecanización en varias caras o laterales, así como en la expedición de productos acabados (Figura 8).



Figura 9. Mesa de aire (Fuente: Iriarte).

- Un sistema muy extendido en las máquinas seccionadoras para el movimiento de tableros de gran formato, son los sistemas de **mesas de aire** que permiten una manipulación más fácil de los mismos. Existen fabricantes en el mercado que suministran mesas de aire (Figura 9).



Figura 10. Sistemas de carga-descarga (Fuente: Técnicos Granel, SCM, Biesse, Bottene).

- El grado de automatización de la manipulación de materiales puede ser tal que se elimine por completo la manipulación manual, de tal manera que las instalaciones para formar y transportar los materiales y productos sean automáticas. Es el caso de los **alimentadores-apiladores automáticos de puente y cargadores-descargadores**. Por ejemplo, los **sistemas de carga y descarga automáticos por ventosa** están especialmente indicados en la manipulación de piezas grandes (Figura 10). Este tipo de soluciones, aunque resultan desde un punto de vista ergonómico muy ventajosas, no siempre son viables.
- **Cargadores y descargadores de listones**. Existen dispositivos proyectados específicamente para la manipulación automática de varillas y listones mediante el uso de carros especiales para el almacenamiento, que permiten cargar y descargar en modo automático las piezas trabajadas por la máquina (Figura 11).



Figura 11. Apiladora y desapiladora de listones y varillas (Fuente: Renzo Borgonovo).

Por último, señalar que se pueden encontrar en el mercado una gran variedad de **dispositivos de ayuda a la manipulación** e incluso es posible el **desarrollo de soluciones a medida** en función de las necesidades específicas de la empresa.

## Almacenamiento de materiales y piezas

En lo que respecta al almacenamiento de materiales, se recomienda:

- Proporcionar estanterías en las proximidades del área de trabajo para evitar que los materiales se depositen en el suelo o en las vías de circulación. Hay que procurar que el lugar de trabajo esté despejado, suficientemente iluminado y no resbale.
- Cuando tengan que moverse muchos objetos pequeños (herramientas, herrajes, tornillería, etc.), proporcionar el espacio adecuado para cada objeto, de forma que todos los objetos puedan colocarse ordenadamente en carros auxiliares, estanterías rodantes, o similar (Figura 12).



Figura 12. Carros y estanterías rodantes (Fuente: Kaiser Kraft).



Figura 13. Sistemas de almacenaje  
(Fuente: SITI di Basso).

- Proporcionar contenedores para los desechos en el espacio de trabajo, estos ayudan a mantener el orden y limpieza y eviten accidentes.
- Cuando se usen muchos carros auxiliares similares, es conveniente normalizarlos. De igual modo, cuando se usen muchos pallets o contenedores para los objetos de trabajo, normalícelos también de forma que puedan colocarse fácilmente en un carro auxiliar o en una carretilla.
- Se debe llevar a cabo un correcto mantenimiento de las ruedas o rodillos porque hace más fácil el empuje y la tracción.
- Habitualmente hay un gran número de objetos que necesitan ser transportados a otros puestos de trabajo o a las áreas de almacenamiento. Si los objetos se colocan en carros auxiliares y estos son llevados hasta el siguiente lugar, se pueden evitar muchos viajes innecesarios.
- Al objeto de optimizar el movimiento de materiales y productos ya acabados y ensamblados, plantear la posibilidad de implantar almacenes motorizados con rodillos o cintas (Figura 13).

## Dispositivos de protección

En general, todos los dispositivos de protección y sistemas de ayuda al trabajo deben reunir una serie de condiciones que favorezcan su uso y garanticen la seguridad del trabajador:

- Se tienen que montar y ajustar de forma fácil y rápida (preferiblemente sin necesidad de herramientas).
- No deben requerir esfuerzo.
- Han de garantizar, siempre que sea posible, una buena visión del trabajo que se realiza.
- Facilitar los cambios de herramienta, por ejemplo permitiendo ser abatidos o retirados de forma rápida.
- Y por supuesto, deben ser sólidos y garantizar su función.

Existe multitud de accesorios (soportes, caballetes, patines, prensas, rodillos, etc.) que han sido diseñadas para facilitar la ejecución de operaciones concretas sobre piezas, siempre teniendo en cuenta como premisa fundamental la seguridad del trabajador.

Como se ha visto en la fichas anteriores también se han desarrollado muchos tipos de accesorios y dispositivos, no solo destinados al incremento de la seguridad en estas máquinas, sino también a facilitar cierto tipo de trabajos en las mismas.

# Bibliografía

En la elaboración de los contenidos de este **Manual** se han consultado publicaciones, estadísticas, normativa y legislación vigente. En este apartado se recogen todas éstas referencias.

## Publicaciones de referencia y consulta

- AIDIMA; AIMME; Unión de Mutuas (2005) *Manual de autodiagnóstico SEGURMAD. Seguridad para máquinas del sector de transformados de madera*. Instituto Tecnológico del Mueble y Afines (AIDIMA), Instituto Tecnológico Metal-Mecánico (AFEMMA), Unión de Mutuas. Valencia.
- AIDIMA; AFEMMA; Unión de Mutuas (1995) *Manual de prevención. Seguridad en la cepilladora. Estudio sobre dispositivos de protección*. Instituto Tecnológico del Mueble y Afines (AIDIMA), Asociación de Fabricantes Españoles de Maquinaria, Equipos y Productos para La Madera (AFEMMA), Unión de Mutuas. Valencia.
- AIDIMA; AFEMMA; Unión de Mutuas (1993) *Manual de prevención. Seguridad en la tupí. Estudio sobre dispositivos de protección*. Instituto Tecnológico del Mueble y Afines (AIDIMA), Asociación de Fabricantes Españoles de Maquinaria, Equipos y Productos para La Madera (AFEMMA), Unión de Mutuas. Valencia.
- De Ibarra, J.(1994) *Seguridad en máquinas para la madera*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria.
- Eastman Kodak Company (1983) *Ergonomics design for people at work*, Vol.1. Eastman Kodak Company. New York.
- INSHT (1998) *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), Madrid.
- Mital, A; Karwowski, W.(1991) *Workspace, equipment and tool design*. Elsevier Science. Amsterdam.
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (MTAS) (2008) *Anuario de Estadísticas Laborales y de Asuntos Sociales 2007*. Datos de condiciones de trabajo y relaciones laborales. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Centro de Publicaciones.
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (MTAS) (2007) *VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), Madrid.
- Oficina Internacional del Trabajo (OIT) (2000) *Lista de comprobación ergonómica*. Editado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid.

- Unión de Mutuas (1996) *Guía práctica para la implantación de un sistema de gestión de riesgos laborales*. Sector Madera. Unión de Mutuas. Valencia.

### **Legislación y normativa de referencia y consulta**

- REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, 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.
- REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo.
- UNE EN 547-1:1997. Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 1: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para el paso de todo el cuerpo en las máquinas.
- UNE EN 547-1:1997+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 1: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para el paso de todo el cuerpo en las máquinas.
- UNE EN 547-2:1997. Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 2: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para las aberturas de acceso.
- UNE EN 547-2:1997+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 2: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para las aberturas de acceso.
- UNE EN 547-3:1997. Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 3: Datos antropométricos.
- UNE EN 547-3:1997+A1:2008. Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 3: Datos antropométricos.
- UNE EN 614-1:2006. Seguridad de las máquinas: principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.
- UNE-EN 614-1:2006+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales
- UNE EN 614-2:2001. Seguridad de las máquinas: principios de diseño ergonómico. Parte 2: Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo.
- UNE EN 614-2:2001+A1:2008. Seguridad de las máquinas: principios de diseño ergonómico. Parte 2: Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo.
- UNE-EN 848-1:2008. Seguridad de las máquinas para trabajar la madera. Fresadoras de una cara, con herramienta rotativa. Parte 1: Tupés de un solo husillo vertical.
- UNE EN 894-2:1997. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: Dispositivos de información.
- UNE-EN 894-2:1997+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: Dispositivos de información.
- UNE EN 894-3:2001. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 3: Mandos.

- UNE-EN 894-3:2001+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 3: Mandos.
- UNE-EN 981:1997. Seguridad de las máquinas. Sistemas de señales de peligro y de información auditivas y visuales.
- UNE-EN 981:1997+A1:2008. Seguridad de las máquinas. Sistemas de señales de peligro y de información auditivas y visuales.
- UNE EN 1005-1:2002. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 1: Términos y definiciones.
- UNE-EN 1005-1:2002+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 1: Términos y definiciones.
- UNE EN 1005-2:2004. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 2: Manejo de máquinas y de sus partes componentes.
- UNE-EN 1005-2:2004+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 2: Manejo de máquinas y de sus partes componentes.
- UNE EN 1005-3:2004. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas.
- UNE-EN 1005-3:2002+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas.
- UNE EN 1005-4:2005. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 4: Evaluación de las posturas y movimiento de trabajo en relación a las máquinas.
- UNE-EN 1005-4:2005+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 4: Evaluación de las posturas y movimientos de trabajo en relación con las máquinas.
- UNE-EN ISO 6682:1995. Maquinaria para movimiento de tierras. Zonas de comodidad y accesibilidad a los mandos.
- UNE-EN ISO 6682:2008. Maquinaria para movimiento de tierras. Zonas de comodidad y de accesibilidad a los mandos. (ISO 6682:1986, incluyendo Amd 1:1989)
- UNE-EN ISO 9241-8:1998. Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantalla de visualización de datos (PDV). Parte 8: Requisitos para los colores representados.
- UNE-EN ISO 13850:2008. Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño. (ISO 13850:2006)
- UNE EN ISO 14738:2003. Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas.
- UNE-EN ISO 14738:2003/AC:2005. Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas. (ISO 14738:2002)



## Listado de figuras – Fichas Madera

### Cepilladora

- Figura 1. Altura de trabajo (Fuente: IBV)
- Figura 2. Hueco para los pies (Fuente: IBV)
- Figura 3. Cepilladora con árbol de canteado incorporado (Fuente: NTP 91)
- Figura 4. Superficies especiales (Fuente: Panhans)
- Figura 5. Prolongaciones de mesas (Fuente: Aigner)
- Figura 6. Rodillos prensos (Fuente: Weinig)
- Figura 7. Sistema planeado (Fuente: Weinig)
- Figura 8. Alimentador (Fuente: Weinig)
- Figura 9. Enlace dos máquinas-procesos (Fuente: Panhans)
- Figura 10. Distintas localizaciones de los mandos (Fuente: SCM, Panhans)
- Figura 11. Regulación electrónica del grosor de arranque (Fuente: Panhans)
- Figura 12. Lámpara para evitar el efecto estroboscópico (Fuente: Weinig)
- Figura 13. Cepillado fácil y seguro con el tope auxiliar. (Fuente: Aigner)
- Figura 14. Empujador Quickly (Fuente: Aigner)
- Figura 15. Guía auxiliar para piezas estrechas, y canteado de piezas (Fuente: Panhans)
- Figura 16. Sistema de apertura de las mesas neumático (Fuente: Griggio)

### Chapadora

- Figura 1. Prolongaciones de mesa (Fuente: Aigner)
- Figura 2. Sistemas de retorno de piezas (Fuentes: Euromak Yecla, Maquinaria La Fonteta)
- Figura 3. Conexión en U de chapadoras (Fuente: Maquinaria La Fonteta)
- Figura 4. Localización de los mandos en las chapadoras (Fuentes: Cehisa, Egurko)

### Copiadora de talla

- Figura 1. Torno copiadore con carga vertical de las piezas (Fuente: Bacci)
- Figura 2. Operación del palpador (Fuente: Empresas colaboradoras en el estudio de campo)
- Figura 3. Accesorios para la fijación de piezas en la copiadore de talla (Fuente: Andreoni)
- Figura 4. Mandos ubicados en el propio cuerpo del palpador (Fuente: Empresa colaboradora en el estudio de campo)
- Figura 5. Copiadore de piezas simétricas (Fuente: Andreoni)

### Encoladora

- Figura 1. Espacios mínimos recomendados para empujar y tirar de piezas en una máquina
- Figura 2. Ayudas para la manipulación de materiales (Fuente: Kaiser-Kraft)
- Figura 3. Mesas formadoras de paneles (Fuente: Barberán)
- Figura 4. Combinación de máquinas y operaciones (Fuente: Barberán)
- Figura 5. Encoladoras dotadas de rodillos (Fuente: Osama)

### **Escuadradora**

- Figura 1. Posiciones de trabajo en la escuadradora (Fuente: Altendorf)
- Figura 2. Extensiones de carro y mesa (Fuente: Griggio)
- Figura 3. Interruptores en el carro (Fuentes: Altendorf, Martin, Griggio)
- Figura 4. Prensor y mordazas (Fuentes: Griggio, Martin y Altendorf)
- Figura 5. Sistema de vacío (Fuente: Altendorf)
- Figura 6. Empujador con empuñadura (Fuente: Aigner).
- Figura 7. Escuadradora dotada de carro motorizado y barra de prensado
- Figura 8. Mesa delantera (Fuente: Altendorf)
- Figura 9. De izquierda a derecha: tope-guía con asidero, tope-guía paralelo electromotriz, tope-guía transversal de inglete e de inglete dotado de visualización digital con ajuste de precisión (Fuentes: HACO y Altendorf)
- Figura 10. Diferentes configuraciones de mandos en función de su ubicación (Fuentes: Altendorf, Haco y Griggio)
- Figura 11. Visualización de parámetros (Fuentes: Felder y Altendorf)
- Figura 12. Sistemas rápidos de cambio de disco (Fuentes: Martin y Griggio)
- Figura 13. Rodillo de apoyo (Fuente: Rojek)
- Figura 14. Mesa flotante (Fuente: Aigner)
- Figura 15. Rodillos de apoyo (Fuentes: Martin y Griggio)

### **Espigadora**

- Figura 1. Cargador para la alimentación de piezas en espigadora (Fuente: Bacci)
- Figura 2. Prolongación de mesa y caballete de apoyo (Fuentes: Aigner, Hammer)
- Figura 3. Espigadora doble (Fuente: Bacci)
- Figura 4. Diferentes disposiciones de panel de mandos en la espigadora (Fuentes: SCM, Colombo Angelo, Balestrini)
- Figura 5. Espigadora programable (Fuentes: Balestrini)
- Figura 6. Accesorio para espigar y ranurar en tupí (Fuentes: Felder, Griggio)

### **Guillotina**

- Figura 1. Guillotina CNC (Fuente: Casati Macchine)
- Figura 2. Guillotina de corte transversal (Fuente: Casati Macchine)
- Figura 3. Guillotina dotada de mesas de entrada y salida (Fuente: Casati Macchine)
- Figura 4. Combinación de guillotinas (Fuentes: Casati Macchine, Josting)
- Figura 5. Guillotina dotada de mesa móvil para el ajuste de la distancia de corte (Fuente: Casati Macchine, Josting)
- Figura 6. Ciclo de corte con mesa móvil en guillotina doble (Fuente: Josting)
- Figura 7. Sistema de recogida y triturado de residuos de chapa (Fuente: Casati Macchine)
- Figura 8. Haz luminoso indicador de corte (Fuente: Casati Macchine)

### **Ingletadora**

- Figura 1. Banco auxiliar de trabajo regulable en altura (Fuente: Bosch)
- Figura 2. Prolongaciones de mesa (Fuente: Aigner)

Figura 3. Rodillos de carga y descarga (Fuente: Compa)

Figura 4. Caballetes de apoyo (Fuente: Lombarte)

Figura 5. Palanca de presión (Fuentes: Compa)

Figura 6. Máquina con indicador láser de línea de corte (Fuente: Compa)

Figura 7. Ingletadoras con diferentes tipos de empuñadura (Fuentes: Bosch, Makita)

Figura 8. Ingletadora con parada de emergencia (Fuente: Omga)

Figura 9. Ingletadora dotada de iluminación auxiliar fluorescente (Fuente: Makita)

### **Ingletadora doble**

Figura 1. Pedales (Fuentes: Omga, Berle)

Figura 2. Posicionador automático (Fuentes: Compa, Berle)

Figura 3. Diferentes configuraciones de mandos en función de su ubicación (Fuentes: Omga, Compa, Essepigi)

Figura 4. Display digital (Fuentes: Compa, Omga)

Figura 5. Mesa para piezas pequeñas (Fuente: Berle)

### **Lijadora plato**

Figura 1. Prolongaciones de bancada (Fuentes: Aigner, Felder)

Figura 2. Mesa flotante (Fuentes: Aigner)

Figura 3. Circulo de fresado en la lijadora (Fuentes: Aigner)

Figura 4. Rodillos de guía (Fuentes: Aigner)

Figura 5. Ayudas para el lijado de en ángulo y a escuadra (Fuentes: Felder, Rojek)

Figura 6. Ayuda para el lijado de radios pequeños (Fuente: Felder)

Figura 7. Ayuda para el lijado de radios pequeños (Fuente: Felder)

Figura 8. Localización de los mandos por encima de la lija (Fuente: Volpato)

Figura 9. Lámpara para evitar el efecto estroboscópico (Fuente: Weinig)

Figura 10. Accesibilidad a la lija (Fuente: Rojek)

### **Lijadora de banda**

Figura 1. Postura de trabajo en la máquina (Fuente: Empresa colaboradora en el estudio de campo).

Figura 2. Lijadora de banda con elevación automática (Fuente: Linnerman)

Figura 3. Calibradora-lijadora automática (Fuente: Biesse)

Figura 4. Lijadora de banda acodada. (Fuente: Felder)

Figura 5. Parada de emergencia situada en una posición intermedia de la lijadora (Fuente: Griggio).

### **Mechonadora**

Figura 1. Mechonadora con espacio para los pies (Fuente: Omec)

Figura 2. Mechonadora automática (Fuente: Omec)

Figura 3. Distintas localizaciones de los mandos (Fuentes: Omec)

### **Moldurera**

Figura 1. Rodillo prensor lateral (Fuente: Weinig)

Figura 2. Prolongaciones de mesa para moldureras (Fuente: Aigner)

- Figura 3. Sistema de fijación de los carriles de prolongacion (Fuente: Aigner)
- Figura 4. Alimentación de la moldurera (Fuentes:Linnerman, Weinig)
- Figura 5. Alimentación de la moldurera (Fuentes: Weinig)
- Figura 6. Cargadores y alimentadores verticales (Fuentes: Euromak., Weinig)
- Figura 7. Descarga de las piezas en la moldurera (Fuente: Weinig)
- Figura 8. Sistemas de retorno a la salida y giradores de molduras (Fuente: Euromak, Digarma)
- Figura 9. Control informatizado con interfaz gráfico (Fuente: Weinig)
- Figura 10. Moldurera con 3 localizaciones de la parada de emergencia (Fuente: Weinig)

### **Grapadora-clavadora**

- Figura 1. Caballete (Fuente: Bimaq)
- Figura 2. Posicionador de sofás y mesa de grapado (Fuente: desconocida, Stanley Bostitch)
- Figura 3. Diferentes modelos de grapadoras comerciales (Fuentes: Josef Kihlberg, Apach, Stanley Bostitch, Makita)
- Figura 4. Grapadora diseñada para mejorar la visión (Fuente: Stanley Bostitch)
- Figura 5. Grapadoras con peso inferior a 1.1 kilos (Fuentes: Josef Kihlberg, Apach)
- Figura 6. Accesorios de sujeción y apriete (Fuente: Bessey)
- Figura 6. Prensa de montaje con robot de grapado (Fuentes: Ramarch, Biesse)

### **Prensa de montaje**

- Figura 1. Prensa accesible (Fuente: Ligmatech)
- Figura 2. Prensas automáticas autoregulables (Fuentes: Ramarch, S.I.T.I di Basso)
- Figura 3. Prensas con bandas transportadoras (Fuentes: Ramarch, Italtresse)
- Figura 4. Centro de montaje (Fuente: S.I.T.I di Basso)
- Figura 5. Prensas con robot (Fuentes: Ramarch, Biesse)
- Figura 6. Prensa para cajones (Fuentes: Omec, Siti di Basso)

### **Prensa de platos**

- Figura 1. Mesa de rodillos (Fuente: March)
- Figura 2. Platos dotados con rodillos (Fuente: March)
- Figura 3. Mesa flotante instalada en una prensa de chapado (Fuente: Aigner)
- Figura 4. Mesa de entrada a prensa (Fuente: March)
- Figura 5. Mesa de salida de prensa (Fuente: March)
- Figura 6. Sistemas automáticos de alimentación y retirada de piezas a la prensa (Fuentes: Simimpianti, Colombo R.)
- Figura 7. Verificador de tableros (Fuente: March)

### **Regruesadora**

- Figura 1. Altura de trabajo recomendada (Fuente: IBV)
- Figura 2. Rodillos de apoyo (Fuentes: Felder, Rojek)
- Figura 3. Mesa flotante para regruesadora (Fuentes: Aigner, Felder)
- Figura 4. Mesa elevadora de salida (Fuente: Felder)

Figura 5. Sistemas de retorno de piezas (Fuente: Maquinaria La Fonteta, Empresa participante en el estudio campo)

Figura 6. Mandos inclinados para mejorar la visibilidad (Fuente: Robland)

Figura 7. Visor digital (Fuente: Woodman)

### **Sierra de cinta**

Figura 1. Alturas de trabajo recomendadas (Fuente: IBV)

Figura 2. Regla de corte paralelo (Fuente: Felder)

Figura 3. Prolongaciones de bancada (Fuentes: Aigner, Felder)

Figura 4. Empujador (Fuente: Aigner)

Figura 5. Circulo de fresado y segmentador (Fuentes: Aigner, Felder)

Figura 6. Serrado de una pieza con rodillos de guía (Fuentes: Aigner)

Figura 7. Alimentadores de piezas para sierra de cinta (Fuentes: Agazzani, Griggio, Weinig)

Figura 8. Diferentes configuraciones y ubicación de los mandos (Fuentes: Griggio, Agazzani, Veneta)

Figura 9. Mejora de la visibilidad de los dispositivos de información y mando (Fuentes: Griggio, Meber, Agazzani)

Figura 10. Lámpara para evitar el efecto estroboscópico (Fuente: Weinig)

Figura 11. Sierras copiadoras (Fuente: Veneta)

Figura 12. Centro de trabajo (Fuente: Veneta)

### **Taladro oscilante**

Figura 1. Prolongaciones y mesas flotantes (Fuentes: Aigner y Felder)

Figura 2. Tope angular (Fuente: Felder)

Figura 3. Guía puente para presión horizontal (Fuente: CMC)

Figura 4. Taladros con portabrocas especial (Fuente: Felder).

Figura 5. Guías de retención y mando a distancia (Fuente: Felder).

Figura 6. Taladro oscilante dotado de mesas independientes (Fuente: Balestrini).

Figura 7. Taladro múltiple (Fuente: Balestrini).

Figura 8. Taladro oscilante dotado de panel de control centralizado (Fuente: Linnerman).

Figura 9. Lámpara para evitar el efecto estroboscópico (Fuente: Weinig).

### **Tronzadora**

Figura 1. Tronzadora con detección automática de defectos (Fuente: Weinig)

Figura 2. Manipuladores de tablones (Fuentes: Sermasa-Schmalz, Man Industrias Teixido).

Figura 3. Sistema de medición y alimentación automático (Fuente: RaiMech).

Figura 4. Sistemas de salida (Fuente: RaiMech).

Figura 5. Apiladora (Fuente: Weinig).

Figura 6. Combinación de sierras y sistemas de transporte de material (Fuente: Weinig).

Figura 7. Tronzadora con doble mando manual (Fuente: Weinig).

## Tupí

- Figura 1. Prolongaciones de la bancada (Fuente: Aigner, Rojek).
- Figura 2. Carriles de fijación (Fuente: Aigner).
- Figura 3. Alimentador para tupí (Fuentes: Casadei, Aigner).
- Figura 4. Topes transversales para tupí (Fuente: Aigner).
- Figura 5. Fresado de una pieza en posición vertical (Fuente: Aigner).
- Figura 6. Fresa maestra de círculos y círculo de fresado (Fuente: Aigner).
- Figura 7. Dispositivos de sujeción de la pieza (Fuente: Aigner).
- Figura 8. Ejemplos de aplicación de los dispositivos de sujeción (Fuente: Aigner).
- Figura 9. Empujador (Fuente: Aigner).
- Figura 10. Ejemplos de aplicación de los dispositivos de sujeción (Fuente: Rojek).
- Figura 11. Diferentes configuraciones de mandos en función de su ubicación (Fuentes: Griggio, Martin, Rojek)
- Figura 12. Paneles de mandos con pantallas LCD (Fuentes: SCM, Martin)
- Figura 13. Lámpara para evitar el efecto estroboscópico (Fuente: Weinig).
- Figura 14. Distanciador (Fuente: Aigner).
- Figura 15. Fresado de un tablero vertical con rodillo y patín de presión (Fuente: Aigner).
- Figura 16. Aplanado de una pieza pequeña con patín semicircular (Fuente: Aigner).
- Figura 17. Fresado de un listón con patín oscilante y rodillo cuádruple (Fuente: Aigner).
- Figura 18. Fresado de una tabla fina con rodillos guía (Fuente: Aigner).
- Figura 19. Conducción segura de una pieza curvada en el fresado con el rodillo individual (Fuente: Aigner).
- Figura 20. Fresado de una pieza fina y estrecha en la regla adicional con placas de presión y patín oscilante (Fuente: Aigner).
- Figura 21. Tupí dotada de sistema de reconocimiento de herramienta (Fuente: SCM).
- Figura 22. Distómetro. Medición de un espesor directamente sobre la superficie de trabajo (Fuente: Aigner).
- Figura 23. Medición del borde superior e inferior de la herramienta (tupí) mediante el distómetro (Fuente: Aigner).
- Figura 24. Ajuste de la herramienta a la profundidad de fresado deseada (Fuente: Aigner).
- Figura 25. Inclinación del eje “hacia atrás” (Fuente: Felder).

## Anexo fichas

- Figura 1. Sistemas de ayuda no mecanizados (Fuente: Kaiser)
- Figura 2. Carro de transporte de tableros (Fuente: Schmalz)
- Figura 3. Mesas elevadoras (Fuente: Kaiser Kraft, Ramarch)
- Figura 4. Mesas elevadoras para el apilado (Fuente: Ramarch)
- Figura 5. Sistemas de acumulación a la entrada y salida de máquinas (Fuente: Bottene)
- Figura 6. Sistemas de transporte continuo (Fuentes: Weinig, Renzo borgonovo, Ligmatech)
- Figura 7. Alimentador (Fuente: Maggi).

Figura 8. Dispositivos volteadores (Fuentes: Ramarch, Osama, Biesse)

Figura 9. Mesa de aire (Fuente: Iriarte).

Figura 10. Sistemas de carga-descarga (Fuente: Técnicos Granel, SCM, Biesse, Bottene).

Figura 11. Apiladora y desapiladora de listones y varillas (Fuente: Renzo Borgonovo).

Figura 12. Carros y estanterías rodantes (Fuente: Kaiser Kraft).

Figura 13. Sistemas de almacenaje (Fuente: SITI di Basso).



## Empresas fabricantes de maquinaria y accesorios para el sector

Nota: Los enlaces o direcciones url que se presentan en la tabla son válidos a fecha 27 de julio de 2009.

Agazzani	<a href="http://www.agazzani.it">www.agazzani.it</a>
Aigner	<a href="http://www.martin-usa.com/">http://www.martin-usa.com/</a>
Altendorf	<a href="http://www.altendorf.com">www.altendorf.com</a>
Andreoni	<a href="http://www.andreoni.it">www.andreoni.it</a>
Angelo	<a href="http://www.angelo-cremona.com">www.angelo-cremona.com</a>
Apach	<a href="http://www.apach.com.tw">www.apach.com.tw</a>
Bacci	<a href="http://www.bacci.com">www.bacci.com</a>
Balestrini	<a href="http://www.balestrini.com">www.balestrini.com</a>
Barberán	<a href="http://www.barberan.com">www.barberan.com</a>
Berle	<a href="http://www.berle-maq.com">www.berle-maq.com</a>
Biesse	<a href="http://www.biesse.es">www.biesse.es</a>
Bimaq	<a href="http://www.bimaq.com">www.bimaq.com</a>
Bosch	<a href="http://www.bosch-pt.es/profesional/">www.bosch-pt.es/profesional/</a>
Bottene	<a href="http://www.bottene.it">www.bottene.it</a>
Casadei	<a href="http://www.casadeimacchine.com">www.casadeimacchine.com</a>
Casati Macchine	<a href="http://www.casatimacchine.com">www.casatimacchine.com</a>
Cehisa	<a href="http://www.cehisa.es">www.cehisa.es</a>
CMC	<a href="http://www.cmcwood.com">www.cmcwood.com</a>
Colombo	<a href="http://www.macchinelegnousate.it">www.macchinelegnousate.it</a>
Compa	<a href="http://www.compasaw.com">www.compasaw.com</a>
Digarma	<a href="http://www.digarma.es">www.digarma.es</a>
Egurko	<a href="http://www.egurko.com">www.egurko.com</a>
Essepigi	<a href="http://www.essepigi.com">www.essepigi.com</a>
Euromak Yecla	<a href="http://www.euromakyecla.com">www.euromakyecla.com</a>
Felder	<a href="http://www.felder.es">www.felder.es</a>
Griggio	<a href="http://www.griggio.com">www.griggio.com</a>
HACO	<a href="http://www.hacospain.com">www.hacospain.com</a>
Hammer	<a href="http://www.hammer.es">www.hammer.es</a>
Iriarte	<a href="http://www.tpiriarte.com">www.tpiriarte.com</a>
Italpresse	<a href="http://www.italpresse.com">www.italpresse.com</a>
Josef Kihlberg	<a href="http://www.kihlberg.com">www.kihlberg.com</a>
Josting	<a href="http://www.josting-maschinen.de/eng/">www.josting-maschinen.de/eng/</a>
Kaiser kraft	<a href="http://www.kaiserkraft.es">www.kaiserkraft.es</a>
Ligmatech	<a href="http://www.ligmatech.de">www.ligmatech.de</a>
Linnerman	
Lombarte	<a href="http://www.lombartegroup.com">www.lombartegroup.com</a>
Maggi	<a href="http://www.maggi-engineering.com">www.maggi-engineering.com</a>
Makita	<a href="http://www.makita.co.jp/">www.makita.co.jp/</a> <a href="http://www.makita.es">www.makita.es</a>
Man Industrias Teixido	<a href="http://www.maindustrias.com">www.maindustrias.com</a>
Maquinaria La Fonteta	<a href="http://www.maquinarialafonteta.com">www.maquinarialafonteta.com</a>
March	<a href="http://www.tmmarch.com">www.tmmarch.com</a>
Martin	<a href="http://www.martin.info/">www.martin.info/</a> <a href="http://www.martin-usa.com/">www.martin-usa.com/</a>

## Empresas fabricantes de maquinaria y accesorios para el sector

Meber	<a href="http://www.meber.com">www.meber.com</a>
Omec	<a href="http://www.omec-srl.com">www.omec-srl.com</a>
Onga	<a href="http://www.omgainc.com">www.omgainc.com</a>
Osama	<a href="http://www.osama-tech.it">www.osama-tech.it</a>
Panhans	<a href="http://www.panhans.com">www.panhans.com</a>
RaiMech	<a href="http://www.weinig.com">www.weinig.com</a>
Ramarch	<a href="http://www.ramarch.es">www.ramarch.es</a>
Renzo Borgonovo	<a href="http://www.borgonovo.com">www.borgonovo.com</a>
Robland	<a href="http://www.robland.com">www.robland.com</a>
Rojek	<a href="http://www.rojek.cz">www.rojek.cz</a>
Sermasa-Schmalz	<a href="http://www.schmalz.es">www.schmalz.es</a>
Simimpianti	<a href="http://www.simimpianti.it">www.simimpianti.it</a>
S.I.T.I di Basso	<a href="http://www.sitidibasso.it">www.sitidibasso.it</a>
Stanley Bostitch	<a href="http://www.bostitch.com">www.bostitch.com</a>
SCM group	<a href="http://www.scmgroup.com">www.scmgroup.com</a>
Técnicos Granell	e-mail: <a href="mailto:tecnicosgranell@telefonica.net">tecnicosgranell@telefonica.net</a>
Veneta	<a href="http://www.venetamacchine.com">www.venetamacchine.com</a>
Volpato	<a href="http://www.lasm.it">www.lasm.it</a>
Weinig	<a href="http://www.weinig.com">www.weinig.com</a>
Woodman	<a href="http://www.woodmanmachine.com">www.woodmanmachine.com</a>

