

III AMPLIACIÓN DE LA GUÍA DE GENERACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO CON ENFOQUE DE GÉNERO DE MÁQUINAS- HERRAMIENTAS EN EL SECTOR TEXTIL



Contenido

INTRODUCCIÓN	3
DISEÑO ERGONÓMICO DE MÁQUINAS CON ENFOQUE DE GÉNERO	4
Alturas de utilización y acceso a la máquina	4
Áreas de alcance con los brazos	6
Espacio para las piernas y pies	7
Espacio previsto para el acceso de determinadas partes del cuerpo	8
Aplicación de fuerzas	9
FICHAS	10
Acolchadora	11
Conera	18
Estampación Digital	28
Plegadora	39
Rame	44
Recuperados: Fase de corte	54
Tejedora Circular	60
Tejedora Plana	70
Urdidora	78
REFERENCIAS	91

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a las empresas y personas trabajadoras que han participado en el estudio.

Introducción

El objetivo de esta guía es ayudar a las empresas del sector textil a avanzar en la reducción de los trastornos musculoesqueléticos (TME). Este tipo de trastornos tienen un impacto negativo en la salud de la población trabajadora, disminuyendo su calidad de vida y bienestar, así como la productividad de las empresas, con el consiguiente impacto negativo a nivel económico asociado a errores, accidentes y bajas laborales. Conscientes de ello, desde ATEVAL, se decidió emprender esta acción destinada a dotar de criterios de diseño ergonómico, con enfoque de género, para incorporarlos en los procesos de diseño, selección y/o compra de máquinas y herramientas, con el consiguiente beneficio tanto social, como humano y económico.

Esta guía ha sido concebida con el objeto de ayudar y orientar a todos los agentes implicados en el sector Textil. El presente texto pretende poner a disposición de las empresas del sector Textil, empresas fabricantes de maquinaria para el sector, personal técnico y resto de personal implicado en la prevención de riesgos laborales, un instrumento para la mejora ergonómica de máquinas-herramientas. Destacar que el último fin de esta guía es la protección de las personas usuarias de máquinas y herramientas en el sector, con el objeto de favorecer unas condiciones de trabajo ergonómicas que garanticen la seguridad y salud de las trabajadoras y trabajadores, al mismo tiempo que se mejora la eficiencia de los procesos productivos.

Para poder mejorar las condiciones ergonómicas de trabajo, que garanticen la seguridad y salud de las personas trabajadoras, es fundamental comprender las causas de las deficiencias que pueden darse a nivel ergonómico en las máquinas y equipos, y dar criterios y pautas para prevenirlos.

La guía se compone de una introducción al diseño ergonómico de máquinas y de nueve fichas organizadas por tipo de máquina, tres correspondientes a la primera anualidad (acolchadora, conera y plegadora), tres a la segunda anualidad (telera de foso y cortadora en recuperados, tejedora circular y tejedora plana), y otras tres a la tercera anualidad (estampación digital, rame y urdidora). Estas fichas recogen los principales problemas ergonómicos detectados en el estudio de campo y una serie de propuestas de mejora ergonómica.

La presente guía se enmarca dentro de las acciones TRCOIN/2023/12, TRCOIN/2024/4 y TRCOIN/2025/18, que han sido apoyadas por la Conselleria de Educación, Universidades y Empleo en el marco de las subvenciones en materia de colaboración institucional, a través de acciones sectoriales e intersectoriales mediante programas o actuaciones en materia de prevención de riesgos laborales en la Comunitat Valenciana para los ejercicios 2023 y 2024, y por la Conselleria de Educación, Cultura, Universidades y Empleo en el marco de las subvenciones en materia de colaboración institucional, a través de acciones sectoriales e intersectoriales mediante programas o actuaciones en materia de prevención de riesgos laborales en la Comunitat Valenciana para el ejercicio 2025.

Para la consecución de este objetivo, ATEVAL en colaboración con el Instituto de Biomecánica (IBV), ha llevado a cabo un estudio centrado en máquinas y herramientas, en las que se ha identificado la falta de adecuación a la población femenina desde el punto de vista ergonómico, y se han generado criterios de diseño para mejorarlas y especificaciones para su compra. Los resultados de dicho estudio se plasman en la presente guía.

DISEÑO ERGONÓMICO DE MÁQUINAS CON ENFOQUE DE GÉNERO

El diseño ergonómico aplica una serie de principios que permiten, bajo las condiciones previstas de utilización de una máquina eliminar, o reducir lo más posible, molestias, fatiga y estrés de las personas que la operan. Estos principios ergonómicos hacen referencia a: la adaptación a las diferentes morfologías, la fuerza y resistencia de los/as operadores/as, evitar la necesidad de exigir posturas o movimientos de trabajos exigentes y fuerzas manuales que superen la capacidad de las personas, proporcionar espacio suficiente para los movimientos de las distintas partes del cuerpo, etcétera.

La utilización de datos antropométricos y biomecánicos permite crear puestos de trabajo que se ajustan a las dimensiones, fuerzas y rangos de movimiento del cuerpo humano, que se adaptan de manera efectiva y segura a las capacidades, necesidades y limitaciones de las personas trabajadoras, y que facilitan las tareas y reducen la fatiga, el estrés y el riesgo de lesiones. Sin embargo, es importante destacar que las diferencias antropométricas y biomecánicas entre hombres y mujeres deben considerarse cuidadosamente en el diseño. Algunas de estas diferencias, entre otras, son: las dimensiones de los segmentos corporales, el centro de gravedad, las distribuciones y las proporciones, la capacidad de contracción muscular, las fuerzas, etcétera.

Ignorar estas diferencias puede llevar a una mayor fatiga, estrés y riesgo de lesiones, lo que perjudica tanto la salud de la plantilla como la eficiencia en el lugar de trabajo. Un enfoque ergonómico de género en el diseño de máquinas y herramientas es, por tanto, esencial para garantizar que quienes utilicen las máquinas, independientemente de su género, puedan realizar sus tareas de manera segura y efectiva.

Para lograr un entorno laboral más equitativo y seguro, esta guía de diseño ergonómico con enfoque de género, incluye criterios básicos que buscan asegurar que las máquinas y herramientas sean inclusivas y se adapten a toda la plantilla, independientemente de su sexo. De esta manera, se promueve un ambiente de trabajo en el que todos los empleados pueden desempeñar sus funciones de manera óptima sin preocuparse por las limitaciones impuestas por el equipo o la estación de trabajo.

Estos criterios básicos hacen referencia a:

1. Alturas de utilización y acceso a la máquina.
2. Áreas de alcance para los brazos.
3. Espacio previsto para las piernas y pies.
4. Espacio previsto para el acceso de determinadas partes del cuerpo.
5. Aplicación de fuerzas en máquinas.

Para cada uno de estos aspectos existen criterios ergonómicos, que, si no se tienen en consideración en el diseño o selección, pueden tener problemas asociados.

Alturas de utilización y acceso a la máquina

Para establecer la altura óptima hay que considerar el tipo de tarea que se realice y la estatura de la persona que desarrolla dicha tarea. El objetivo de esta consideración es favorecer una buena postura corporal. Según los requisitos de la tarea que se van a desarrollar se consideran tres tipos:

- **De precisión:** tareas que requieran un elevado nivel de precisión, y un nivel bajo de fuerza.

- **Ligera o media:** tareas con un requerimiento medio de fuerza y precisión, donde se manipulen objetos no muy pesados.
- **De fuerza:** tareas muy pesadas, que impliquen aplicar fuerzas elevadas o mover cargas o piezas pesadas, y que no requieran un elevado nivel de precisión.

Para cada una de ellas, se ofrece una altura de trabajo recomendada que, generalmente, se relaciona con la altura de codo, medida desde el suelo. En la siguiente tabla (Tabla 1) se muestran, esquemáticamente, estas recomendaciones de alturas.

Tipo de tarea	Altura de trabajo recomendada
De precisión	Ligeramente por encima de la altura de los codos
Ligera o media	Ligeramente por debajo de la altura de los codos
De fuerza	Entre la altura de los nudillos y la altura de los codos (la máxima fuerza de levantamiento se puede hacer cuando el objeto está a la altura de los nudillos).

Tabla 1.- Alturas de trabajo recomendadas en función del tipo de tarea.

Cabe tener en cuenta que los hombres son, en general, más altos que las mujeres y, por lo tanto, también la altura del codo será superior. Así, en general, un plano de trabajo o punto de acceso diseñado exclusivamente con dimensiones antropométricas masculinas, sería demasiado alto para las trabajadoras, y un plano de trabajo o punto de acceso diseñado exclusivamente con dimensiones antropométricas femeninas, sería demasiado bajo para los trabajadores. De manera general, las alturas recomendadas para la población femenina y masculina son (Figura 1 y figura 2):

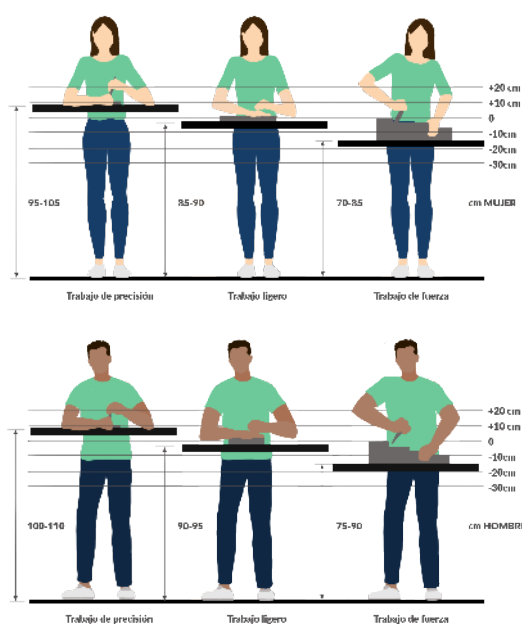


Figura 1. Tareas realizadas en postura de pie.

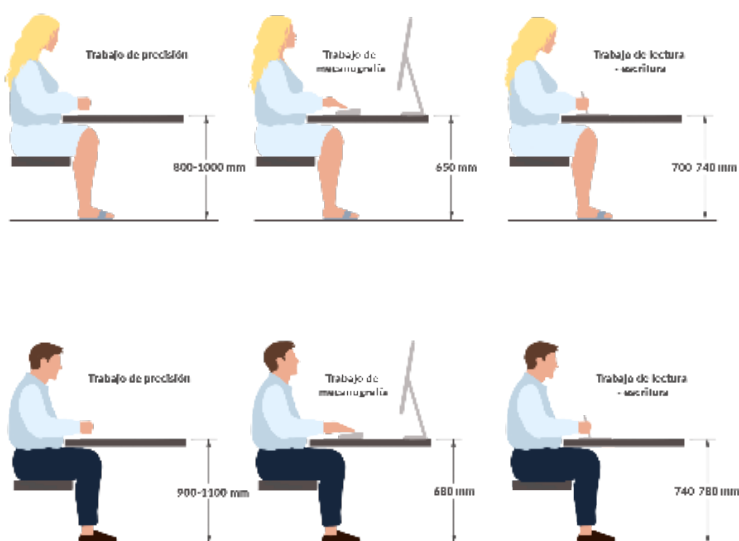


Figura 2. Tareas realizadas en postura sentada.

Áreas de alcance con los brazos

A la hora de establecer el área de alcance con los brazos, es importante tener en cuenta las diferencias entre hombres y mujeres. Las dimensiones corporales como la longitud de brazo, afectan directamente a la capacidad de alcance. De manera general, las dimensiones longitudinales masculinas son mayores que las de las mujeres del mismo grupo, pudiendo representar hasta un 20% de diferencia.

Además de las dimensiones corporales, al considerar el alcance en el plano horizontal, también se debe tener en cuenta la intensidad de uso de los elementos de la máquina a alcanzar. En función de la frecuencia de uso se recomienda:

- Los elementos o partes que van a tener un uso intensivo y/o frecuente deben estar emplazados en el área de alcance principal. Esta área permite el alcance sin tener que extender o flexionar el brazo. De manera general, el radio de alcance principal sería de 356 mm para mujeres (Figura 3) y 394 mm para hombres (Figura 4), ubicando los elementos con un uso más intensivo tan cerca y al frente como sea posible.
- Los elementos con un uso más ocasional pueden ubicarse en el área de alcance máximo. Esta área permite el alcance sin tener que flexionar el tronco o moverse, pero sí flexionar el brazo. El radio de alcance máximo es de 597 mm para mujeres (Figura 3) y 673 mm para hombres (Figura 4).

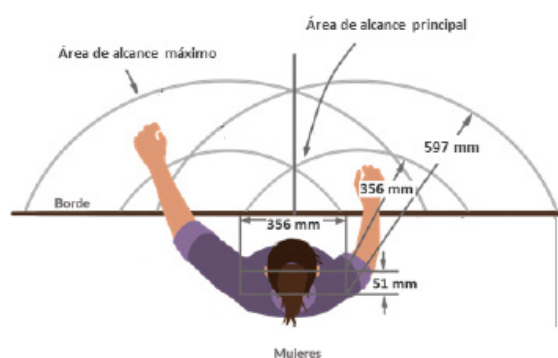


Figura 3. Áreas de alcance población femenina.

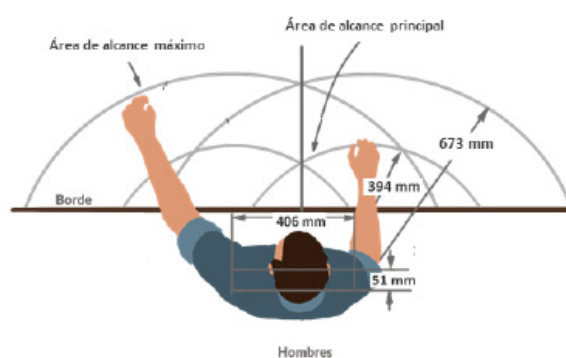


Figura 4. Áreas de alcance población masculina.

En el caso del alcance en el plano vertical, el alcance máximo tanto de pie como en postura sentada, se calcula también considerando a las personas de menor tamaño, para que aquello ubicado a esta distancia pueda ser alcanzado por la gran mayoría de la población laboral (masculina y femenina), evitando la inclinación de tronco o desplazamientos. Lo recomendable es que aquellos objetos de uso más frecuente se ubiquen lo más cerca de la persona trabajadora. Respecto a la altura máxima que debe tener un estante, no debe superar los 1400-1500 mm para las mujeres (Figura 5) o los 1500-1600 mm para hombres (Figura 6).

A continuación, de manera general, se muestran las áreas de alcance con los brazos para la población femenina y masculina.

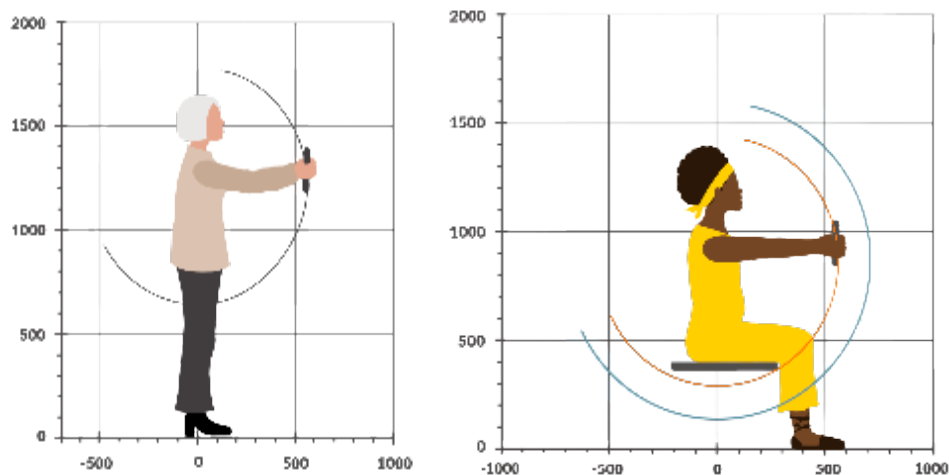


Figura 5. Áreas de alcance de pie y sentada, población femenina.

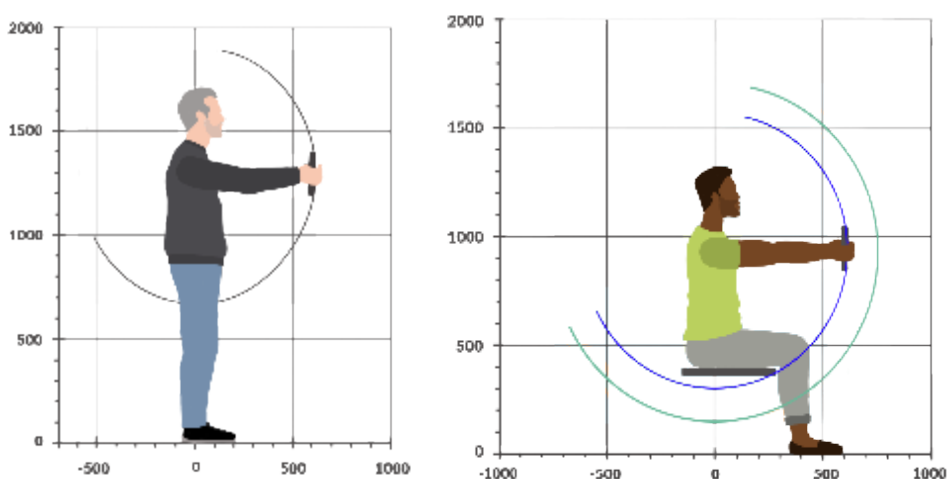


Figura 6. Áreas de alcance de pie y sentado, población masculina.

Espacio para las piernas y pies

A la hora de definir el espacio necesario para las piernas y los pies, conviene saber que se trata de una holgura y, por lo tanto, se deben considerar las dimensiones corporales de las personas trabajadoras de los percentiles más altos (generalmente en diseño se utiliza el P95 masculino en estos casos), ya que, si el espacio es suficiente para aquellas personas de mayores dimensiones, también lo será para aquellas personas con menores dimensiones. A continuación, de manera general, se muestran las dimensiones mínimas recomendadas para los espacios para pies y piernas en máquinas.

Espacio libre para los pies de pie: Los requisitos mínimos de espacio para los pies recogidos en normativa de maquinaria son (Figura 7):

- Profundidad de espacio para los pies: 210 mm
- Altura del espacio para los pies 230 mm

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

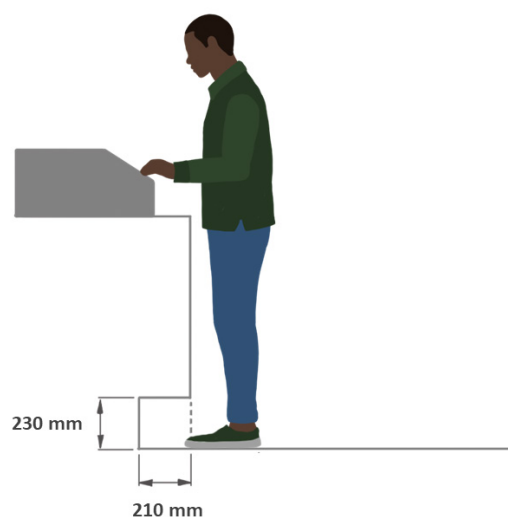


Figura 7. Espacio libre para los pies de pie.

Espacio libre para las piernas en posición sentada: El hueco recomendado para albergar las piernas cuando se trabaja en posición sentada frente a una máquina, debería tener las siguientes dimensiones (Figura 8):

- Altura: 720 mm
- Anchura: 790 mm
- Profundidad: 550 mm (a la altura de la rodilla) y 880 mm (para las piernas y pies)

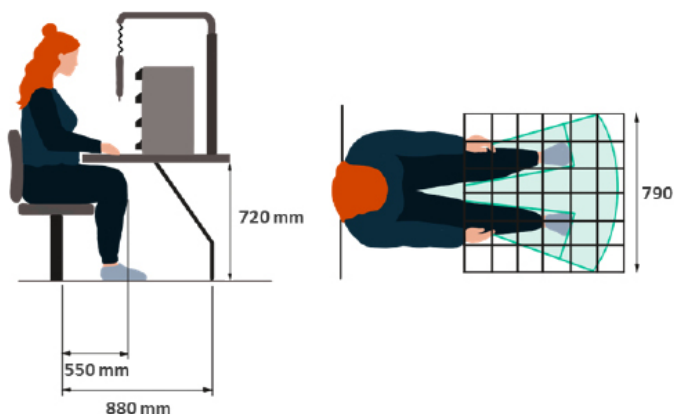


Figura 8. Espacio libre para las piernas sentada.

Espacio previsto para el acceso de determinadas partes del cuerpo

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. Al tratarse de una holgura, se deben considerar las dimensiones antropométricas mayores. En la siguiente tabla (Tabla 2) se recogen algunas de las dimensiones límite recomendadas en norma para aberturas de acceso.

Tipo de abertura de acceso	Dimensión límite recomendada (cm)
Para ambos brazos (hacia delante y hacia abajo) Dimensiones consideradas: distancia entre codos, grueso del brazo y alcance del brazo.	
Para ambos antebrazos (hacia delante y hacia abajo) Dimensiones consideradas: grueso y alcance del antebrazo, diámetro de los dos antebrazos.	
Para un antebrazo hasta el codo Dimensiones consideradas: anchura de la mano y alcance del antebrazo	
Para el puño Dimensión considerada: diámetro del puño.	
Para la mano plana hasta la muñeca Dimensiones consideradas: anchura, espesor y longitud de la mano	

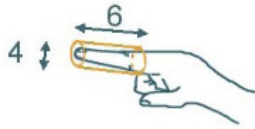
Tipo de abertura de acceso	Dimensión límite recomendada (cm)
Para el dedo índice Dimensiones consideradas: anchura y longitud del índice	

Tabla 2.- Dimensiones límite recomendadas para aberturas de acceso para miembro superior (en cm).

Para establecer las dimensiones límite recomendadas, además, se ha de tener en cuenta el uso de calzado y ropa de trabajo, así como el espacio para el movimiento del cuerpo.

Aplicación de fuerzas

El sexo afecta a la fuerza máxima que una persona puede ejercer y, por lo tanto, se debe tener en cuenta en el diseño y/o selección de máquinas. En la normativa de referencia (UNE EN 1005-3) se dan valores límites de fuerzas para la población laboral adulta europea. Sin embargo, dichos límites de fuerza recomendados, que se dan para diversos tipos de acciones, tienen que ser corregidos y minorados en función de la velocidad, frecuencia y duración de la acción de aplicar fuerza. Los límites de fuerza establecidos mediante el procedimiento propuesto en esta norma permiten reducir los riesgos para, al menos, el 85% de la población de usuarios potenciales. La misma norma UNE EN 1005-3, además, ofrece otras alternativas para calcular la fuerza máxima de manera más específica, en el caso de que la población objetivo (es decir, quien aplique la fuerza) sea más homogénea, y se conozcan las proporciones respecto al sexo y la edad. El fabricante debería tener en cuenta que la evaluación de la fuerza que se presenta en esta norma puede utilizarse también como una guía para la elaboración de las instrucciones de empleo de las máquinas.

En lo que respecta a los mandos y controles, existen también valores límite de fuerza recomendados, donde se establecen por ejemplo que, en un accionamiento por contacto, no se sobrepase 1 kg de fuerza si es con un dedo, o 2 kg si es con la mano. Los valores recogidos en la norma EN 894-3 son valores que se basan en optimizar la fuerza para facilitar el accionamiento, y tienen en cuenta los requisitos derivados del uso frecuente o continuo. Cuando se considera necesario evitar accionamientos involuntarios, es conveniente que la fuerza no sea inferior a 0,5 kg. Los mandos pueden usarse, en algunas circunstancias para mover partes de una máquina, y se necesitan ciertas fuerzas para moverlos. Algunos diseños de máquinas permiten una ayuda o asistencia mecánica o eléctrica para disminuir el esfuerzo de la persona cuando actúa dichos mandos. Si esto no es posible, la magnitud de la fuerza requerida deberá de determinarse y evaluarse.

FICHAS

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

Las fichas pueden ser utilizadas por el personal 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 ayudar a las personas responsables de compras a determinar qué requerimientos ergonómicos deben cumplir las máquinas.

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:

- Acolchadora
- Conera
- Estampación digital
- Plegadora
- Rame
- Recuperados: Fase de corte
- Tejedora Circular
- Tejedora Plana
- Urdidora

Acolchadora

FUNCIÓN Y UTILIZACIÓN:

Las acolchadoras son máquinas de costura para la unión de varias capas de diferentes productos, habitualmente tejido y guata. La tela suele llegar en formato de rollos a la máquina, mientras que la guata o relleno puede venir en diferentes formatos y materiales. En cuanto a tipologías de acolchadoras con agujas, existen acolchadoras de un cabezal, de doble cabezal y multiagujas; también existen máquinas acolchadoras sin aguja ni hilo de costura.

Las tareas principales desarrolladas en la máquina son:

- Programación y configuración según las especificaciones requeridas para el tipo de producto a fabricar (patrón de acolchado, ajuste de la velocidad, etc.).
- Preparación de la máquina: incluye la carga del material de relleno, la colocación de los rollos de tela superior e inferior, la colocación o retirada de agujas y canillas (en caso de máquina que las utilice).
- Accionamiento de la máquina.
- Control de calidad: supervisar el proceso para garantizar la calidad del producto final. Esto incluye la detección y resolución de problemas como roturas de hilo (generalmente las máquinas incorporan sensores que detectan roturas de hilo y se detienen en dicho caso), desalineación de las capas de tela o problemas de tensión.
- Mantenimiento y limpieza preventivos.

PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En el estudio de campo se han detectado una serie de deficiencias desde el punto de vista ergonómico. Estas deficiencias están relacionadas con:

- Alturas de acceso y utilización de la máquina.
- Áreas de alcance y espacio previsto para los brazos.
- Espacio previsto para los pies.
- Espacio previsto para el acceso de partes del cuerpo.
- Esfuerzo físico.

ALTURAS DE ACCESO Y UTILIZACIÓN DE LAS ACOLCHADORAS:

La altura de trabajo o acceso a la máquina condiciona la postura que adopta quien realiza dicho trabajo. Cuando la altura no es correcta, puede llevar asociados una serie de problemas ergonómicos, como son: la adopción de posturas inadecuadas de espalda, cuello, brazos, mala visión, etc. Si el punto de acceso a la máquina se encuentra muy alto, se generarán tensiones y esfuerzos excesivos en los hombros al

elevant los brazos constantemente, lo cual también dificultará la ejecución de la tarea y aumentará el riesgo de lesiones en esta zona del cuerpo.

En las acolchadoras se han detectado alturas demasiado elevadas asociadas a la reposición y alimentación de hilo, siendo necesario, incluso, subir a partes de la máquina (Figura 9).



Figura 9. Altura de acceso demasiado elevada (Fuente: estudio de campo).

En cambio, cuanto más baja es la altura de acceso, más debe inclinarse la espalda hacia delante, volviéndose la tarea más penosa, y dificultándose la ejecución de la misma. Se ha detectado alturas de acceso bajas, en las acolchadoras, durante la retirada y alimentación de los rollos de tela, el cosido (empalme de dos rollos), el paso de la tela por debajo de la plataforma o pasarela (Figura 10).



Figura 10. Alturas de acceso bajas (Fuente: estudio de campo).

ÁREAS DE ALCANCE:

Se deben poder alcanzar todos los elementos de la máquina con los que interactúa la persona trabajadora, sin adoptar posturas forzadas de brazos o tronco (estiramiento del brazo, inclinación o giro del tronco, flexión del brazo, etc). En las acolchadoras se han detectado alcances alejados, o en profundidad, en algún modelo de máquinas durante el cambio de agujas y durante la introducción o acompañamiento de la tela (Figura 11).



Figura 11. Alcances alejados (Fuente: estudio de campo).

ESPACIO PREVISTO PARA LOS PIES:

No disponer de suficiente hueco para pies y piernas dificulta el acercamiento de la persona trabajadora al punto de trabajo, lo cual puede dar lugar a la necesidad de flexionar tronco y brazos para acercarse a la máquina. Se han detectado pasarelas de trabajo frente las agujas que pueden llegar a dificultar el acercamiento por su diseño (Figura 12).



Figura 12. Espacio para los pies (Fuente: estudio de campo).

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Durante la alimentación de hilo, así como durante el cambio de agujas la propia estructura de la máquina puede llegar a dificultar el acceso con las manos a ciertos puntos (Figura 13).

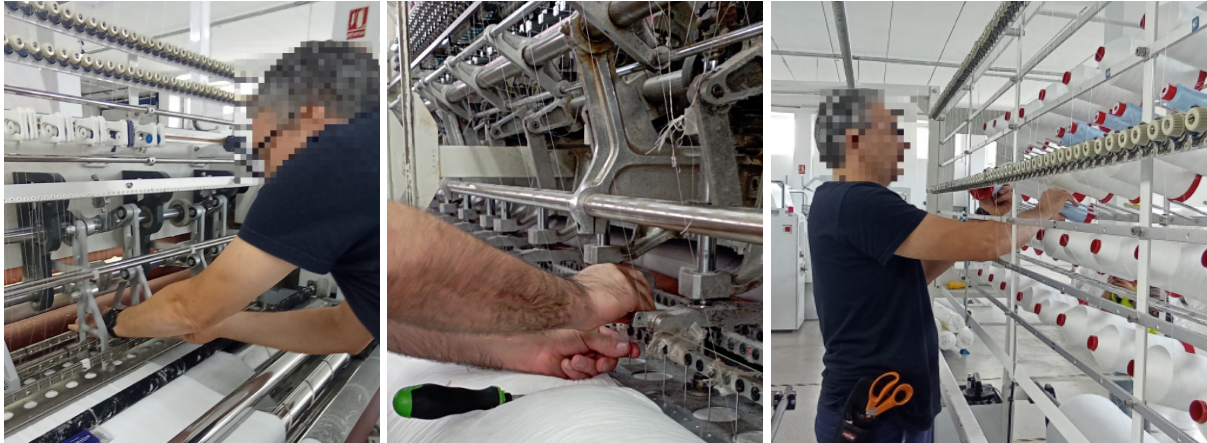


Figura 13. Espacio para las manos y brazos (Fuente: estudio de campo).

ESFUERZO FÍSICO:

En las acolchadoras se da manipulación manual de cargas durante el abastecimiento de las telas y rellenos, si bien es cierto que estos levantamientos siempre se realizan en equipo (dos personas) si se hacen de forma manual (Figura 14). Dependiendo del peso manipulado y de las condiciones de manipulación (alturas, profundidades de manejo, frecuencias de levantamiento, etc.) podría existir riesgo dorsolumbar.



Figura 14. Manipulación manual de rollos (Fuente: estudio de campo).

PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

A continuación, se recogen una serie de medidas y propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en este tipo de máquinas.

ALTURAS DE ACCESO Y UTILIZACIÓN DE LAS ACOLCHADORAS:

Durante el trabajo en la acolchadora se tiene que acceder a diferentes puntos a distintas alturas, en función de la tarea a realizar (alimentación y retirada de rollos de tela, programación y control, cambio de agujas/canillas, etc.).

- Carga y descarga:** En relación a la alimentación y retirada de los rollos de tela y guata, las alturas de acceso varían en función del tipo, modelo y marca comercial de la máquina; no existe una altura estándar. Desde el punto de vista ergonómico, esta altura debería ser diferente en función del tipo (tamaño y peso) de la pieza a cargar facilitando el manejo, siempre y cuando la pieza no supere el peso máximo recomendado. Este peso máximo, varía también en función de la edad y sexo de quien realiza la manipulación, siendo 20 kg en el caso de mujeres entre 20 y 45 años, 15 para mujeres menores de 20 y mayores de 45 años (Figura 15), 25 kg en el caso de hombres de entre 20 y 45 años y 20 kg en el caso de hombres menores de 20 y mayores de 45 años). En este caso, cuando se tiene que trabajar con piezas de gran tamaño y peso, se tiene que recurrir a la ayuda de equipos mecánicos para la manipulación, carretillas, o dispositivos de elevación para lo cual el diseño de los soportes en la máquina debe garantizar que son accesibles desde la zona de trabajo. No obstante, en ocasiones el trabajador tiene que cargar y descargar las piezas manualmente, siendo la altura de la bancada un factor clave para evitar posibles lesiones del tipo musculoesquelético.
- Hilos:** Se recomienda que la alimentación de los conos de hilo no sobrepase la altura de hombros, y que se realice a una altura comprendida entre la altura de los codos y la de los hombros. Algunos modelos de acolchadoras tienen las filetas para hilos en la parte posterior (Figura 16) en lugar de sobre la zona de cosido, lo cual facilita su acceso.
- Mandos:** Se recomienda que el panel de mandos sea regulable en altura, de manera que el trabajador pueda ajustárselo a la altura y posición que le resulte más cómoda. Si los mandos son fijos estos deberían de estar situados a una altura comprendida entre la altura de los codos y la de los hombros.

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. En función de los requisitos de la tarea:

- Para tareas con requerimientos medios de fuerza y precisión, donde se manipulen objetos no muy pesados, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por debajo de los codos.
- Para tareas que requieran un elevado nivel de precisión, y un nivel bajo de fuerza, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por encima de los codos.

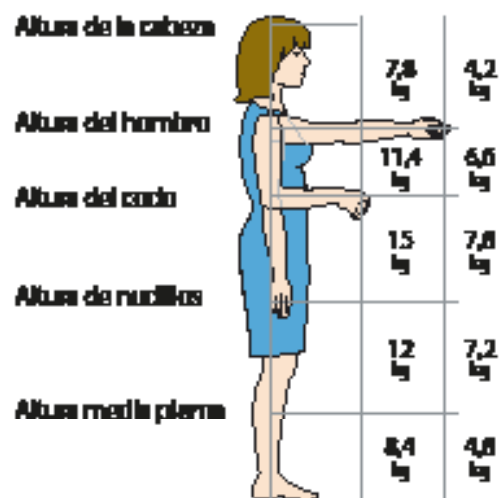


Figura 15. Peso teórico máximo de manipulación en función de la zona de manipulación para mujeres de menos de 20 y más de 45 años.



Figura 16. Alimentación de hilos (Fuente: estudio de campo).

- Y para tareas que impliquen aplicar fuerzas elevadas o mover cargas o piezas pesadas, y que no requieran un elevado nivel de precisión, se recomienda una altura de trabajo entre la altura de los nudillos y la altura de los codos (la máxima fuerza de levantamiento se puede hacer cuando el objeto está a la altura de los nudillos).

En la figura 1 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse las alturas de trabajo recomendadas en función del sexo y del tipo de tarea.

Un aspecto importante a considerar es la automatización de la máquina; a mayor grado de automatización, menor puede ser la necesidad de acceso del trabajador a la misma. Por ejemplo, mediante la automatización del proceso de carga y la alimentación (pasaje) de materiales automática hasta línea de cabezales.

ÁREAS DE ALCANCE:

La profundidad a la que se encuentran las agujas debe garantizar el acceso a las trabajadoras, al igual que ocurre con las canillas donde el sistema de extracción implementado en algunos modelos, sí permite un acceso fácil. Esto se debe a que para los alcances se deben considerar las dimensiones corporales de las personas de los percentiles más bajos (generalmente se utiliza el P5 femenino), ya que, si el espacio es suficiente para aquellas personas de menores dimensiones, también lo será para aquellas personas con mayores dimensiones. Esta profundidad no debería superar los 597 mm si queremos que las trabajadoras puedan acceder. En la figura 3 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse los alcances máximos para la población femenina en función de la intensidad de uso de los elementos.

ESPACIO PREVISTO PARA LOS PIES:

Se recomienda favorecer el acercamiento 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

Muchas de las máquinas existentes en el mercado ya incorporan esta característica (Figura 17), por lo que a la hora de escoger una nueva máquina se debería tener en cuenta que se cumple este aspecto.



Figura 17. Pasarela sin limitación para los pies (Fuente: estudio de campo).

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Cuando se tenga que acceder a ciertas partes de la máquina, se debe garantizar que existe el espacio suficiente para que la persona que la atiende 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 deben favorecer también la movilidad de los mismos. La normativa establece unas dimensiones de referencia basadas en dimensiones corporales de la población europea (Tabla 2 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género”).

Otra alternativa, sino se puede garantizar ese espacio es diseñar para que se puedan extraer o abrir ciertas partes de la máquina. Por ejemplo, como en el caso de las canillas (Figura 18).

ESFUERZO FÍSICO:

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 Manipulación Manual de Cargas 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, mesas auxiliares, apoyos de rodillos, etc.). Aunque algunos de estos elementos no eliminan la manipulación totalmente, consiguen reducirla. Si bien los medios técnicos auxiliares pueden disminuir los riesgos de lesiones musculoesqueléticas, 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 el caso de la carga de las acolchadoras se han identificado medidas como el empleo de medios mecánicos auxiliares, como carretillas (Figura 19).



Figura 18. Extracción de la canilla
(Fuente: estudio de campo).



Figura 19. Empleo de medios mecánicos para la alimentación de rollos (Fuente: estudio de campo).

Otras soluciones existentes en el mercado y que pueden reducir el esfuerzo manual son:

Módulo apilador. Los sistemas de apilado al final de la línea, permiten organizar las piezas en pilas sobre plataformas móviles de forma automática (Figura 20). Este tipo de módulo, además de suponer una ventaja en el propio proceso de acolchado, también puede favorecer la conexión con el siguiente proceso (confección, ribeteado, etc.) evitando manipulaciones o almacenamientos intermedios, dando continuidad al proceso. En estos casos se puede también integrar un módulo de desapilado para la entrega del producto al siguiente proceso.



Figura 20. Módulo apiladora
a la salida de la acolchadora
(Fuente: estudio de campo).

Conera

FUNCIÓN Y UTILIZACIÓN:

Las coneras, también conocidas como enconadoras o bobinadoras, son máquinas que reciben bobinas (o conos) de hilo provenientes de hilados, con la finalidad de unirlos y formar paquetes de hilo con mayor diámetro o mejorar la calidad del hilo en caso de bobinas defectuosas. Es habitual que una misma persona se encargue de atender varias de estas máquinas de manera simultánea.

Las tareas principales desarrolladas en la máquina son:

- Ajuste de los parámetros de la máquina según las especificaciones requeridas para el producto final (velocidad de bobinado, tensión del hilo, número de vueltas, etc.).
- Preparación de la máquina para el proceso de bobinado mediante la carga de conos vacíos, carretes o bobinas a formar, y la carga del material (hilos o cuerdas) que se utilizarán en el proceso.
- Accionamiento y operación de la máquina, iniciando y supervisando el proceso de bobinado, asegurándose de que la máquina funcione correctamente y que los hilos se bobinen de manera uniforme y sin roturas. Generalmente, estas máquinas disponen de un sistema de detección de problemas y de rotura de hilo, deteniéndose y avisando para que la persona que lo opera pueda solucionarlo y volver a activarla.
- Control de calidad, realizando inspecciones visuales periódicas de los conos, carretes o bobinas para detectar defectos, como hilos sueltos o nudos.
- Detención (en caso de detención no automática) de la máquina en caso de problemas y toma de medidas correctivas, como la unión de hilos (apego).
- Reemplazo de materiales (cambio de conos vacíos por llenos de material de entrada, y de conos llenos a medida que se completa el bobinado).
- Acopio, embalaje y etiquetado del producto final bobinado.
- Mantenimiento y limpieza preventivos.

PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En el estudio de campo se han detectado una serie de deficiencias desde el punto de vista ergonómico. Estas deficiencias están relacionadas con:

- Alturas de acceso a la máquina.
- Áreas de alcance.
- Espacio previsto para los pies.
- Espacio previsto para el acceso de partes del cuerpo.
- Mandos y controles.
- Esfuerzo físico.

ALTURAS DE ACCESO EN LAS CONERAS:

Las alturas de acceso a la máquina condicionan las posturas que adopta quien realiza dicho trabajo. Cuando la altura no es correcta, puede llevar asociados una serie de problemas ergonómicos, como son: la adopción de posturas inadecuadas de espalda, cuello, brazos, mala visión, etc. Si el punto de acceso a la máquina se encuentra muy alto, se generarán tensiones y esfuerzos excesivos en los hombros al elevar los brazos constantemente, lo cual también dificultará la ejecución de la tarea y aumentará el riesgo de lesiones en esta zona del cuerpo.

En las coneras, o bobinadoras, las alturas de los conos y bobinas de producto terminado, suelen ser altas, por encima del nivel de hombro, por lo que para acceder a estas se adoptan posturas con flexión (elevación) de brazos y hombros (Figura 21). Una vez completas las bobinas de destino, en máquinas más actuales, es la propia máquina la que lleva las bobinas a un punto de recogida. Si dicho punto de recogida se encuentra elevado, se debe realizar una abducción y flexión elevada de brazo y extensión de cuello, principalmente en el caso de las personas de menor altura.



Figura 21. Alturas de acceso por encima del hombro (Fuente: estudio de campo).

En cambio, cuanto más baja es la altura de acceso, más debe inclinarse la espalda hacia delante, o incluso doblar las rodillas, volviéndose la tarea más penosa, y dificultándose la ejecución de la misma. Se ha detectado alturas de acceso bajas fundamentalmente durante la colocación de las bobinas de origen y en la alimentación de la “púa” (Figura 22).



Figura 22. Alturas de acceso bajas (Fuente: estudio de campo).

ÁREAS DE ALCANCE:

Se deben poder alcanzar todos los elementos de la máquina con los que interactúa la persona trabajadora, sin adoptar posturas forzadas de brazos o tronco (estiramiento del brazo, inclinación o giro del tronco, flexión del brazo, etc.). En las coneras se ha detectado que, tanto en la colocación de conos vacíos, como en el acceso a ciertas partes de la máquina, se adoptan posturas forzadas con flexión de brazos y elevación de hombros para alcanzarlas, pudiendo ser necesario incluso en ocasiones, subir a partes de la máquina (Figura 23).

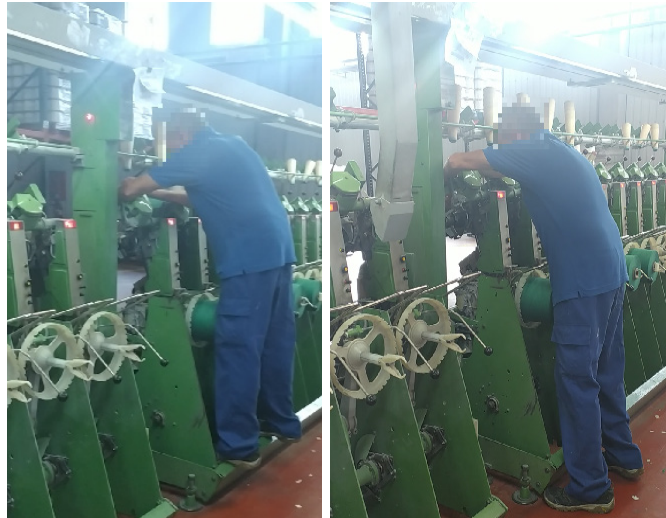


Figura 23. Alcances alejados (Fuente: estudio de campo).

ESPACIO PREVISTO PARA LOS PIES:

No disponer de hueco para los pies, o que este hueco sea insuficiente, puede dificultar el acercamiento de la persona trabajadora al punto de trabajo, lo cual puede dar lugar a la necesidad de flexionar tronco y brazos para acercarse a la máquina. Se ha detectado en las máquinas vistas que el espacio para los pies no permite el acercamiento por su diseño (Figura 24).



Figura 24. Espacio para los pies (Fuente: estudio de campo).

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Para acceder a ciertos puntos de la máquina por donde va el hilo, es necesario introducir las manos y los brazos por aberturas y huecos (Figura 25).



Figura 25. Espacio para las manos y brazos (Fuente: estudio de campo).

MANDOS Y CONTROLES:

Todos los dispositivos de información y mandos deben estar etiquetados e identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Además, deben adaptarse a las necesidades del usuario, así como tener un manejo sencillo.



Figura 26. Acceso a mandos y controles (Fuente: Empresas colaboradoras).



Figura 27. Mandos y controles (Fuente: estudio de campo).

ESFUERZO FÍSICO:

Las bobinas o conos de origen pueden encontrarse en carros que es necesario empujar para transportarlos cerca del punto en el que se va a utilizar. En caso de no contar con carros o traspaleas motorizadas (Figura 28), se dará carga física asociada al empuje y/o arrastre manual de los mismos. En función de las fuerzas de empuje y/o arrastre, la frecuencia y las distancias recorridas podría existir riesgo dorsolumbar.



Figura 28. Carros en el puesto de coneras (Fuente: estudio de campo).

El almacenamiento de las bobinas puede realizarse de distintas maneras en función de los requisitos del destinatario (paletizado, encajado, empaquetado, etc.). Las condiciones del transporte y manipulación desde la máquina hasta el punto de destino (peso de la bobina, altura y profundidad de levantamiento, tanto en el origen como destino, ángulo de asimetría, frecuencia de manipulación, etc.) determinarán el nivel de riesgo por manipulación manual de cargas y la necesidad de adoptar posturas forzadas.



Figura 29. Paletizado de bobinas terminadas (Fuente: estudio de campo).

PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Seguidamente, se recogen una serie de medidas y propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en este tipo de máquinas.

ALTURAS DE ACCESO EN LAS CONERAS:

Durante el trabajo en la conera o bobinadora se tiene que acceder a diferentes puntos a distintas alturas, en función de la tarea a realizar (alimentación y retirada de conos, reparación de hilos, programación y control, etc.).

- **Alimentación de material/bobinas.** Existen diferentes grados de automatización en la alimentación de material en este tipo de máquinas, pudiendo incluso en algunos casos enlazar con el proceso anterior mediante transportadores. En alimentación manual, el empleo de cargadores circulares permite cambios mucho más rápidos sin la asistencia permanente de la persona que atiende la máquina. El diseño de estos cargadores debe permitir su alimentación en una postura ergonómica (Figura 30).
- **Retirada de bobinas:** En relación a la retirada de las bobinas de hilo acabadas, las máquinas más nuevas llevan integrados sistemas automáticos para su evacuación. La cinta transportadora lleva las bobinas acabadas al extremo de la máquina, desde donde el personal puede retirarlas. Desde el punto de vista ergonómico, esta altura debería estar comprendida entre la altura de los nudillos y la de los codos de la persona encargada de la retirada, ya que es la altura más segura para manejar peso. Teniendo en cuenta las dimensiones corporales de las mujeres, esta altura debería de estar comprendida aproximadamente entre los 75 y 95 cm.
- **Anudado de hilos:** Al tratarse de una tarea de precisión, si se realiza manualmente, se recomienda que la altura se realice ligeramente por encima de los codos, para favorecer la visión y control. Esta operación, en las máquinas más nuevas se realiza automáticamente, denominándose en ese caso “apego” o empalme. Los sistemas cada vez más perfeccionados optimizan el proceso del empalme para cualquier aplicación y estructura del hilo.

En general, se recomienda que las alturas de trabajo no sobrepasen la altura de hombros de la persona trabajadora ni que queden por debajo de la altura de los nudillos, e idealmente deberían estar comprendidas entre la altura de cintura y codos.

En función de los requisitos de la tarea:

- Para tareas con requerimientos medios de fuerza y precisión, donde se manipulen objetos no muy pesados, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por debajo de los codos.
- Para tareas que requieran un elevado nivel de precisión, y un nivel bajo de fuerza, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por encima de los codos.

En la figura 1 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse las alturas de trabajo recomendadas en función del sexo y del tipo de tarea.

Un aspecto importante a considerar es la automatización de la máquina; a mayor grado de automatización, menor puede ser la necesidad de acceso del trabajador a la misma. Por ejemplo, mediante la automatización del proceso de alimentación de conos vacíos, retirada de conos llenos, apego del hilo, etcétera se libera a la persona encargada de vigilar el proceso de la necesidad de acceder excepto para casos donde el robot pueda fallar. En todos aquellos trabajos manuales, que no se puedan automatizar en este tipo de máquinas, hay que favorecer una postura lo más ergonómica posible.



Figura 30. Máquinas dotadas de cargadores
(Fuente: Saurer Schlafhorst).

ÁREAS DE ALCANCE:

La profundidad a la que se encuentran los elementos a los que se tienen de acceder, debe garantizar el acceso a las trabajadoras, ya que para los alcances se deben considerar las dimensiones corporales de las personas de los percentiles más bajos (si el espacio es suficiente para aquellas personas de menores dimensiones, también lo será para aquellas personas con mayores dimensiones). Esta profundidad no debería superar los 597 mm si queremos que las trabajadoras puedan acceder. En la figura 3 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse los alcances máximos para la población femenina en función de la intensidad de uso de los elementos.

ESPACIO PREVISTO PARA LOS PIES:

Se recomienda favorecer el acercamiento 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

Muchas de las máquinas existentes en el mercado ya incorporan esta característica, por lo que a la hora de escoger una nueva máquina se debería tener en cuenta que se cumple este aspecto (Figura 31).



Figura 31. Conera dotada de hueco para los pies
(Fuente: Saurer Schlafhorst).

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Cuando se tenga que acceder a ciertas partes de la máquina, se debe garantizar que existe el espacio suficiente para que la persona que la atiende 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 deben favorecer también la movilidad de los mismos. La normativa establece unas dimensiones de referencia basadas en dimensiones corporales de la población europea (Tabla 2 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género”). Otra alternativa, sino se puede garantizar ese espacio es diseñar para que se puedan extraer o abrir ciertas partes de la máquina.

La maquinaria más moderna afirma ofrecer un flujo de trabajo a la vista, que permite observar cómo acceder a los módulos y componentes de la máquina de forma más fácil, pudiéndose incluso cambiar elementos desde delante. Debe intentarse que no tengan cubiertas que tapen elementos que deben poder verse, y que permitan detectar las causas de los fallos para que pueden eliminarse lo más rápido posible. Además, el diseño abierto acelera los tiempos de preparación de la máquina (Figura 32).

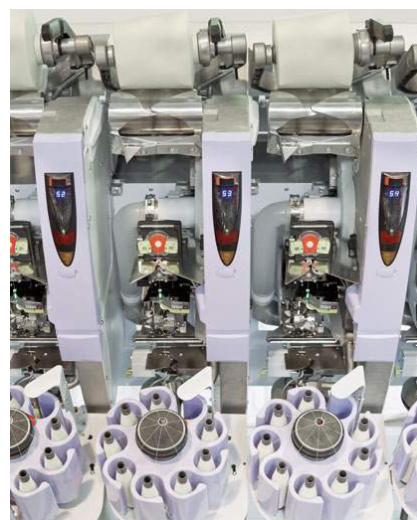


Figura 32. Diseño abierto
(Fuente: Saurer Schlafhorst).

MANDOS Y CONTROLES:

Los mandos de uso frecuente deben de estar situados al alcance inmediato de la persona que opera la máquina, la cual debe poder alcanzar cómodamente, y desde la posición normal de trabajo, los mandos de uso frecuente de la máquina.

La función de cada mando de la máquina debe ser fácilmente identificable y distinguible de la función de los mandos adyacentes. Es conveniente que las etiquetas de identificación, los pictogramas y otros textos o símbolos informativos estén emplazados sobre, o próximos, a los dispositivos de mando a los que estén asociados de forma que sean visibles cuando se accionen.

En el caso de las máquinas más modernas, ofrecen paneles de manejo separados (pantalla en el puesto de bobinado, cambiador y centro de procesamiento) y uniformes que guían al operario de forma directa hasta el ajuste óptimo. Disponen de sistemas de ayuda, con interfaz en varios idiomas, imágenes y símbolos fáciles de entender, que ayudan en el ajuste de los parámetros de bobinado, así como el control de datos y producción al personal. En caso de fallos, los avisos de error con imágenes ayudan a encontrar rápidamente la solución.



Figura 33. Diferentes pantallas de manejo y ayuda (Fuente: Saurer Schlafhorst).

ESFUERZO FÍSICO:

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 Manipulación Manual de Cargas 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, mesas auxiliares, apoyos de rodillos, etc). Aunque algunos de estos elementos no eliminan la manipulación totalmente, consiguen reducirla. Hay que tener en cuenta que, aunque los medios técnicos auxiliares pueden disminuir los riesgos de lesiones músculoesqueléticas, 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 las coneras, el sistema de evacuación de las bobinas acabadas (cinta transportadora) puede conectarse directamente con un sistema de transporte superior opcional con robot, transportador suspendido o elevador.

Algunas soluciones existentes en el mercado y que pueden reducir el esfuerzo manual son los sistemas de paletización automáticos. Estos pueden suponer desde sistemas de paletización individual para cada máquina hasta sistemas de paletización colectiva en producciones más grandes (Figura 34).

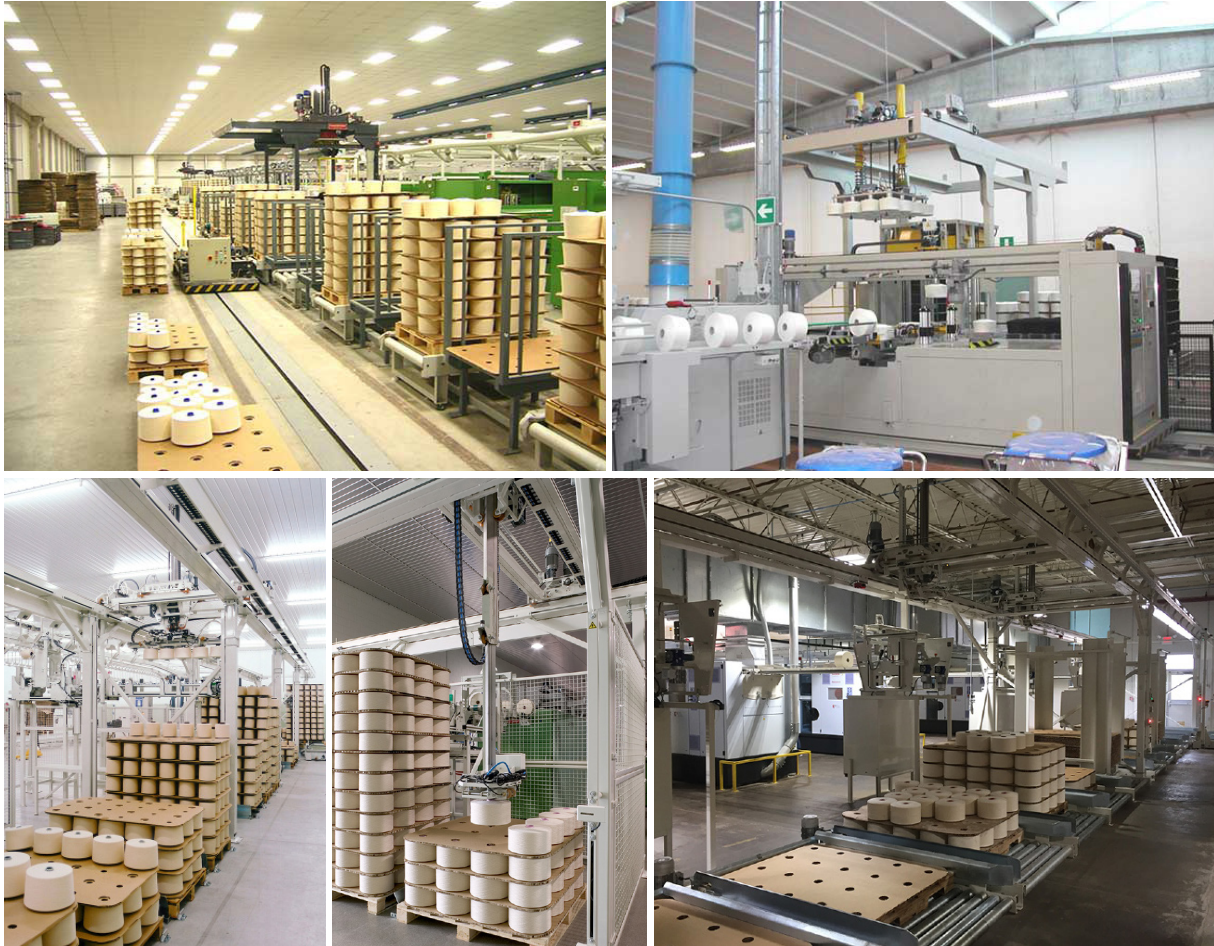


Figura 34. Paletización automática
(Fuentes: Electro Jet, Gualchierami).

Estampación Digital

FUNCIÓN Y UTILIZACIÓN:

Las máquinas de estampación digital textil son una de las tecnologías más modernas e innovadoras del sector, permiten reproducir imágenes multicolor, degradados y detalles fotográficos con gran precisión. En este tipo de máquinas se imprime el diseño sobre el tejido mediante inyección de tinta, utilizando cabezales similares a los de las impresoras de gran formato, pero adaptados al textil, sin necesidad de pantallas, planchas o cilindros como en los sistemas tradicionales. Este tipo de máquinas proporciona una gran flexibilidad en los diseños y tiradas cortas, pudiéndose incluso estampar piezas únicas.

Existen dos configuraciones principales:

a) Estampación directa:

- El tejido pasa por unos rodillos de avance y sistema de aspiración o cintas para mantenerlo tenso.
- Los cabezales proyectan microgotas de tinta directamente sobre la superficie del tejido.
- Y, a continuación, pasa por un sistema de secado o fijación térmica.

b) Estampación por transferencia:

- El diseño se imprime primero sobre un papel especial (transfer).
- Y, a continuación, se transfiere al tejido mediante calor y presión.

Aunque el proceso de impresión está automatizado, las personas tienen un papel clave. Las tareas principales desarrolladas en la máquina por el personal que las atiende son:

- Programación y control del diseño digital.
- Alimentación de la máquina: incluye la introducción del tejido, pasándolo a través de los diferentes rodillos de entrada, o bien, cosiéndola a un tejido acompañador, y alimentación de pigmentos.
- Recogida y control del tejido ya impreso.
- Supervisión visual de la impresión (alineación, saturación, defectos de cabezales).
- Mantenimiento y limpieza de los inyectores, etc.

Tanto previamente como posteriormente a la estampación digital hay un tratamiento del tejido. Los químicos empleados en los tratamientos anteriores y posteriores ayudan a que las tintas impresas se adhieran a la tela y permanezcan en ella.

PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En el estudio de campo se han visto una serie de aspectos, relacionados con la ergonomía de las máquinas, que son susceptibles de mejora. Estos aspectos están relacionados con:

- Alturas de acceso a la máquina.

- Áreas de alcance.
- Espacio previsto para los pies.
- Espacio previsto para el acceso de partes del cuerpo.
- Mandos y controles.
- Esfuerzo físico.

ALTURAS DE ACCESO A LA MÁQUINA:

Las alturas de trabajo o de acceso a la máquina condicionan la postura que adopta quien realiza dicho trabajo. Cuando la altura no es correcta, puede llevar asociados una serie de problemas ergonómicos, como son: la adopción de posturas inadecuadas de espalda, cuello, brazos, piernas, etc., así como mala visión de la tarea.

Si los puntos de acceso a la máquina se encuentran muy altos, se pueden generar tensiones y esfuerzos excesivos en los hombros al tener que elevar los brazos, dificultándose la ejecución de la tarea y aumentando el riesgo de lesiones en esta zona del cuerpo. Se han detectado alturas elevadas asociadas a la introducción del tejido a la entrada y al accionamiento de mandos de ajuste de la máquina (Figura 35).



Figura 35. Altura de acceso elevada (Fuente: estudio de campo).

Por el contrario, si el punto de acceso a la máquina se encuentra muy bajo, la persona que atiende la máquina tendrá que inclinar la espalda hacia delante o arrodillándose, volviéndose la tarea más penosa, y dificultándose la ejecución de la misma. En esta máquina, se han detectado alturas de acceso bajas, durante la carga y retirada de la bobina de tejido, y durante el acceso a los cabezales (Figura 36).



Figura 36. Alturas de acceso bajas (Fuente: estudio de campo).

Además, se trata de un puesto de trabajo de pie con desplazamientos frecuentes por la zona de trabajo inmediata. El ritmo de trabajo viene impuesto por los ciclos de trabajo de la máquina.

ÁREAS DE ALCANCE Y ESPACIO PREVISTO PARA LOS BRAZOS:

Se deben poder alcanzar todos los elementos de la máquina con los que interactúa la persona trabajadora, sin adoptar posturas forzadas de brazos o tronco (inclinación o giro del tronco, elevación de hombros, estiramiento de brazos, etc). En las máquinas de estampación digital se han detectado alcances alejados, o en profundidad, en algún modelo de máquinas al pasar el tejido debido a las dimensiones de la cinta (Figura 37).



Figura 37. Alcances en profundidad de partes de la máquina (Fuente:

ESPACIO PREVISTO PARA LOS PIES:

No disponer de suficiente hueco para los pies puede dificultar el acercamiento de la persona trabajadora al punto de trabajo, lo cual puede dar lugar a la necesidad de flexionar tronco y brazos para acercarse a la máquina. Las máquinas tienen espacio en la parte baja para albergar los pies (Figura 38).



Figura 38. Espacio para los pies (Fuente: estudio de campo).

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Para acceder a ciertos puntos de la máquina, es necesario introducir las manos y los brazos por aberturas y huecos de la máquina (Figura 39).



Figura 39. Espacio para las manos y brazos (Fuente: estudio de campo).

MANDOS Y CONTROLES:

Las máquinas de estampación digital textil disponen de mandos ubicados en diferentes partes del bastidor. En algunos casos están fijos (Figura 40) sin posibilidad de ajuste, y en algún otro caso, están situados a excesiva altura lo que puede provocar dolor de hombros si su uso es frecuente (Figura 35).



Figura 40. Accionamiento de la máquina (Fuente: estudio de campo).

ESFUERZO FÍSICO:

En estas máquinas se puede dar manipulación manual de cargas durante la alimentación y/o retirada, de los rollos de tejido que van en carros bota (denominados “burros”) o carros con tejido plegado, si no se emplean dispositivos de manipulación asistidos. La manipulación consiste en arrastrar y/o empujar los carros o burros con el tejido (Figura 41).



Figura 41. “Burros” y carros con tejido (Fuente: estudio de campo).

Otra tarea del puesto que podría demandar manipulación manual es la carga del pigmento en la máquina. Dependiendo del peso manipulado y de las condiciones de manipulación (alturas, profundidades de manejo, frecuencias de levantamiento, etc.) podría existir riesgo dorsolumbar. Todo ello viene condicionado por el formato en el que viene el pigmento, así como por el diseño de los depósitos de pigmento de la máquina.

PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

A continuación, se recogen una serie de medidas y propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en esta máquina.

ALTURAS DE ACCESO:

Durante el trabajo en la máquina se tiene que acceder a diferentes puntos de la misma a distintas alturas, en función de la tarea a realizar (alimentación de tejido, accionamiento, retirada, alimentación de pigmentos, etc.). En general, se recomienda que las alturas de trabajo no sobrepasen la altura de hombros de la persona trabajadora ni que queden por debajo de la altura de los nudillos, e, idealmente deberían estar comprendidas entre la altura de cintura y codos. En función de los requisitos de la tarea. En la Figura 1 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse las alturas de trabajo recomendadas en función del sexo y del tipo de tarea (de precisión, media o de fuerza).

Además de proporcionar una altura correcta de trabajo, dotar a las zonas de inspección de iluminación localizada (Figura 42), mandos accesibles desde dicha zona, así como alfombras antifatiga pueda ayudar a la mejora de las condiciones de trabajo y aliviar las consecuencias de la bipedestación prolongada.

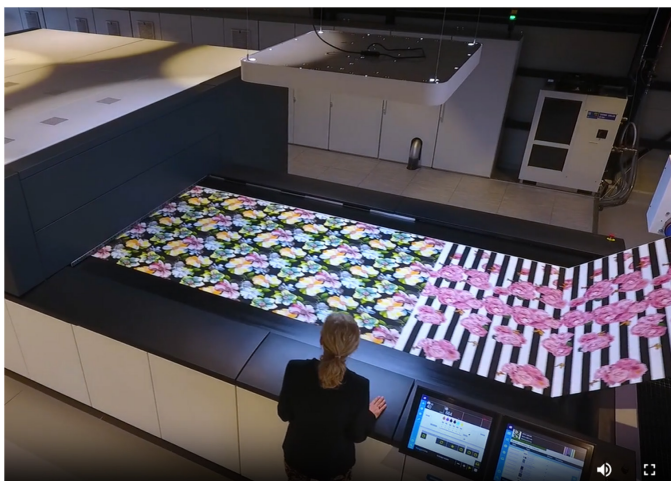


Figura 39. Espacio para las manos y brazos (Fuente: estudio de campo).

Un aspecto del diseño de la máquina que también afecta a las posturas adoptadas durante la inspección del proceso es la localización y tamaño de las ventanas. Seleccionar diseños que faciliten la comprobación del movimiento del cabezal y el estado de impresión, permite gestionar los errores con fluidez y sustituir componentes más rápidamente. Cuanto más bajas estén localizadas dichas ventanas, más deberá inclinarse la espalda hacia delante, para visionar el interior de la máquina. Dichas ventanas deberían estar localizadas en varios puntos y caras de la máquina, para poder ver desde diferentes posiciones el interior. Además, dotar a la máquina de ventanas extragrandes (Figura 43) facilita que se pueda supervisar más fácilmente el movimiento del carro del cabezal y el estado de la impresión, mejorando las posturas de trabajo asociadas a las tareas de supervisión de la máquina.

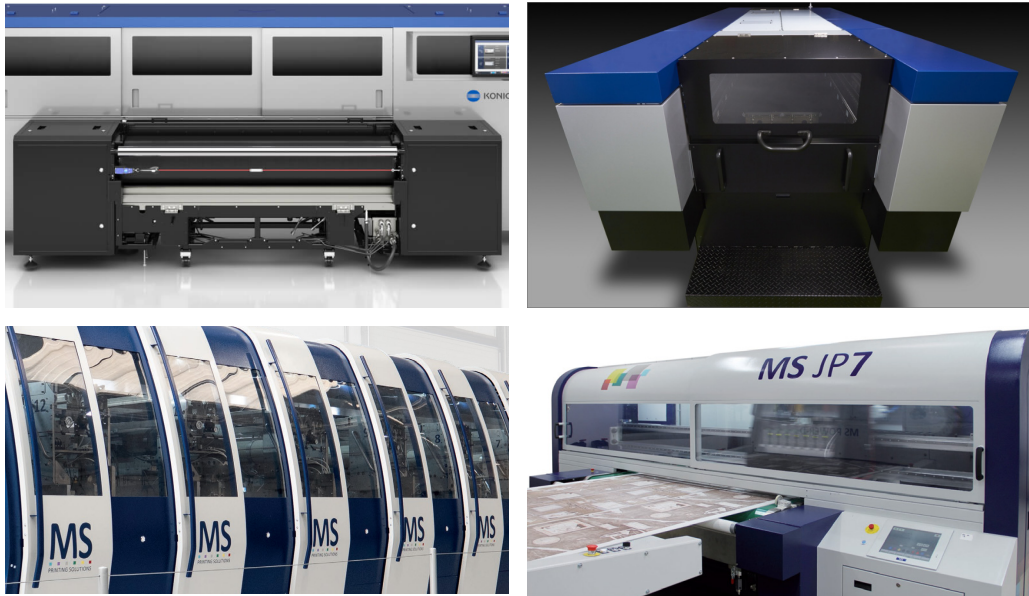


Figura 43. Ventanas grandes (Fuentes: Konica Minolta, MS).

Por último, otro aspecto importante a considerar es la automatización de la máquina; a mayor grado de automatización, menor será la necesidad de acceso a la misma. Por ejemplo, mediante la automatización de diferentes tareas: limpieza automática de boquillas, etc.

ÁREAS DE ALCANCE:

Las diferentes profundidades de acceso a la máquina deben garantizar el alcance a las trabajadoras. Si se establece dicho alcance, o profundidad, considerando las dimensiones corporales de las personas de los percentiles más bajos, las personas con mayores dimensiones no tendrán ningún problema en alcanzar. Esta profundidad no debería superar los 597 mm, siendo recomendable si los alcances se realizan de forma intensiva y frecuente de 356 mm. En la Figura 3 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse los alcances máximos para la población femenina en función de la intensidad de uso de los elementos.

Una forma de mejorar la profundidad de alcance en accesos frecuentes a partes internas de la máquina, como, por ejemplo, los cabezales de impresión, sería dotarlos de sistemas de extracción (Figura 44).



Figura 44. Sistema de extracción de cabezales de impresión (Fuente: SPGprints)

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Cuando se tenga que acceder a ciertas partes de la máquina, se debe garantizar que existe el espacio suficiente para que la persona que la atiende pueda realizar los movimientos y posturas asociadas a la tarea. Las dimensiones de los espacios previstos para los brazos deben garantizar que estos caben y, además, favorecer la movilidad de los mismos. La normativa establece unas dimensiones de referencia basadas en dimensiones corporales de la población europea (Tabla 2 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género”).

Otra alternativa, para garantizar ese espacio, es diseñar de manera que se puedan extraer o abrir ciertas partes de la máquina, como ya se ha mencionado. Por ejemplo, máquinas con puertas de acceso extragrandes o soluciones como los sistemas de extracción rápidos, tipo cajón, que permiten reparar o reemplazar más fácilmente los cabezales de impresión así como el acceso a otras partes de la máquina (Figura 45).

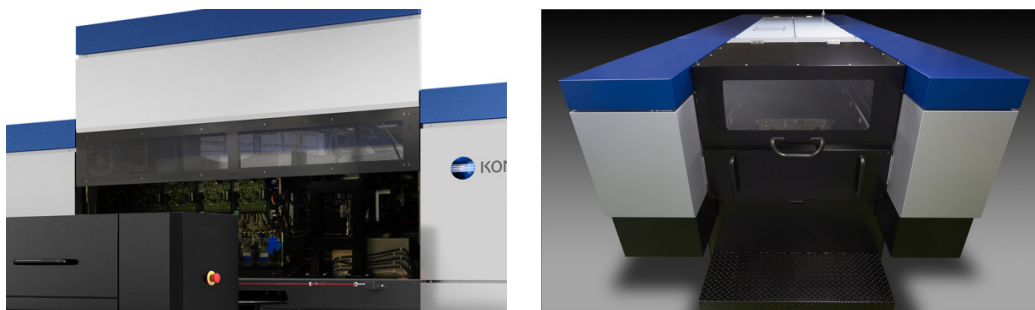


Figura 45. Apertura para acceso directo al módulo de impresión (Fuente: Konica)

Por ejemplo, en el caso concreto de máquinas con unidades múltiples disponer de espacio entre cada unidad de impresión puede ayudar a garantizar un mantenimiento más fácil y accesible (Figura 46).

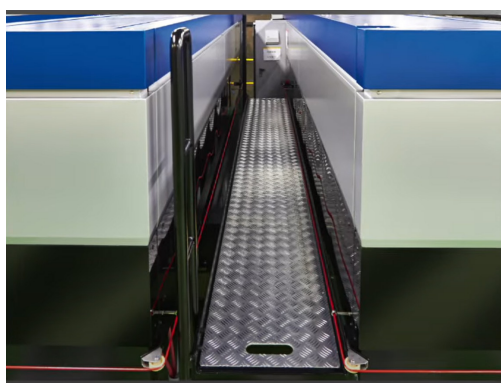


Figura 46. Espacio entre unidades de impresión (Fuente: Konica Minolta)

MANDOS Y CONTROLES:

Todos los dispositivos de información y mando deben estar etiquetados e identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Además, deben adaptarse a las necesidades de las personas que los usen, así como tener un manejo sencillo.

Se recomienda que el panel de mandos sea regulable en altura, de manera que quien lo opera, pueda ajustárselo a la altura y posición que le resulte más cómoda. Si los mandos son fijos, estos deberían de

estar situados a una altura comprendida entre la altura de los codos y la de los hombros. Las máquinas más modernas disponen de panel táctil para una operación visualmente intuitiva (Figura 47).

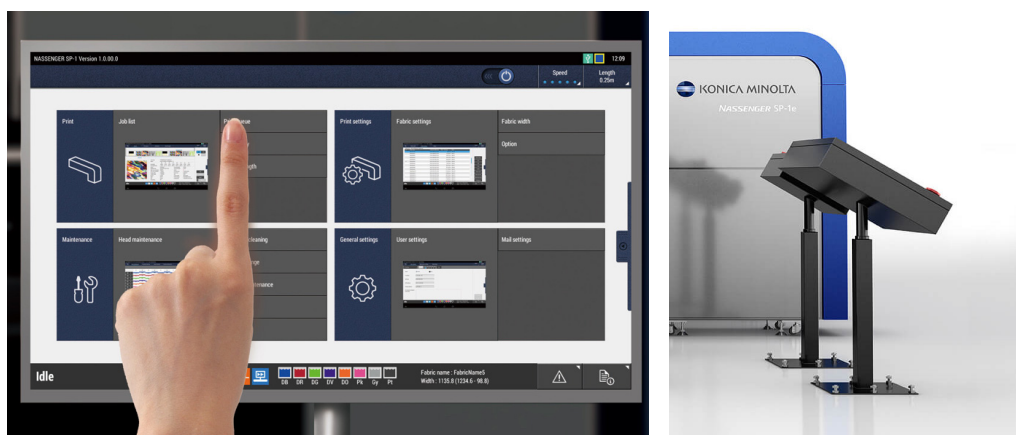


Figura 47. Panel táctil (Fuente: Konica Minolta).

Existen también sistemas por control remoto con tecnología wi-fi, que permiten verificar el progreso de la impresión en tiempo real, detectar cualquier irregularidad o señal de advertencia (Figura 48). Ofreciendo la opción de realizar ajustes de producción y mantenimiento de forma remota con una tableta.



Figura 48. Control remoto con tableta (Fuente: MS).

ESFUERZO FÍSICO:

En este punto se recogen algunas recomendaciones relativas al empuje y arrastre de carros:

- La primera recomendación, siempre que sea posible, es eliminar el esfuerzo manual. Para ello, se puede contemplar el uso de carros motorizados, remolcadores (Figura 49), etc.



Figura 49. Retirada de burros y carros con remolcador eléctrico (Fuente: Zallys)

- Si no es posible eliminar la fuerza manual de empuje o arrastre, se debe calcular la fuerza máxima, tanto inicial como sostenida, considerando el sexo y edad de la persona que realiza la tarea y las condiciones del transporte (distancias, frecuencias, etc.).
- Es esencial considerar que la altura del codo medida desde el suelo varía entre hombres y mujeres, por lo que la altura óptima del agarre en un empuje o arrastre de cargas también variará.
- La altura más favorable de empuje y arrastre es la del codo, ya que esta permite mantener una postura neutra de muñeca, brazos pegados al cuerpo, codos a 90 grados, y cuello y tronco erguidos y optimiza la transmisión de fuerzas. Hay que tener en cuenta que, en general, la altura del codo medida desde el suelo, varía entre hombres y mujeres, por lo que la altura óptima del agarre en un empuje o arrastre, también variará (Tabla 3).

Sexo	Altura recomendada de empuje/ arrastre (mm)
Mujer	913 – 1059
Hombre	970 - 1134

Tabla 3.- Rango de alturas recomendadas de empuje/arrastre en función del sexo (P5 – P95) (Fuente: Benjumea, A. C. (2001)).

- Mantener un correcto orden y limpieza en el puesto de trabajo y en el suelo es importante. Además, un adecuado mantenimiento de las ruedas de los carros u otros objetos con ruedas contribuye a la seguridad y eficiencia del proceso.

En lo que respecta al levantamiento manual de cargas que se realiza cuando se alimentan las tintas o pigmentos desde garrafas o bidones (Figura 50), y desde el punto de vista del diseño de la máquina, es recomendable que la alimentación se realice en unas condiciones de manipulación lo más próximas posibles a las ideales, entendiéndose como tales: a alturas comprendidas entre los nudillos y los codos, manteniendo la carga cerca del cuerpo, con la espalda recta, sin giros ni inclinaciones, pudiendo realizar un agarre firme y manteniendo una posición neutra de la muñeca.



Figura 50. Manipulación y carga de pigmento (Fuente: estudio de campo).

Otras soluciones existentes en el mercado y que pueden mejorar las condiciones ergonómicas de trabajo en esta máquina:

- Soluciones integrales compactas que incluyen secadora y bobinadora, ofreciendo una solución completa desde el desenrollado hasta la impresión, el secado y el bobinado automáticos (Figura 51).



Figura 51. Sistema compacto acoplado a la máquina (Fuente: Konica Minolta)

- Detección de tejido levantado (Figura 52): Este sistema detecta de forma automática el tejido levantado, levanta el carro para esquivarlo y reanuda la impresión

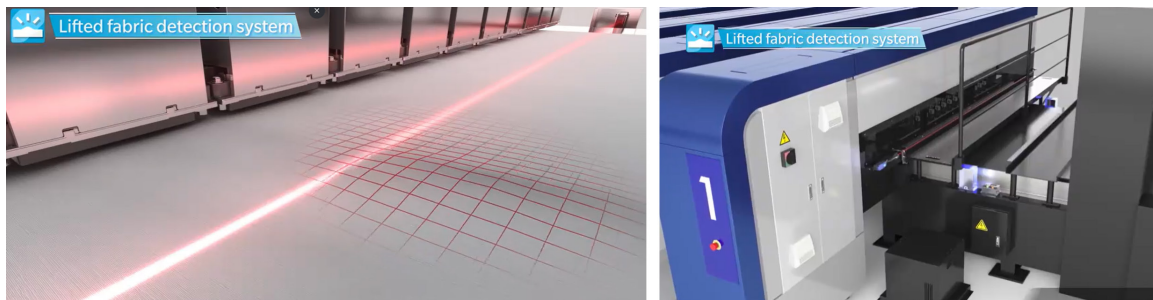


Figura 52. Sistema de detección de tejido levantado (Fuente: Konica Minolta)

- Detección automática de obstrucciones de las boquillas/pulverizador (Figura 53): Proporcionan a la persona que las opera información sobre posibles problemas sin necesidad de que realice una inspección visual.

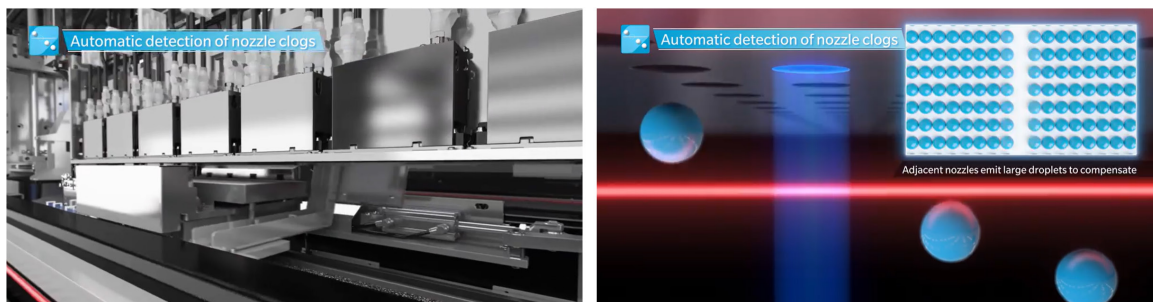


Figura 53. Sistema de detección automática de obstrucciones (Fuente: Konica Minolta)

Plegadora

FUNCIÓN Y UTILIZACIÓN:

Las plegadoras son máquinas diseñadas para doblar, y en ocasiones envasar, prendas de manera automática. Dependiendo del tipo de prenda pueden ser atendidas por una o dos personas.

Las tareas principales desarrolladas en la máquina son:

- Configuración según las especificaciones requeridas para el tipo de producto a plegar.
- Preparación de la máquina: si se requiere modificar algún tipo de útil.
- Alimentación de la prenda a plegar y accionamiento de la máquina.
- Retirada de los productos ya plegados.
- Control de calidad: supervisar el proceso para garantizar la calidad del producto final. Esto incluye la detección y resolución de problemas.
- Mantenimiento y limpieza preventivos.

PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En el estudio de campo se han detectado una serie de deficiencias desde el punto de vista ergonómico. Estas deficiencias están relacionadas con:

- Alturas de acceso a la máquina.
- Mandos y controles.
- Esfuerzo físico.

ALTURAS DE ACCESO A LAS PLEGADORAS:

Las alturas de trabajo o de acceso a la máquina condicionan la postura que adopta quien realiza dicho trabajo. Cuando la altura no es correcta, puede llevar asociados una serie de problemas ergonómicos, como son: la adopción de posturas inadecuadas de espalda, cuello, brazos, mala visión, etc. Si el punto de acceso a la máquina se encuentra muy alto, se generarán tensiones y esfuerzos excesivos en los hombros al elevar los brazos constantemente, lo cual también dificultará la ejecución de la tarea y aumentará el riesgo de lesiones en esta zona del cuerpo. Se han detectado alturas elevadas asociadas a las pinzas del sistema de carga en la plegadora, al accionamiento en la alimentación y durante el embolsado a la salida de la embolsadora (Figura 35).



Figura 54. Altura de acceso elevada (Fuente: estudio de campo).

MANDOS Y CONTROLES:

Las plegadoras automáticas disponen tanto de accionamientos por botón como de accionamiento mediante pedal. En el caso de los botones se ha detectado que la ubicación está, en algún caso, situado a excesiva altura lo que puede provocar dolor de hombros si su uso es frecuente (Figura 36).

Los dispositivos de información y mando deben estar etiquetados e identificados según su función (al menos en castellano).

ESFUERZO FÍSICO:

Existen muchas plegadoras, en especial para prenda pequeña o mediana, donde el extendido (lanzado) en la alimentación se hace de forma manual.



Figura 55. Accionamiento durante la alimentación (Fuente: estudio de campo).

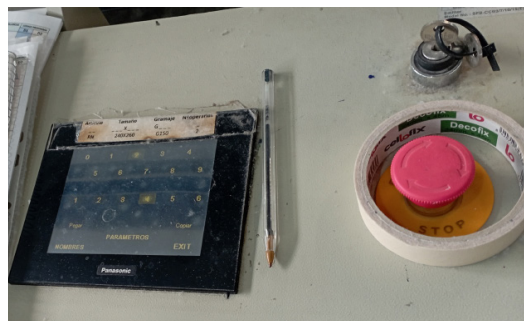


Figura 56. Reetiquetado de mandos (Fuente: estudio de campo).

PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

A continuación, se recogen una serie de medidas y propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en esta máquina.

ALTURAS DE ACCESO Y UTILIZACIÓN DE LAS PLEGADORAS:

Durante el trabajo en la plegadora se tiene que acceder a diferentes puntos a distintas alturas, en función de la tarea a realizar (alimentación, accionamiento y retirada, etc.). En general, se recomienda que las alturas de trabajo no sobrepasen la altura de hombros de la persona trabajadora ni que queden por

debajo de la altura de los nudillos, e, idealmente deberían estar comprendidas entre la altura de cintura y codos. En función de los requisitos de la tarea:

- Para tareas con requerimientos medios de fuerza y precisión, donde se manipulen objetos no muy pesados, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por debajo de los codos.
- Para tareas que requieran un elevado nivel de precisión, y un nivel bajo de fuerza, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por encima de los codos.

En la figura 1 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse las alturas de trabajo recomendadas en función del sexo y del tipo de tarea.

Un aspecto importante a considerar es la automatización de la máquina; a mayor grado de automatización, menor será la necesidad de acceso a la misma. Por ejemplo, mediante la automatización del proceso de alimentación a la entrada, o de embolsado al final de la línea (Figura 38).



Figura 57. Alimentador de prendas (Fuente: Kannegiesser).

MANDOS Y CONTROLES:

Se recomienda que el panel de mandos sea regulable en altura, de manera que quien lo opera, pueda ajustárselo a la altura y posición que le resulte más cómoda. Si los mandos son fijos, estos deberían de estar situados a una altura comprendida entre la altura de los codos y la de los hombros.

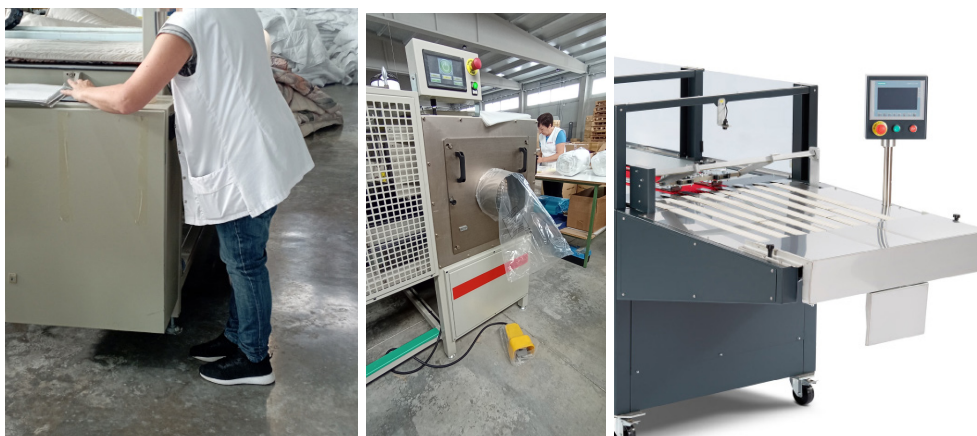


Figura 58. Ejemplos con distintas ubicaciones de mandos y pantallas de configuración (Fuente: estudio de campo, Thermotron).

Todos los dispositivos de información y mando deben estar etiquetados e identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Además, deben adaptarse a las necesidades de las personas que los usen, así como tener un manejo sencillo.

Aunque es habitual el uso de pedales en las máquinas del sector, en general a nivel ergonómico, se recomienda limitar el uso de elementos que se tengan que accionar con los pies, limitándolo solo a aquellas acciones que sean indispensables, como por ejemplo cuando ambas manos estén ocupadas, evitando en la medida de lo posible el uso de pedales de manera repetitiva cuando se trabaja en posición de pie. En los pedales de pie completo es importante que, cuando se estén accionando, la persona que realiza la tarea tenga espacio suficiente para apoyar totalmente el pie, y en los pedales de punta, garantizar que se dispone de espacio suficiente para acceder sin ningún obstáculo (Figura 40). Al calcular las dimensiones y accesos a los pedales, deberán tenerse en cuenta no solo las dimensiones antropométricas de los pies, sino también las del calzado, EPI o accesorios que puedan utilizarse.



Figura 59. Ejemplos de pedales independientes
(Fuente: estudio de campo).

ESFUERZO FÍSICO:

El sistema de ayuda para el extendido de la prenda consistente en una mesa de alimentación con pinzas, permite enganchar los artículos más grandes, como edredones o mantas, y que estos entren a la máquina de plegado extendidos (Figura 41).



Figura 60. Mesa de alimentación con pinzas
(Fuentes: Merello, Kannegiesser).

Existen en el mercado empresas que también suministran máquinas de embolsado automático, máquinas con enrollado y apriete de almohadas y edredones para su embolsado (Figura 42). Este tipo de automatización, total o parcial de algunas operaciones, permite a la persona que está atendiendo a la salida de la plegadora ahorrar esfuerzos.



Figura 61. Maquinas embolsadoras y enrolladoras para enlazar con plegadoras (Fuente: Merello, Thermotron, Autimak).

Rame

FUNCIÓN Y UTILIZACIÓN:

La rame, también conocida como máquina de acabado textil, stenter o rama, es clave en el proceso de acabado de tejidos. Se utiliza para el tratamiento de tejidos: después del teñido, estampado o lavado, para ensanchar y corregir distorsiones en la trama, mejorar la textura, aplicar acabados como recubrimientos repelentes al agua, etcétera. Concretamente, la rame sirve para aplicar productos, lavar, secar, estirar, igualar el ancho y estabilizar dimensionalmente los tejidos.

Durante el proceso, el tejido pasa por una cámara de aire caliente en la que se controla la temperatura, velocidad y tensión, consiguiendo: un secado uniforme, una anchura final exacta, la fijación térmica de fibras sintéticas (poliéster, poliamida, etc.), y un mejor tacto y apariencia superficial. Después del secado, el tejido pasa por una sección de enfriamiento que ayuda a establecer las propiedades y dimensiones finales del material. Esto es especialmente importante para evitar que el tejido vuelva a encogerse después.

Aunque gran parte del proceso es automático, las personas que atienden estas máquinas intervienen en puntos clave del flujo de trabajo. Las tareas principales desarrolladas en la máquina son:

En la zona de entrada:

- Alimentación del tejido mediante el cosido a un tejido acompañador que lo guía hacia el interior del equipo.
- Alineación y centrado: ajuste de la posición para evitar desviaciones.
- Control de la tensión inicial (regulación de los rodillos de entrada).
- Supervisión de aplicación de productos.

En la zona de estiramiento:

- Sujeción del tejido mediante pinzas o agujas (cadenas).
- En la zona de salida:
- Enrollado, doblado y/o apilado el tejido para su siguiente etapa.
- En algunos casos, ajusta el sistema de enrollado automático.
- Retirada del tejido ya seco y fijado (burro o carro con tejido plegado).
- Supervisión del ancho final, la uniformidad del color y tacto, y detección de defectos.

Y en general:

- Supervisión y control del equipo (configuración de parámetros del proceso, vigilancia y corrección).
- Preparación de mezclas.
- Mantenimiento y limpieza.
- Control de calidad: Durante todo el proceso, es fundamental realizar una inspección para asegurarse de que el tejido cumple con los estándares requeridos y corregir cualquier problema a tiempo.

PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En el estudio de campo se han detectado una serie de deficiencias desde el punto de vista ergonómico. Estas deficiencias están relacionadas con:

- Alturas de acceso a la máquina.
- Mandos y controles.
- Esfuerzo físico.

ALTURAS DE ACCESO A LAS PLEGADORAS:

Las alturas de trabajo o de acceso a la máquina condicionan la postura que adopta quien realiza dicho trabajo. Cuando la altura no es correcta, puede llevar asociados una serie de problemas ergonómicos, como son: la adopción de posturas inadecuadas de espalda, cuello, brazos, mala visión, etc. Si el punto de acceso a la máquina se encuentra muy alto, se generarán tensiones y esfuerzos excesivos en los hombros al elevar los brazos constantemente, lo cual también dificultará la ejecución de la tarea y aumentará el riesgo de lesiones en esta zona del cuerpo. Se han detectado alturas elevadas asociadas a las pinzas del sistema de carga en la plegadora, al accionamiento en la alimentación y durante el embolsado a la salida de la embolsadora (Figura 35).



Figura 62. Posturas asociadas a la limpieza de filtros en la máquina
(Fuente: estudio de campo).

Por el contrario, si los puntos de acceso a la máquina se encuentran muy altos, se generarán tensiones y esfuerzos excesivos en los hombros al tener que elevar los brazos, dificultándose la ejecución de la tarea y aumentando el riesgo de lesiones en esta zona del cuerpo.

ÁREAS DE ALCANCE:

Durante la alimentación del tejido, cuando se introduce el tejido en las pinzas o agujas se pueden producir alcances en profundidad asociados al propio diseño de la máquina y distancia existente (Figura 63). Asimismo, si los filtros de pelusa no se extraen, y se limpian en el interior de la cámara de secado, se producen alcances en profundidad (Figura 62).

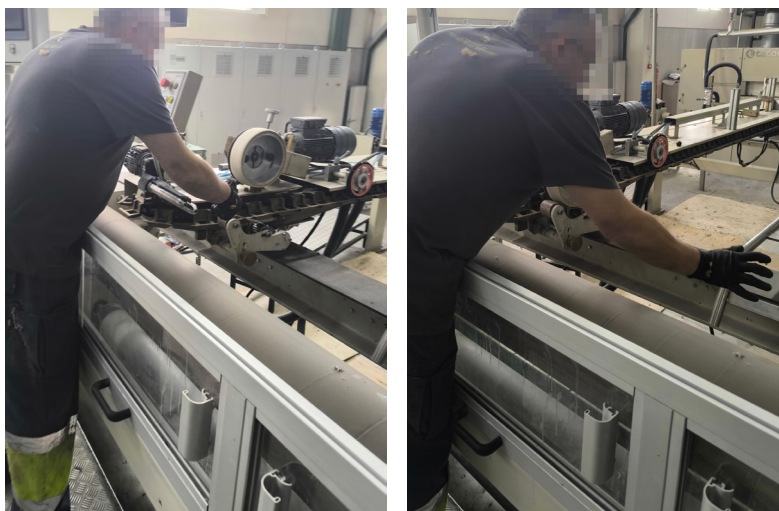


Figura 63. Alcances alejados en la zona de estiramiento
(Fuente: estudio de campo).

Por el contrario, si los puntos de acceso a la máquina se encuentran muy altos, se generarán tensiones y esfuerzos excesivos en los hombros al tener que elevar los brazos, dificultándose la ejecución de la tarea y aumentando el riesgo de lesiones en esta zona del cuerpo.

ESPACIO PREVISTO PARA EL PASO Y ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

En general, en estas máquinas existe espacio suficiente para, tanto el paso de cuerpo completo entre los diferentes módulos (Figura 64), como para el acceso de mantenimiento en la zona cerrada (cámara de secado). Esta última suelen estar dotadas de aperturas amplias.



Figura 64. Pasarelas y apertura de acceso a la cámara de secado (Fuente: estudio de campo).

MANDOS Y CONTROLES:

En este tipo de máquinas, dada su longitud, los mandos y pantallas están situados en diferentes zonas: entrada, zona de estiramiento y salida. Estos mandos y pantallas suelen estar situados a una altura fija, si bien es cierto, que algunos paneles son reorientables o giratorios (Figura 65).



Figura 65. Mandos y pantallas en la máquina rame
(Fuente: estudio de campo).

ESFUERZO FÍSICO:

El tejido o producto puede entrar en el proceso en diferentes formatos (rollos grandes, sobre carros, etc) y bajo diferentes condiciones (seco, húmedo). Una vez terminado el proceso térmico es necesario presentar el tejido al siguiente proceso de la manera más idónea. En función de si es un proceso final o un proceso intermedio, la presentación del tejido final puede también realizarse de diferente manera: en rollos grandes, plegados, en rollos pequeños, o ir directamente a inspección final. La manipulación de rollos o carros pesados bien en la entrada o a la salida de la máquina puede llegar a suponer un esfuerzo siempre y cuando no se empleen los medios adecuados para ello.



Figura 66. Retirada manual de un rollo de tejido de la máquina (Fuente: Imagen creada y editada con IA, ChatGPT (OpenAI), 2025).

La extracción de las bandejas de pelusa, en el caso de encontrarse atascadas, podría llegar a suponer un esfuerzo.



Figura 67. Extracción del filtro de pelusa (Fuente: estudio de campo).

PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

A continuación, se recogen una serie de medidas y propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en esta máquina.

Alturas de acceso a la máquina:

En general, se recomienda que las alturas de trabajo no sobrepasen la altura de hombros de la persona trabajadora ni que queden por debajo de la altura de los nudillos, idealmente deberían estar comprendidas entre la altura de cintura y codos.

En función de los requisitos de la tarea se recomienda:

- Para tareas con requerimientos medios de fuerza y precisión, donde se manipulen objetos no muy pesados, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por debajo de los codos.
- Para tareas con requerimientos de fuerza elevados y/o donde se manipulen piezas pesadas, se recomienda una altura de trabajo por debajo de los codos.
- Y para tareas que requieran un elevado nivel de precisión, y un nivel bajo de fuerza, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por encima de los codos.

En la Figura 1 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse las alturas de trabajo recomendadas en función del sexo y del tipo de tarea.

Durante el trabajo en la rame se tiene que acceder a diferentes puntos de la máquina a distintas alturas, en función de la tarea a realizar (alimentación y retirada del tejido, programación y control, accesos a la máquina para el enganche del tejido en las agujas o pinzas, para la resolución de problemas, para la limpieza de filtros, ajustes, etc.) la altura recomendable será diferente.



Figura 68. Altura de trabajo en una de las pasarelas de la máquina (Fuente: estudio de campo).

En el caso de accesos en altura, más ocasionales, que se tengan que realizar fuera de las zonas con pasarelas elevadas, y si no hay más opción, se pueden emplear plataformas, tarimas móviles o escaleras (Figura 69) que eleven y acerquen a la persona trabajadora hasta el punto de acceso.



Figura 69. Plataformas y escalera (Fuente: estudio de campo).

Altura de las cubas de mezclas: La altura de las cubas de mezclas debe facilitar el rellenado de las mismas proporcionando una altura para el volcado entre la altura de los nudillos y los codos. Si no es posible, por las dimensiones de las misma, se pueden implantar plataformas que garanticen esta altura de acceso (Figura 70).



Figura 70. Plataformas rodeando las cubas de mezclas para facilitar la altura de acceso (Fuente: Estudio de campo).

Un aspecto importante a considerar es la automatización de la máquina; a mayor grado de automatización, menor será la necesidad de acceso a la misma.

ÁREAS DE ALCANCE:

La profundidad a la que se encuentran las agujas o pinzas en la zona de estiramiento de la rame debe garantizar el acceso a las trabajadoras. Para ello, se deben considerar las dimensiones corporales de las personas de los percentiles más bajos (generalmente se utiliza el P5 femenino), ya que, si el espacio es suficiente para aquellas personas de menores dimensiones, también lo será para aquellas personas con mayores dimensiones. Esta profundidad no debería superar los 597 mm, siendo recomendable si los alcances se realizan de forma intensiva y frecuente de 356 mm. En la Figura 3 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse los alcances máximos para la población femenina en función de la intensidad de uso de los elementos.

ESPACIO PREVISTO PARA EL PASO Y EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Cuando se tenga que acceder a ciertas partes de la máquina, se debe garantizar que existe el espacio suficiente para que la persona que la atiende pueda realizar los movimientos y posturas asociadas a la tarea. Las dimensiones de los espacios previstos para los brazos deben garantizar que estos caben y, además, favorecer la movilidad de los mismos. La normativa establece unas dimensiones de referencia basadas en dimensiones corporales de la población europea (Tabla 2 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género”).

Otra alternativa, para garantizar ese espacio, es diseñar de manera que se puedan extraer o abrir ciertas partes de la máquina. Por ejemplo, puertas de acceso extragrandes que permiten un mejor acceso al interior de la máquina y sus partes (Figura 71).



Figura 71. Puertas de acceso a la máquina (Fuente: Unitech Industries)

Todos los dispositivos de información y mandos deben estar etiquetados e identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Además, deben adaptarse a las necesidades del usuario, así como tener un manejo sencillo.



Figura 72. Diferentes paneles de control (Fuente: Icomatex, Unitech).

En este tipo de máquinas, dada su longitud y las diferentes posiciones en las que puede encontrarse la persona que la opera, hay mandos y pantallas para el control del proceso en diferentes puntos de la misma. Se recomienda que las pantallas y controles se regulen no sólo en orientación (giratorios) sino también en altura. Existe algún modelo con el panel deslizante (Figura 72).



Figura 73. Rame con panel deslizante (Fuente: Monforts)

Por otra parte, la integración de la IA y el IoT en las rames modernas permiten monitorizar en tiempo real, mediante sensores, la temperatura, el contenido de humedad y las dimensiones de la tela. Estos datos se introducen en un sistema de IA que ajusta automáticamente la velocidad y la temperatura para optimizar la calidad y el consumo de energía.

ESFUERZO FÍSICO:

Manejo del tejido en burros o carros: 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 Manipulación Manual de Cargas 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, donde no es necesaria la intervención del esfuerzo humano, hasta equipos mecánicos controlados de forma manual (bobinadoras, transpaletas elevadoras neumáticas, carros motorizados, etc). Aunque algunos de estos elementos no eliminan la manipulación totalmente, consiguen reducirla. Hay que tener en cuenta que, si bien los medios técnicos auxiliares pueden disminuir los riesgos de lesiones músculoesqueléticas, 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.



Figura 74. Sistema de ayuda a la manipulación de tejido
(Fuentes: Bruckner, Zallys)

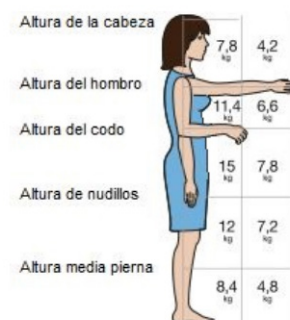
- **Extracción de filtros de pelusa:** Una posible mejora de cara a la extracción de estos elementos sería dotarlos de dos asideros o uno largo (Figura 75), de manera que se pudieran emplear ambas manos para sacar el filtro, aplicando la fuerza de forma simétrica con ambos brazos.



Figura 75. Filtros con un solo asidero largo (Fuentes: Monforts).

- **Manipulación de productos para la preparación de mezclas:** Durante el llenado de las cubas de mezclas se da manipulación manual de cargas asociada a la adición de productos al agua, estos productos se manejan en cubos o garrafas que pueden superar el peso recomendado en función de las condiciones de manipulación. Este peso máximo, varía también en función de la edad y sexo de quien realiza la manipulación, siendo 20 kg en el caso de mujeres entre 20 y 45 años, 15 para mujeres menores de 20 y mayores de 45 años, 25 kg en el caso de hombres de entre 20 y 45 años y 20 kg en el caso de hombres menores de 20 y mayores de 45 años). En la siguiente imagen se recogen el peso máximo en función de la zona de manipulación para mujeres de menos de 20 años y más de 45 años (Figura 76).

Figura 76. Peso teórico máximo de manipulación en función de la zona de manipulación para mujeres de menos de 20 y más de 45 años.



Recuperados: Fase de corte

FUNCIÓN Y UTILIZACIÓN:

La recuperación textil permite crear nuevas fibras recicladas aprovechando los restos inservibles de otros procesos del sector, dándole una nueva vida útil a las materias desechadas y a los recortes de confección.

En empresas de recuperado o reciclaje textil, la materia es en primer lugar cortada-triturada, después mezclada y, por último, desfibrada en el diablo. En esta ficha se recogen las operaciones correspondientes al inicio del proceso de recuperados, que son la apertura de balas y la atención del proceso de cortado. Estas operaciones se corresponden a las dos máquinas iniciales del proceso que son la banda o telera de alimentación y la máquina cortadora-trituradora.

En lo que respecta a la primera operación, la apertura de las balas y la alimentación, la retirada de flejes u otro tipo de ataduras o cercos, se realiza de forma manual con la ayuda de tenazas de corte o cuchillas. Y la retirada de los envoltorios plásticos también se realiza manualmente. El abastecimiento de materia se realiza en algunos casos a través de una cinta transportadora o telera de alimentación (a nivel del suelo o a cierta altura), y en otros, a través de un sistema de aspiración (boca de aspiración situada en el suelo). Las balas se disponen a pie de cinta, o alrededor de la boca de aspiración, de modo que se deja un pasillo o espacio mínimo para que el personal pueda moverse.

Es habitual que una misma persona se encargue de atender varias máquinas en el proceso de reciclado o recuperado de textiles. Las tareas principales desarrolladas por la persona que atiende el proceso son:

- La puesta en marcha y vigilancia del proceso y las máquinas.
- El desembalado de la materia textil mediante la retirada de flejes, cercos o aros y de las telas o plásticos de cobertura.
- Reparto de los diferentes tipos de materias a la telera o banda de alimentación.
- Vigilancia del proceso de alimentación de los trapos e hilachos a las máquinas cortadoras rotativas.
- Intervención del operario en caso de producirse anomalías (obstrucciones, roturas, etc.).
- Mantenimiento y limpieza preventivos.

PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En el estudio de campo se han visto una serie de aspectos, relacionados con la ergonomía de las máquinas, que son susceptibles de mejora. Estos aspectos están relacionados con:

- Alturas de trabajo.
- Áreas de alcance con los brazos.
- Espacio previsto para el acceso de partes del cuerpo.
- Esfuerzo físico.
- Esfuerzo físico.

ALTURAS DE TRABAJO:

Durante la recogida de materia de las balas para la alimentación, se dan desde alturas bajas a alturas elevadas, asociadas a la propia dimensión de las balas. También se dan alturas bajas durante el reparto sobre la telera (Figura 43).



Figura 77. Alturas de acceso a balas y telera (Fuente: estudio de campo).

ÁREAS DE ALCANCE:

Se deben poder alcanzar todos los elementos con los que interactúa la persona trabajadora, sin adoptar posturas forzadas de brazos o tronco (estiramiento del brazo, inclinación o giro del tronco, flexión del brazo, etc). En este puesto se han detectado alcances alejados, o en profundidad, durante la recogida de las balas (Figura 44).

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Entre la telera y las balas de material debe de haber espacio suficiente para garantizar tanto la circulación de las personas, como para facilitar el giro completo del cuerpo durante la alimentación (Figura 45)

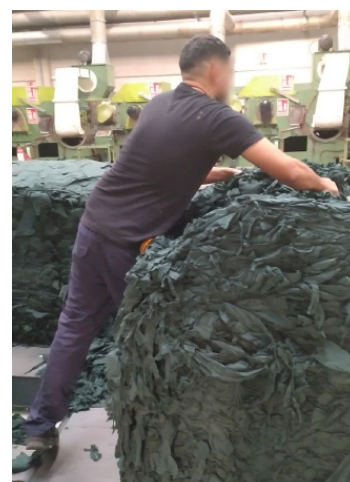


Figura 78. Alcances alejados (Fuente: estudio de campo).



Figura 79. Espacio para el paso en la telera (Fuente: estudio de campo).

ESFUERZO FÍSICO:

Aunque la mayoría del proceso está automatizado, por ejemplo, el corte es totalmente automático, durante la alimentación a la telera se dan ciertos niveles de esfuerzo para desenredar los recortes de tela en la bala (Figura 46).

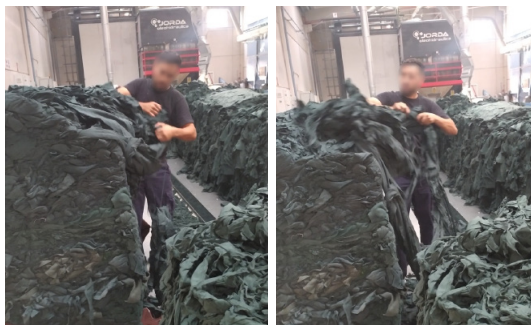


Figura 80. Esfuerzos durante la recogida de material de las balas (Fuente: estudio de campo).

PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

A continuación, se recogen una serie de medidas y propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en este tipo de máquinas.

ALTURAS DE TRABAJO:

La flexión de brazos y la inclinación del tronco en la recogida se debe a dos factores fundamentales que son las alturas de trabajo y las profundidades de recogida, que vienen impuestos por la propia forma y tamaño de la bala.

- Para mejorar las alturas de trabajo, especialmente en la recogida de la materia de las balas, se puede recurrir a la utilización de plataformas, fosos o mesas elevadoras, que proporcionen una altura de recogida más o menos constante. Sin embargo, debido a la altura de las balas y a su desempaquetado no es fácil su implantación debido aspectos relacionados con la seguridad.
- En lo que respecta a las bandas o cintas de transporte, existen diferentes modelos y versiones dependiendo de las necesidades productivas: bandas subterráneas o de foso (Figura 47), bandas de transporte fijas (Figura 48) y bandas de transporte aéreas (Figura 49). Estas están, además, fabricadas, en varias longitudes y anchos de trabajo. En este sentido se debe distinguir si hay o no reparto de material sobre la propia cinta. Si la persona trabajadora no debe acceder a la misma, en ese caso la altura a ras de suelo, o bajo el nivel del suelo, es adecuada, ya que evita elevar los brazos. Sin embargo, si la persona trabajadora debe acceder a la cinta o telera, será más adecuado una cinta con cierta elevación, en cuyo caso es recomendable que tenga una altura por encima de los 70 cm.
- Desde el punto de vista de la repetitividad de brazos, a priori, la configuración con boca de aspiración sería la solución más óptima, ya que evita los movimientos para el reparto sobre la telera. Obviamente su aplicación se limita a determinadas ramas y tipo de materias, no pudiéndose aplicar en el caso de trapos y retales.



Figura 81. Bandas subterráneas (Fuente: estudio de campo; LIDEM).



Figura 82. Banda de transporte fija
(Fuente: LIDEM).

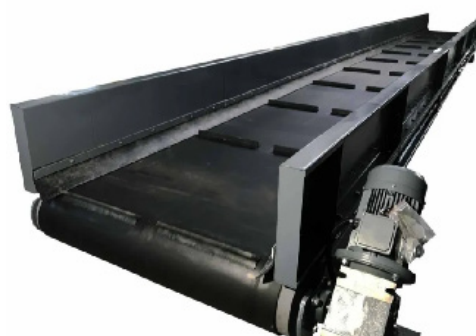


Figura 83. Banda de transporte aérea
(Fuente: LIDEM).

Un aspecto importante a considerar es la automatización de la máquina; a mayor grado de automatización, menor será la necesidad de acceso de la persona trabajadora a la misma. Por ejemplo, mediante la automatización del proceso de alimentación se libera a la persona encargada de vigilar el proceso de la necesidad de acceder, excepto en los casos donde el robot falle. En otros subsectores del textil (hilaturas) se emplean sistemas avanzados como abridoras de balas automáticas (Figura 50),



Figura 84. Abridoras de balas automáticas (Fuentes: Trützschler; Rieter).

si bien es cierto que su empleo tiene un campo de aplicación limitado: a materias primas como fibras naturales (algodón, lino, etc) en copos, y con volúmenes de trabajo elevados. En todos aquellos trabajos manuales, que no se puedan automatizar en este tipo de máquinas, hay que favorecer una postura lo más ergonómica posible. En general, se recomienda que las alturas de trabajo no sobrepasen la altura de hombros de la persona trabajadora ni que queden por debajo de la altura de los nudillos, e idealmente deberían estar comprendidas entre la altura de cintura y codos. En la figura 1 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse las alturas de trabajo recomendadas en función del sexo y del tipo de tarea.

ÁREAS DE ALCANCE CON LOS BRAZOS:

La profundidad de recogida del material de las balas, debe garantizar el acceso a las trabajadoras. Si se establece dicho alcance, o profundidad de recogida, considerando las dimensiones corporales de las personas de los percentiles más bajos, las personas con mayores dimensiones no tendrán ningún problema en alcanzar. Esta profundidad no debería superar los 597 mm, siendo recomendable si los alcances se realizan de forma intensiva y frecuente de 356 mm. En la Figura 3 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse los alcances máximos para la población femenina en función de la intensidad de uso de los elementos. Algunas recomendaciones específicas serían:

- Las balas deberían situarse de forma separada entre ellas, de manera que las personas puedan rodearlas.
- Una alternativa sería inclinar la bala para mejorar el acceso. Una solución a estudiar, para la mejora simultánea de alturas y profundidades de recogida, sería la utilización de unos contenedores que albergaran las balas dotados de un sistema de elevación e inclinación, que fuesen elevándola a un nivel constante y cómodo para su recogida (dotados de una base elevable).
- Otra posibilidad sería, reducir el tamaño de las balas, y colocarlas sobre plataformas elevadoras sencillas.
- Y en última instancia, estaría la posibilidad de automatizar mediante un robot la tarea de alimentación.

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Las dimensiones de los espacios previstos para el paso de personas deben garantizar que estas caben y, además, favorecer la movilidad necesaria para la tarea. Por ejemplo, en las bandas de foso, dar una anchura suficiente a la estructura de placas metálicas, y marcarlas para que las balas no invadan un pasillo mínimo para las personas. La normativa establece unas dimensiones para los espacios libres entre máquinas y otros elementos del entorno para posibilitar la adopción de determinadas posturas, siendo estas (Figura 51):

- Para tirar entre 600 y 800 mm.
- Para empujar entre 700 y 900 mm.
- Y para flexionar rodillas de 800 mm.

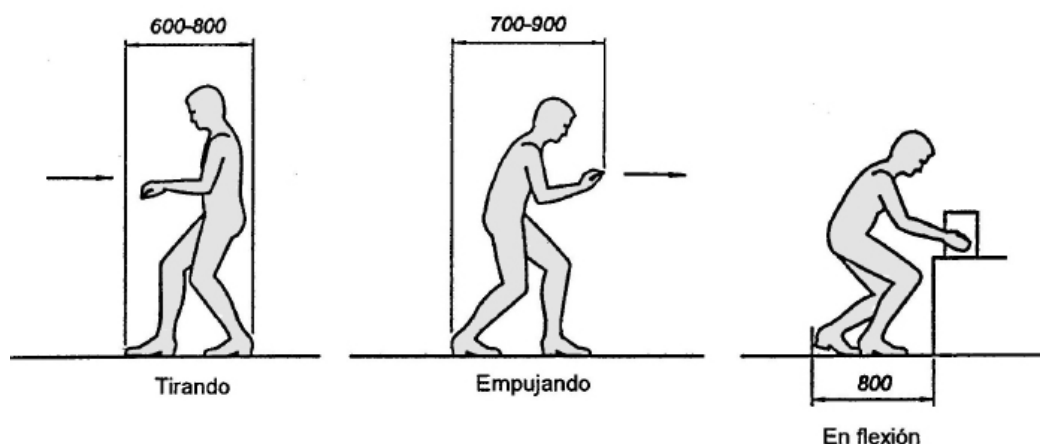


Figura 85. Espacios libres para el trabajo en máquinas (Fuente: UNE EN 14738).

ESFUERZO FÍSICO:

Como ya se ha mencionado, el esfuerzo físico para la tarea propiamente de corte es inexistente, dado que esa parte del proceso está automatizada, normalmente la telera alimenta dos máquinas cortadoras conectadas entre sí y dispuestas a 90° una respecto a la otra (Figura 52). El material triturado se evacua por sistemas de aspiración automáticos hasta el cuarto de mezclas.



Figura 86. Cortadoras dispuestas a 90° (Fuente: LIDEM).

En lo que respecta al esfuerzo asociado a la alimentación de la banda o telera, dependiendo del peso manipulado, y de las condiciones de manipulación (alturas, profundidades de manejo, frecuencias de levantamiento, etc.) podría existir riesgo dorsolumbar. La Guía Técnica de Manipulación Manual de Cargas del INSHT, establece el límite de 3 kg para considerar una carga como potencialmente peligrosa para la región dorsolumbar, por lo cual, en el caso de que se supere dicho límite, deberá ser considerada la evaluación de la manipulación manual de cargas. Se recomienda, por tanto, no superar en la recogida y alimentación de la telera dicho límite de peso.

Tejedora Circular

FUNCIÓN Y UTILIZACIÓN:

Las máquinas de tejer circulares son máquinas diseñadas para producir un tubo de tela sin costura al tejer en un patrón circular o en espiral continuo. Este proceso de tejido se realiza mediante una serie de agujas dispuestas en círculo. El diámetro del tubo se puede ajustar para generar diferentes anchos de tela. Estas máquinas pueden manejar una amplia gama de hilos, desde naturales hasta sintéticos, y crear diferentes patrones. En cuanto a tipologías de máquinas están: las de punto simple, de punto doble para telas más pesadas, de canalé para tejidos elásticos, etcétera.

Es habitual que una misma persona se encargue de atender varias de estas máquinas de manera simultánea. Las tareas principales desarrolladas en la máquina son:

- Programación y configuración según las especificaciones requeridas para el tipo de producto a fabricar.
- Preparación de la máquina: incluye la carga de bobinas de hilo en las filetas, la colocación del tubo vacío donde se enrolla el tejido, etcétera.
- Accionamiento y atención de la máquina, iniciando y supervisando el proceso de tejido, asegurándose de que la máquina funcione correctamente, reponiendo bobinas y solucionando problemas de roturas. Generalmente, estas máquinas disponen de un sistema de detección de problemas y de rotura de hilo, deteniéndose y avisando para que la persona que la atiende pueda solucionarlo y volver a activarla.
- Control de calidad: supervisar el proceso para garantizar la calidad del producto final.
- Mantenimiento y limpieza preventivos.

PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En el estudio de campo se han visto una serie de aspectos, relacionados con la ergonomía de las máquinas, que son susceptibles de mejora. Estos aspectos están relacionados con:

- Alturas de acceso a la máquina.
- Áreas de alcance.
- Espacio previsto para el acceso de partes del cuerpo.
- Mandos y controles.
- Esfuerzo físico.

ALTURAS DE ACCESO A LAS CIRCULARES:

La altura de trabajo o acceso a la máquina condiciona la postura que adopta quien realiza dicho trabajo. Cuando la altura no es correcta, puede llevar asociados una serie de problemas ergonómicos, como son: la adopción de posturas inadecuadas de espalda, cuello, brazos, mala visión, etc. Si los puntos de acceso a la máquina se encuentran muy altos, se pueden generar tensiones y esfuerzos en los hombros al ele-

var los brazos, lo cual también dificultará la ejecución de la tarea y aumentará el riesgo de lesiones en esta zona del cuerpo. Este aspecto puede ser crítico si los accesos se realizaran de forma constante y/o frecuente. En las circulares se han detectado alturas elevadas asociadas a la reposición y alimentación de hilo, y durante la resolución de roturas y problemas con el hilo en alimentadores y carruchas (Figura 53).



Figura 87. Altura de acceso demasiado elevada (Fuente: estudio de campo).

En cambio, cuanto más baja es la altura de acceso, más debe inclinarse la espalda hacia delante, volviéndose la tarea más penosa, y dificultándose la ejecución de la misma. Se ha detectado alturas de acceso bajas, en las circulares, durante la retirada, corte y alimentación de los rollos de tela y en el acceso a las filas inferiores de las filetas de hilo (Figura 54).



Figura 88. Alturas de acceso bajas (Fuente: estudio de campo).

Un aspecto que también afecta a las posturas adoptadas es la localización de las ventanas durante la inspección del tejido. Cuanto más bajas estén localizadas dichas ventanas, más deberá inclinarse la espalda hacia delante, para visionar el interior de la máquina. Dichas ventanas están localizadas en varios puntos y caras de la máquina para poder ver desde diferentes posiciones el interior (Figura 55).

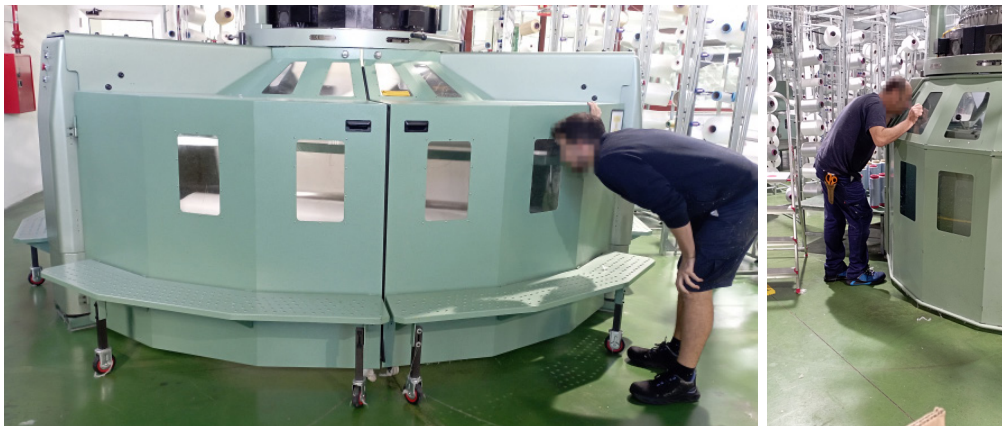


Figura 89. Posturas adoptadas durante la vigilancia/inspección del tejido (Fuente: estudio de campo).

ÁREAS DE ALCANCE:

Se deben poder alcanzar todos los elementos de la máquina con los que interactúa la persona trabajadora, sin adoptar posturas forzadas de brazos o tronco (estiramiento del brazo, inclinación o giro del tronco, flexión del brazo, etc). En las circulares se han detectado alcances alejados, o en profundidad, en algún modelo de máquinas durante el acceso a la zona de las agujas y durante el acceso a la apertura de las puertas (Figura 56).



Figura 90. Alcances alejados (Fuente: estudio de campo).

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Durante el acceso a la parte inferior de la máquina para retirar el rollo de tejido, así como durante el cambio de agujas la propia estructura de la máquina puede llegar a dificultar el acceso a ciertos puntos (Figura 57).



Figura 91. Espacio para el cuerpo y para las manos (Fuente: estudio de campo).

MANDOS Y CONTROLES:

Todos los dispositivos de información y mandos deben estar etiquetados e identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Además, deben adaptarse a las necesidades del usuario, así como tener un manejo sencillo. En ocasiones puede haber mandos identificados en inglés (no en castellano) o incluso mandos sin etiquetar (Figura 92).



Figura 92. Mandos y controles de máquinas circulares (Fuente: estudio de campo).

ESFUERZO FÍSICO:

En las circulares se da manipulación manual de cargas durante la retirada de los rollos de tejido, si bien es cierto que estos en muchos casos no se levantan, por lo que la persona trabajadora no tiene que soportar el peso. La manipulación consiste en arrastrar y/o empujar los carros con dichos rollos (Figura 59). Dependiendo del peso manipulado y de las condiciones de manipulación (alturas, profundidades de manejo, frecuencias de levantamiento, etc.) podría existir riesgo dorsolumbar.



Figura 93. Manipulación manual de rollos (Fuente: estudio de campo).

PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

A continuación, se recogen una serie de medidas y propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en este tipo de máquinas.

ALTURAS DE ACCESO A LAS CIRCULARES:

Durante el trabajo en la circular se tiene que acceder a diferentes puntos a distintas alturas, en función de la tarea a realizar (alimentación y retirada de bobinas de hilo, alimentación del tubo del rollo, retirada del rollo de tejido, programación y control, cambio de agujas, reparaciones de hilo en zona de alimentadores/carruchas, etc.).

Una opción para reducir estas alturas de acceso sería mediante el diseño y/o selección de máquinas circulares más bajas, por ejemplo, diseñando el cilindro, las áreas del cabezal de tejido y/o los mecanismos más compactos, que permitiesen reducir la altura de la máquina.

- **Alimentadores y carruchas:** En el caso del acceso a los alimentadores y carruchas las máquinas suelen estar dotadas de plataformas que permiten la elevación de la persona trabajadora. Estas plataformas o tarimas no suelen siempre estar incluidas en la máquina y, en ocasiones, se fabrican por separado. Por ello, conviene tener en cuenta una serie de aspectos como son
 - Se recomienda que tenga una anchura suficiente para facilitar tanto el tránsito como el trabajo sobre las mismas, sin que los pies sobresalgan fuera (Figura 60).
 - Se recomienda que tenga la altura suficiente para garantizar que las personas con más limitaciones, es decir de menor estatura, pueden alcanzar los puntos de acceso más elevados de la máquina y realizar las intervenciones necesarias con la mejor postura posible.
 - Sería conveniente que la plataforma rodee por completo la máquina, evitando las zonas sin plataforma, para ello deberían de poder plegarse o retirarse para facilitar el acceso a la retirada del rollo de tejido, bien mediante ruedas o bien mediante algún sistema de plegado para su retirada (Figura 61).
 - Si la plataforma es alta, debería de dotarse de un peldaño de acceso que facilite la subida y bajada de la misma (Figura 62).
 - Y en última instancia, si la plataforma no es lo suficientemente ancha, o no rodea por completo la máquina, se puede emplear otros medios auxiliares como son las escaleras, a fin de garantizar el acceso.



Figura 94. Diferentes tipologías de plataformas con diferentes anchos (Fuente: estudio de campo).

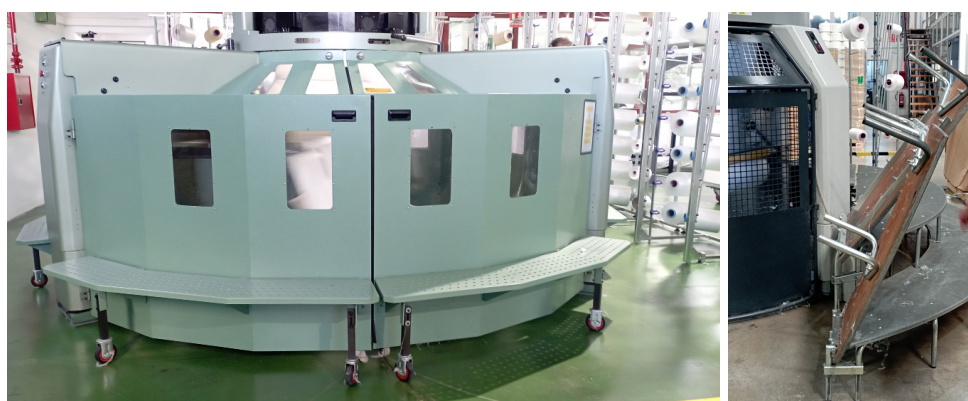


Figura 95. Plataforma retirable (Fuente: estudio de campo).



Figura 96. Plataformas con peldaños (Fuente: estudio de campo).

- **Alimentación y retirada del rollo de tejido:** En relación a la alimentación y retirada de los rollos de tejido, el acceso está localizado en la parte inferior de la máquina. En este caso, se recurre a la ayuda de equipos auxiliares para la manipulación, carretillas o carros bajos, para lo cual el diseño de los soportes en la máquina debe garantizar que son accesibles desde la zona de trabajo, y que la pieza se puede “dejar caer” al carro desde el soporte de la máquina. No obstante, sin en alguna ocasión la persona que atiende la máquina tiene que levantar las piezas manualmente un factor clave para evitar posibles lesiones del tipo musculoesquelético, es considerar la limitación de peso en función de la altura y profundidad de manejo. Desde el punto de vista ergonómico, esta altura debería ser diferente en función del tipo (tamaño y peso) de la pieza a cargar facilitando el manejo, siempre y

cuando la pieza no supere el peso máximo recomendado. Este peso máximo, varía también en función de la edad y sexo de quien realiza la manipulación, siendo 20 kg en el caso de mujeres entre 20 y 45 años, 15 para mujeres menores de 20 y mayores de 45 años (Figura 63), 25 kg en el caso de hombres de entre 20 y 45 años y 20 kg en el caso de hombres menores de 20 y mayores de 45 años). Estos pesos máximos recomendados también serían de aplicación para la alimentación de las bobinas de hilo en las filetas.

- **Hilos:** Se recomienda que la alimentación de las bobinas de hilo en las filetas, no sobrepase la altura de hombros, y que se realice a una altura comprendida entre la altura de los nudillos y la de los hombros. Si no es posible, y es necesario acceder en altura, se pueden emplear medios como son las escaleras.

En general, se recomienda que las alturas de trabajo no sobrepasen la altura de hombros de la persona trabajadora ni que queden por debajo de la altura de los nudillos, e idealmente deberían estar comprendidas entre la altura de cintura y codos. En función de los requisitos de la tarea:

- Para tareas con requerimientos medios de fuerza y precisión, donde se manipulen objetos no muy pesados, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por debajo de los codos.
- Para tareas que requieran un elevado nivel de precisión, y un nivel bajo de fuerza, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por encima de los codos.
- Y para tareas que impliquen aplicar fuerzas elevadas o mover cargas o piezas pesadas, y que no requieran un elevado nivel de precisión, se recomienda una altura de trabajo entre la altura de los nudillos y la altura de los codos (la máxima fuerza de levantamiento se puede hacer cuando el objeto está a la altura de los nudillos).

En la figura 1 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse las alturas de trabajo recomendadas en función del sexo y del tipo de tarea.

Un aspecto importante a considerar es la automatización de la máquina; a mayor grado de automatización, menor puede ser la necesidad de acceso a la misma.

ÁREAS DE ALCANCE:

La profundidad a la que se encuentran las agujas, así como el resto de elementos a los que se tiene que acceder de la máquina, debe garantizar el acceso a las trabajadoras sin adoptar posturas forzadas de brazos o tronco (estiramiento del brazo, inclinación del tronco, etc.). Si se establece dicho alcance considerando las dimensiones corporales de las personas de los percentiles más bajos, las personas con mayores dimensiones no tendrán ningún problema en alcanzar dichos elementos. Esta profundidad no debería superar los 597 mm, siendo recomendable si los alcances se realizan a elementos de uso más intensivo y/o frecuente de 356 mm. En la figura 3 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse los alcances máximos para la población femenina en función de la intensidad de uso de los elementos.

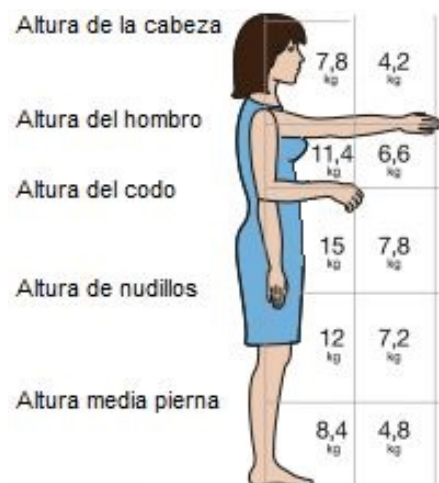


Figura 97. Peso teórico máximo de manipulación en función de la zona de manipulación para mujeres de menos de 20 y más de 45 años.

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Cuando se tenga que acceder a ciertas partes de la máquina, se debe garantizar que existe el espacio suficiente para que la persona que la atiende pueda realizar los movimientos y posturas asociadas a la tarea. Las dimensiones de los espacios previstos para los brazos deben garantizar que estos caben y, además, favorecer la movilidad de los mismos. La normativa establece unas dimensiones de referencia basadas en dimensiones corporales de la población europea (Tabla 2 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género”).

Otra alternativa, para garantizar ese espacio, es diseñar de manera que se puedan extraer o abrir ciertas partes de la máquina. Por ejemplo, mediante portahilos cerámicos abatibles que permiten un acceso más fácil a las agujas de tejer. Estos, además, al ser de material cerámico en lugar de acero afirman crear menos resistencia al hilo y, por tanto, aumentan la vida útil de la aguja (Figura 64).

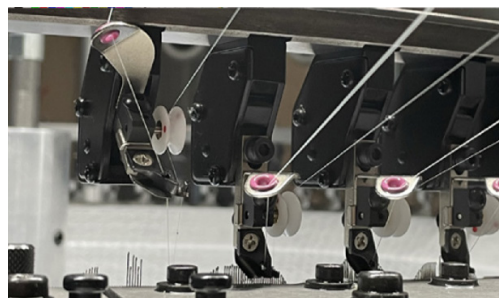


Figura 98. Portahilos abatibles
(Fuente: MAYER).

MANDOS Y CONTROLES:

En general, los mandos de uso frecuente deben de estar situados al alcance inmediato de la persona que opera la máquina, la cual debe poder alcanzar cómodamente, y desde la posición normal de trabajo (Figura 65). En este caso, donde una misma persona atiende varias máquinas y las propias máquinas tienen un área de trabajo amplia, la localización de los mandos está distribuida. La función de cada mando de la máquina debe ser fácilmente identificable y distinguible de la función de los mandos adyacentes. Es conveniente que las etiquetas de identificación, los pictogramas y otros textos o símbolos informativos estén emplazados sobre, o próximos, a los dispositivos de mando a los que estén asociados de forma que sean visibles cuando se accionen.



Figura 99. Mandos
(Fuente: Estudio de campo).

Las máquinas más modernas y avanzadas, ofrecen paneles de manejo separados (pantalla en el puesto, y centro de procesamiento) y uniformes que guían a la persona que las atiende de forma directa hasta el ajuste óptimo. Disponen de sistemas de ayuda, con interfaz en varios idiomas, imágenes y símbolos fáciles de entender, que ayudan en el ajuste de los parámetros de bobi-



Figura 100. Diferentes pantallas de manejo y ayuda (Fuente: Monarch, Mayer).

nado, así como el control de datos y producción al personal. Además, están conectadas a sistemas de monitorización y sincronización de la producción. Dotadas, además, de herramientas de análisis que optimizan la producción y mandan alertas. En caso de fallos, los avisos de error con imágenes ayudan a encontrar rápidamente la solución.

ESFUERZO FÍSICO:

En el apartado de altura de acceso, y más concretamente en el punto correspondiente a la alimentación y retirada del rollo de tejido, se dan recomendaciones relativas al manejo manual de pesos.

En este punto se recogen algunas recomendaciones relativas al empuje y arrastre de carros:

- La primera recomendación, siempre que sea posible, es eliminar el esfuerzo manual. Para ello, se puede contemplar el uso de carros motorizados o asistidos.
- Si no es posible eliminar la fuerza manual de empuje o arrastre, se debe calcular la fuerza máxima, tanto inicial como sostenida, considerando el sexo y edad de la persona que realiza la tarea y las condiciones del transporte (distancias, frecuencias, etc.).
- Es esencial considerar que la altura del codo medida desde el suelo varía entre hombres y mujeres, por lo que la altura óptima del agarre en un empuje o arrastre de cargas también variará.
- La altura más favorable de empuje y arrastre es la del codo, ya que esta permite mantener una postura neutra de muñeca, brazos pegados al cuerpo, codos a 90 grados, y cuello y tronco erguidos y optimiza la transmisión de fuerzas. Hay que tener en cuenta que, en general, la altura del codo medida desde el suelo, varía entre hombres y mujeres, por lo que la altura óptima del agarre en un empuje o arrastre, también variará (Tabla 3).
- Mantener un correcto orden y limpieza en el puesto de trabajo y en el suelo es importante. Además, un adecuado mantenimiento de las ruedas de los carros u otros objetos con ruedas contribuye a la seguridad y eficiencia del proceso.

Otras soluciones existentes en el mercado y que pueden mejorar la ergonomía y reducir el esfuerzo manual son:

- Circulares con función de parada/arranque automático: Proporcionan a la persona que las opera un control total de la máquina, al mismo tiempo que permite opciones de sincronización definidas para las luces, ventiladores y sopladores. Esto da como resultado una facilidad de uso más eficiente de la máquina, así como un funcionamiento con mayor ahorro de energía, especialmente cuando está en modo de espera.
- Sistemas de flujo de aire: Estos sistemas ayudan a eliminar pelusa y reducir la temperatura del cabezal, lo que permite un funcionamiento más estable e intervalos más largos entre revisiones y limpiezas (Figura 68).



Figura 101. Carro con asidero cercano a la altura de codo (Fuente: estudio de campo).

Sexo	Altura recomendada de empuje/ arrastre (mm)
Mujer	913 – 1059
Hombre	970 - 1134

Tabla 4.- Rango de alturas recomendadas de empuje/arrastre en función del sexo (P5 – P95) (Fuente: Benjumea, A. C. (2001)).

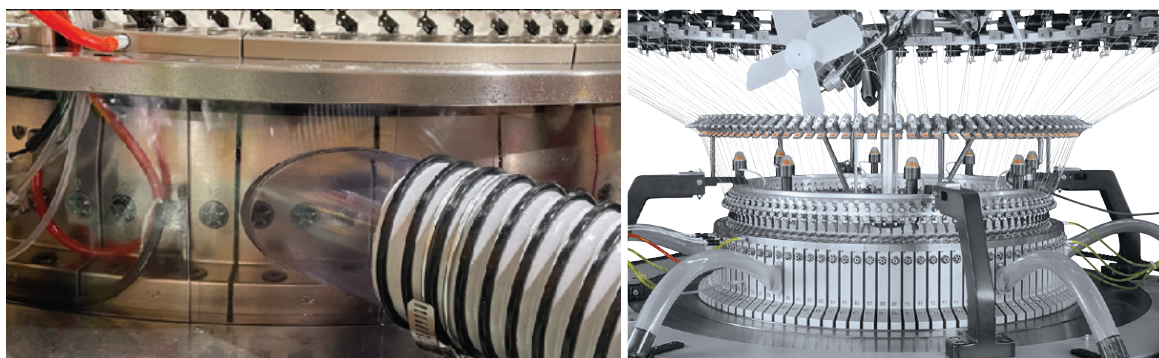


Figura 102. Sistemas de flujo de aire (Fuentes: Monarch; Mayer)

- Agujas de mayor duración: Estas agujas de mayor vida útil reducen los costos de mantenimiento y requieren un menor número de intervenciones para su cambio.

Tejedora Plana

FUNCIÓN Y UTILIZACIÓN:

Las máquinas de tejer planas son máquinas diseñadas para producir tejidos en un proceso semiautomático o totalmente automatizado, empleando un carro en movimiento que transfiere hilo a agujas estacionarias dispuestas en línea recta en una superficie plana. Estas máquinas crean, a partir de trama y de urdimbre, una amplia gama de estilos de tejido, ya sean simples o complejos, pudiendo manejar diferentes tipos de hilos, desde naturales hasta sintéticos.

Es habitual que una misma persona se encargue de atender varias de estas máquinas tejedoras de manera simultánea. Las tareas principales desarrolladas en la máquina son:

- Programación y configuración según las especificaciones requeridas para el tipo de producto a fabricar.
- Preparación de la máquina: incluye la carga de bobinas de hilo en las filetas, la carga del plegador de urdimbre, la colocación del tubo vacío donde se enrolla el tejido, etcétera.
- Accionamiento y atención de la máquina: reposición de conos en la fileta, corrección de roturas en la urdimbre y retirada de la bobina de tejido acabado.
- Supervisión y control de calidad: para garantizar la calidad del producto final. Generalmente, estas máquinas disponen de un sistema de detección de problemas y de rotura de hilo, deteniéndose y avisando para que la persona que la atiende pueda solucionarlo y volver a activarla.
- Mantenimiento y limpieza preventivos.

PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En el estudio de campo se han visto una serie de aspectos, relacionados con la ergonomía de las máquinas, que son susceptibles de mejora. Estos aspectos están relacionados con:

- Alturas de acceso a la máquina.
- Áreas de alcance.
- Espacio previsto para el acceso de partes del cuerpo.
- Mandos y controles.
- Esfuerzo físico.

ALTURAS DE ACCESO A LA MÁQUINA:

La altura de trabajo o acceso a la máquina condiciona la postura que adopta quien realiza dicho trabajo. Cuando la altura no es correcta, puede llevar asociados una serie de problemas ergonómicos, como son: la adopción de posturas inadecuadas de espalda, cuello, brazos, mala visión, etc. Si los puntos de acceso a la máquina se encuentran muy bajos, la persona que atiende la máquina tendrá inclinarse la espalda hacia delante, volviéndose la tarea más penosa, y dificultándose la ejecución de la misma. En este caso,

se ha detectado alturas de acceso bajas, en las máquinas de tejeduría plana, durante la retirada de la bobina de tejido (Figura 69).



Figura 103. Alturas de acceso bajas (Fuente: estudio de campo).

En cambio, si la altura de acceso es elevada, se pueden generar tensiones y esfuerzos excesivos en los hombros al tener que elevar los brazos, lo cual aumentará el riesgo de lesiones en esta zona del cuerpo (Figura 70).



Figura 104. Alturas de acceso elevadas (Fuente: estudio de campo).

ÁREAS DE ALCANCE:

Se deben poder alcanzar todos los elementos de la máquina con los que interactúa la persona trabajadora, sin adoptar posturas forzadas de brazos o tronco (estiramiento del brazo, inclinación o giro del tronco, flexión del brazo, etc). En las máquinas de tejer planas se han detectado alcances alejados, o en profundidad, durante la resolución de problemas (Figura 71).



Figura 105. Alcances alejados (Fuente: estudio de campo).

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Durante el ajuste y acceso a las pinzas o cabezal de la máquina, la propia estructura y partes del telar pueden llegar a dificultar el acceso a ciertos puntos (Figura 72).



Figura 106. Espacio para el cuerpo y para las manos (Fuente: estudio de campo).

MANDOS Y CONTROLES:

Todos los dispositivos de información y mandos deben estar etiquetados e identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Además, deben adaptarse a las necesidades del usuario, así como tener un manejo sencillo. En ocasiones, puede haber mandos identificados en inglés (no en castellano) o incluso mandos sin etiquetar.

ESFUERZO FÍSICO:

En las máquinas de tejer planas se da manipulación manual de cargas durante la retirada de los rollos de tejido, si bien es cierto que estos, no se levantan, por lo que la persona trabajadora no tiene que soportar el peso. La manipulación consiste en arrastrar y/o empujar los carros con dichos rollos. Dependiendo del peso manipulado y de las condiciones de manipulación (alturas, profundidades de manejo, frecuencias de levantamiento, etc.) podría existir riesgo dorsolumbar.



Figura 107. Mandos y controles de máquinas circulares (Fuente: estudio de campo).



Figura 108. Manipulación manual de rollos (Fuente: estudio de campo).

PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

A continuación, se recogen una serie de medidas y propuestas dirigidas a la mejora de las condiciones ergonómicas de trabajo en este tipo de máquinas.

ALTURAS DE ACCESO A LA MÁQUINA:

Durante el trabajo en la tejedora plana se tiene que acceder a diferentes puntos a distintas alturas, en función de la tarea a realizar (alimentación y retirada de bobinas de hilo, programación y control, accesos a la máquina para la resolución de problemas como roturas de hilo, ajustes, etc.).

- En lo que respecta a la parte delantera, la cubierta frontal debe estar diseñada para facilitar el acceso a la máquina cuando realiza operaciones textiles diarias. La altura de trabajo y la inclinación de la cubierta principal, deben proporcionar al tejedor, o tejedora, un acceso fácil y una visibilidad superior de los hilos.
- Para mejorar la altura de acceso en la parte trasera de la máquina, donde se encuentra el plegador de urdimbre, se pueden instalar tarimas que eleven y acerquen a la persona trabajadora (Figura 75)

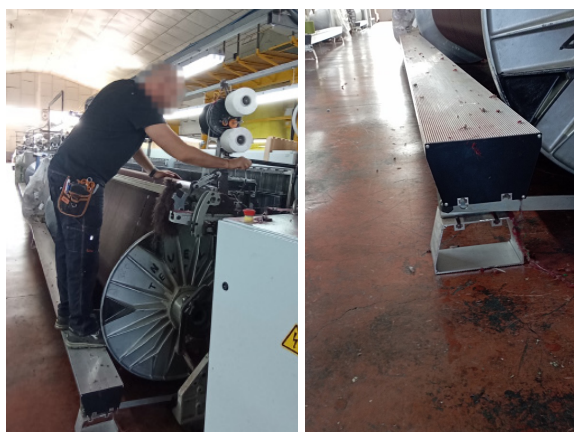


Figura 109. Altura de acceso desde la parte trasera de la máquina (Fuente: estudio de campo).

- Alimentación y retirada de las bobinas de hilo: En relación a la alimentación y retirada de las bobinas de hilo para la trama, desde el punto de vista ergonómico, esta altura debería ser diferente en función del tipo (tamaño y peso) de la pieza a cargar facilitando el manejo, siempre y cuando la pieza no supere el peso máximo recomendado. Este peso máximo, varía también en función de la edad y sexo de quien realiza la manipulación, siendo 20 kg en el caso de mujeres entre 20 y 45 años, 15 para mujeres menores de 20 y mayores de 45 años. Además, el peso máximo varía en función de la altura y profundidad de manejo, reduciéndose a medida que nos alejamos de la zona ideal de manejo (Figura 76).

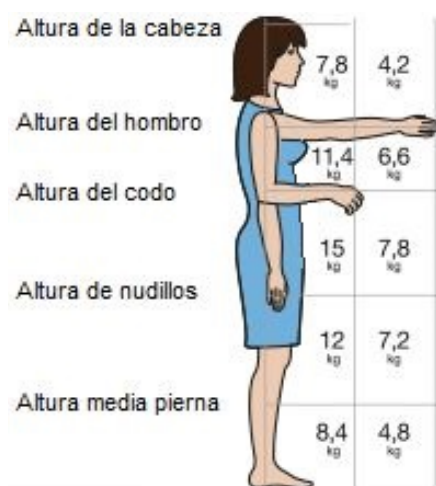


Figura 110. Peso teórico máximo de manipulación en función de la zona de manipulación para mujeres de menos de 20 y más de 45 años.

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. En función de los requisitos de la tarea:

- Para tareas con requerimientos medios de fuerza y precisión, donde se manipulen objetos no muy pesados, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por debajo de los codos.
- Para tareas que requieran un elevado nivel de precisión, y un nivel bajo de fuerza, se recomienda una altura de trabajo ligeramente por encima de los codos.
- Y para tareas que impliquen aplicar fuerzas elevadas o mover cargas o piezas pesadas, y que no requieran un elevado nivel de precisión, se recomienda una altura de trabajo entre la altura de los nudillos y la altura de los codos (la máxima fuerza de levantamiento se puede hacer cuando el objeto está a la altura de los nudillos).

En la figura 1 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse las alturas de trabajo recomendadas en función del sexo y del tipo de tarea.

Un aspecto importante a considerar es la automatización de la máquina; a mayor grado de automatización, menor puede ser la necesidad de acceso del trabajador a la misma.

ÁREAS DE ALCANCE:

La profundidad a la que se encuentran los distintos elementos a alcanzar debe garantizar el acceso a las trabajadoras. Si se establece dicho alcance, o profundidad de recogida, considerando las dimensiones corporales de las personas de los percentiles más bajos, las personas con mayores dimensiones no tendrán ningún problema en alcanzar. Esta profundidad no debería superar los 597 mm, siendo recomendable si los alcances se realizan de forma intensiva y frecuente de 356 mm. En la figura 3 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género” pueden observarse los alcances máximos para la población femenina en función de la intensidad de uso de los elementos.

Una alternativa, si no se puede garantizar esa distancia máxima para el alcance, es que en la máquina se puedan extraer o abrir ciertas partes para garantizar ese acceso. Por ejemplo, mediante, con cubiertas de apertura rápida, u otras partes abatibles que permiten un acceso más fácil tanto al tejido como a la zona de recogida.

ESPACIO PREVISTO PARA EL ACCESO DE PARTES DEL CUERPO:

Cuando se tenga que acceder a ciertas partes de la máquina, se debe garantizar que existe el espacio suficiente para que la persona que la atiende pueda realizar los movimientos y posturas asociadas a la tarea (Figura 77). Las dimensiones de los espacios previstos para las manos y/o los brazos deben permitir tanto que estos caben, como favorecer la movilidad de los mismos. La normativa establece unas dimensiones de referencia basadas en dimensiones corporales de la población europea (Tabla 2 del apartado “Diseño ergonómico de máquinas con enfoque de género”).

Alternativamente, si no se puede garantizar ese espacio, se recomienda que el diseño de la máquina permita la extracción o apertura de ciertas partes; por ejemplo, mediante cubiertas retirables o partes abatibles. Gracias a los sistemas de seguridad de barreras



Figura 111. Espacio para los pies en la máquina (Fuente: estudio de campo).

fotoeléctricas, las máquinas pueden estar provistas de pocas cubiertas, permitiendo un fácil acceso para las operaciones diarias y el mantenimiento.

MANDOS Y CONTROLES:

Los mandos de uso frecuente deben ser fácilmente accesibles desde distintas partes del bastidor delantero de la máquina, garantizando así un control total del funcionamiento de la máquina en todos los anchos para tejer. Por ejemplo, algunas máquinas disponen de botoneras integradas en la propia cubierta frontal (Figura 78). Éstas, dotadas de botones intuitivos, intentan simplificar las operaciones y minimizar el tiempo de inactividad en caso de rotura de hilo.



Figura 112. Botonera integrada en la cubierta frontal de la máquina (Fuentes: Itema; Picanol).

La función de cada mando de la máquina debe ser fácilmente identificable y distinguible de la función de los mandos adyacentes. Es conveniente que las etiquetas de identificación, los pictogramas y otros textos o símbolos informativos estén emplazados sobre, o próximos, a los dispositivos de mando a los que estén asociados de forma que sean visibles cuando se accionen (Figura 79). Las consolas de última generación con pantalla táctil, ofrecen conectividad wifi y bluetooth para monitorizar y gestionar la producción. En caso de fallo o cambios de estado, algunas máquinas lo indican mediante sistemas de aviso mediante codificación de colores (Figura 80).

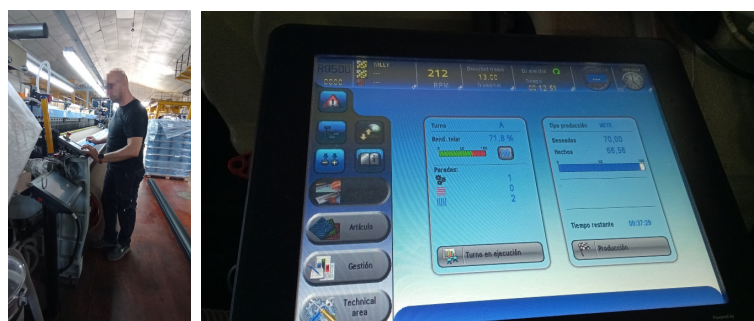


Figura 113. Mandos y controles (Fuente: estudio de campo).

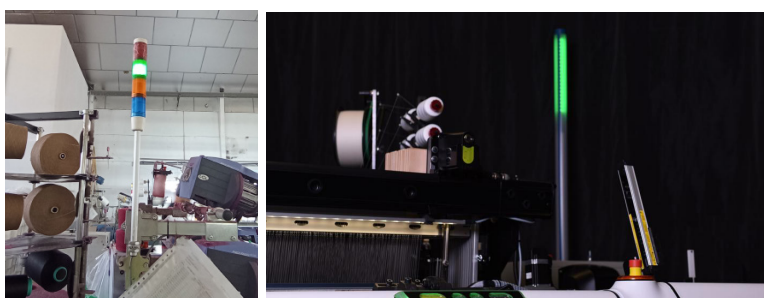


Figura 114. Sistema de indicación de errores mediante codificación de colores (Fuentes: estudio de campo, Picanol).

ESFUERZO FÍSICO:

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 Manipulación Manual de Cargas 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, donde no es necesaria la intervención del esfuerzo humano, hasta equipos mecánicos controlados de forma manual (bobinadoras, transpaletas elevadoras neumáticas, carros motorizados, etc). Aunque algunos de estos elementos no eliminan la manipulación totalmente, consiguen reducirla. Hay que tener en cuenta que, si bien los medios técnicos auxiliares pueden disminuir los riesgos de lesiones músculoesqueléticas, 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. A continuación, se recogen algunos ejemplos:

- Bobinadoras para telar (Figura 81): Se trata de equipos para conectar con todo tipo de telares que se sincronizan con la velocidad de este. Algunos incluyen dispositivos neumáticos de expulsión de rollo, e incluso zona para inspección del tejido.



Figura 115. Bobinadoras para telar (Fuentes: Suntech; Picanol).

- Carros motorizados: Una posibilidad es reemplazar los carros manuales hidráulicos por carros motorizados para urdimbre (Figura 82) y rollos de tela (Figura 83). Algunos carros eléctricos elevadores motorizados para plegadores de urdimbre, son adecuados para el transporte e inserción del plegador de urdimbre a la parte inferior del telar. Además, existen modelos compactos que pueden trabajar en pasillos y espacios limitados (Figura 84).



Figura 116. Carro transportador/elevador para plegadores de urdimbre (Fuente: Suntech).

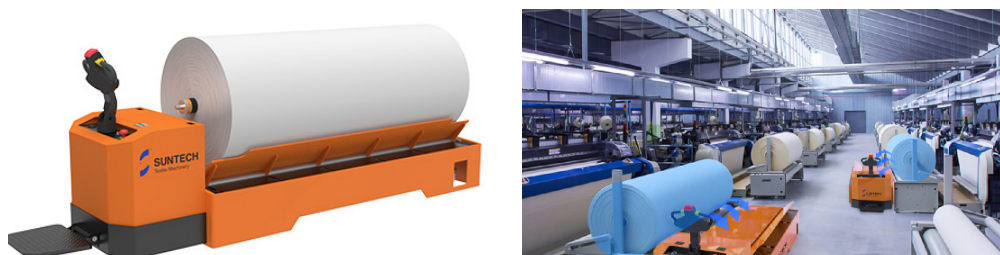


Figura 117. Carro motorizado para el transporte y elevación de rollos de tela (Fuente: Suntech).



Figura 118. Modelos compactos para trabajar en espacios limitados (Fuente: Suntech).

Otras soluciones existentes en el mercado y que pueden mejorar la ergonomía y reducir el esfuerzo manual son:

- Abridor de pinzas ergonómico, que permite realizar la configuración necesaria operaciones en unos pocos y rápidos movimientos y sin necesidad de herramientas adicionales, lo que facilita la puesta en marcha y los ajustes.



Figura 119. Abridor ergonómico (Fuente: Iteima).

Urdidora

FUNCIÓN Y UTILIZACIÓN:

Las máquinas de urdir son fundamentales en el proceso textil previo al tejido. Su función es preparar el hilo de urdimbre, es decir, los hilos longitudinales que se colocarán en el telar.

La urdidora combina y enrolla un conjunto de hilos procedentes de bobinas, dispuestos en paralelo y con una longitud y tensión uniformes, formando lo que se llama urdimbre. Este conjunto se enrolla sobre un cilindro o plegador, que luego se monta en el telar o se lleva a una máquina de encolado. El objetivo del urdido es convertir los paquetes de hilo en un plegador con el ancho y el número de hilos necesarios.

El urdido se divide en dos tipos: urdido directo y urdido seccional. Cada sistema de urdido requiere una tecnología y maquinaria diferentes. En la siguiente tabla (Tabla 5) se muestran los diferentes tipos de urdidoras en función de su uso y características.

Tipo de urdidora	Características	Uso principal
Seccional	El hilo se enrolla en secciones o bandas sobre un tambor cónico. Divide la urdimbre en secciones más pequeñas, las enrolla en un tambor intermedio, y luego las transfiere al plegador, lo que permite manejar hilos de diferentes colores o texturas, y es más flexible para producciones más variadas.	Tejidos de diseño, Jacquard o con urdimbres complejas.
Directo	Los hilos se enrollan directamente desde las bobinas al plegador en una sola operación.	Tejidos uniformes o de producción masiva.

Tabla 5. Tipos de urdidoras

En el sistema de urdimbre directo la máquina se divide en dos partes: el cabezal y las filetas (o creel). Mientras que, en el sistema de urdimbre seccional, la maquinaria es un poco más compleja, y está formada por la fileta de bobinas, un tambor o bota intermedio y la una unidad plegadora. A diferencia del sistema directo, en el urdido seccional, para la realización de los plegadores, primero se enrollan los hilos de la fileta en la bota intermedia mediante fajas. Concluyendo el proceso con el transporte del hilo al plegador final.

En este tipo de puestos, es habitual que una misma persona se encargue de atender varias de estas máquinas de manera simultánea. Las tareas principales desarrolladas son:

- Colocación de las bobinas en las filetas y enhebrado.
- Supervisión de la tensión y paralelismo.
- Corrección de roturas o enredos de hilo.
- Control de la velocidad y parámetros desde el panel de mando.
- Retirada del plegador terminando y colocación de uno nuevo.
- Mantenimiento y limpieza preventivos.

PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En el estudio de campo se han visto una serie de aspectos, relacionados con la ergonomía de las máquinas, que son susceptibles de mejora. Estos aspectos están relacionados con:

- Alturas de acceso a la máquina.
- Áreas de alcance.
- Mandos y controles.
- Esfuerzo físico.

ALTURAS DE ACCESO A LA MÁQUINA:

La altura de trabajo o acceso a la máquina condiciona la postura que adopta quien realiza dicho trabajo. Cuando la altura no es correcta, puede llevar asociados una serie de problemas ergonómicos, como son: la adopción de posturas inadecuadas de espalda, cuello, brazos, mala visión, etc. Si los puntos de acceso a la máquina se encuentran muy bajos, la persona que atiende la máquina tendrá inclinarse la espalda hacia delante o flexionar las rodillas, volviéndose la tarea más penosa, y dificultándose la ejecución de la misma. En este caso, se ha detectado alturas de acceso bajas durante la alimentación de los conos de hilo situados más bajo, así como en la preparación final y retirada del plegador (Figura 120).



Figura 120. Alturas de acceso bajas (Fuente: estudio de campo).

En cambio, si la altura de acceso es elevada, se pueden generar tensiones y esfuerzos excesivos en los hombros al tener que elevar los brazos, lo cual aumentará el riesgo de lesiones en esta zona del cuerpo. Se han detectado alturas elevadas durante el emparralado en las filetas (Figura 121).



Figura 121. Alturas de acceso elevadas (Fuente: estudio de campo).

ÁREAS DE ALCANCE:

Se deben poder alcanzar todos los elementos de la máquina con los que interactúa la persona trabajadora, sin adoptar posturas forzadas de brazos o tronco (estiramiento del brazo, inclinación o giro del tronco, flexión del brazo, etc). En el estudio de campo se han detectado alcances alejados, o en profundidad, durante el cambio de faja y cruces (Figura 122).



Figura 122. Alcances alejados (Fuente: estudio de campo).

MANDOS Y CONTROLES:

Todos los dispositivos de información y mandos deben estar etiquetados e identificados según su función (al menos en castellano), y ser accesibles, en la medida de lo posible, desde la posición de trabajo. Además, deben adaptarse a las necesidades del usuario, así como tener un manejo sencillo. En ocasiones son reorientables en función de la posición de trabajo y se pueden deslizar longitudinalmente en la zona del plegador, sin embargo, la altura es fija.



Figura 123. Mandos suspendidos (Fuente: estudio de campo).

ESFUERZO FÍSICO:

En las máquinas de urdir se da manipulación manual de cargas durante la retirada de los rollos de tejido, si bien es cierto que estos, no se levantan, por lo que la persona trabajadora no tiene que soportar el peso. La manipulación consiste en arrastrar y/o empujar los carros con dichos rollos. Dependiendo del peso manipulado y de las condiciones de manipulación (alturas, profundidades de manejo, frecuencias de levantamiento, etc.) podría existir riesgo dorsolumbar.

PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

ALTURAS DE ACCESO:

Durante el trabajo en la urdidora se tiene que acceder a diferentes puntos a distintas alturas, en función de la tarea a realizar (alimentación y retirada de bobinas de hilo en las filetas, cambios de faja y cruces, anudado, programación y control, accesos a la máquina para la resolución de problemas, ajustes, etc.).

En general, se recomienda que las alturas de trabajo no sobrepasen la altura de hombros de la persona trabajadora ni que queden por debajo de la altura de los nudillos, e, idealmente deberían estar comprendidas entre la altura de cintura y codos.

- En lo que respecta a la parte del cabezal, donde se encuentra el plegador, la cubierta frontal debe estar diseñada para facilitar el acceso al plegador cuando realiza operaciones rutinarias de atención de la máquina. En las máquinas modernas actuales no hay cubierta, la máquina durante el ciclo está cerrada o protegida por una protección o barrera que se retira para el acceso una vez el ciclo de urdido ha finalizado, dejando acceso total al plegador (Figura 124).



Figura 124. Acceso al plegador (Fuentes: Karl Mayer, estudio de campo, Comsat).

- Para mejorar la altura de acceso en máquinas menos modernas, o bien al tambor en la urdidora seccional, se pueden instalar tarimas que eleven y acerquen a la persona trabajadora en caso de ser necesario (Figura 125).



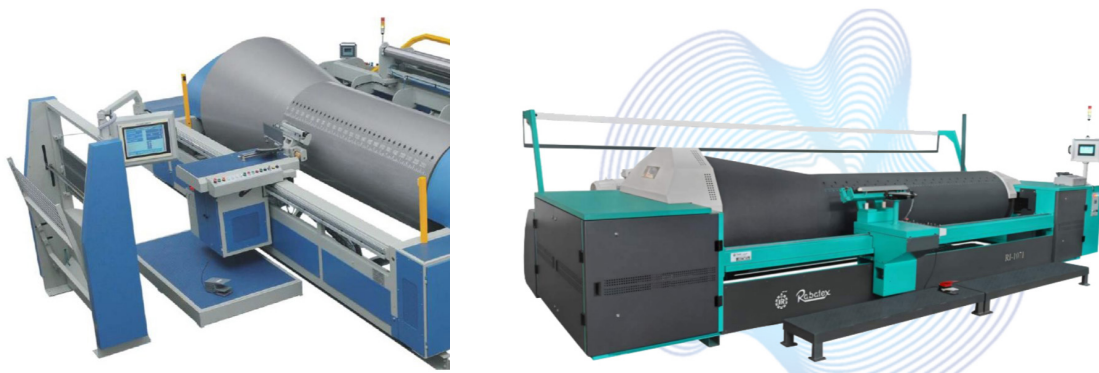


Figura 125. Urdidoras con plataformas para facilitar el acceso
(Fuente: Texma, Prashant Gamatex, Rabatex).

- Para mejorar la altura de acceso a las filetas: existen diversos sistemas que buscan facilitar la carga de las bobinas en función de la aplicación (Figura 126): filetas con reserva, filetas con carro, filetas con carro giratorio, etcétera. Por ejemplo, la fileta equipada con carros porta bobinas a doble cara, permite sacarlos fuera de la fileta, y colocar las bobinas fuera de ella, disminuyendo el tiempo muerto del urdidor, al poder urdir mientras se está llenando de bobinas el juego de carros vacíos. También existen filetas construidas con segmentos portabobinas giratorios y a doble cara, permitiendo de esta forma guarnecer el nuevo juego de bobinas en la cara exterior, mientras el urdidor está trabajando con las bobinas de la cara interior. Aunque estos sistemas, buscan más la mejora de la productividad que de la mejora de la ergonomía, si posibilitan la opción de llenar esos carros en un lugar habilitado con plataformas y/o foso que ayude a su llenado a una altura más adecuada y constante.



Figura 126. Fileta con carros alimentadores intercambiables
(Fuente: Texma, COMSAT)

- Alternativamente se podría plantear la instalación en cada lateral de la fileta de un manipulador de bobinas (Figura 127) que permite cargar bobinas pesadas más fácilmente. Se trata de un sistema equilibrado neumático montado sobre guías disponible en diferentes tamaños y tipos de pinza para adaptarse a las bobinas.



Figura 127. Manipulador de bobinas (Fuente:COMSAT)

Un aspecto importante a considerar es la automatización de la máquina; a mayor grado de automatización, menor puede ser la necesidad de acceso del personal a la misma para determinadas tareas, limitándose su intervención a la supervisión de las mismas. Por ejemplo, mediante la automatización del proceso de carga y la alimentación de bobinas.

ÁREAS DE ALCANCE:

La profundidad a la que se encuentran los distintos elementos a alcanzar debe garantizar el acceso a las trabajadoras. Si se establece dicho alcance, o profundidad de recogida, considerando las dimensiones corporales de las personas de los percentiles más bajos, las personas con mayores dimensiones no tendrán ningún problema en alcanzar. Esta profundidad no debería superar los 597 mm, siendo recomendable si los alcances se realizan de forma intensiva y frecuente de 356 mm. En el caso de las filetas esta profundidad está garantizada al no existir barreras físicas que impidan el acceso directo al portabobinas. En el caso del cabezal, donde se encuentra el plegador, como ya se ha mencionado en el punto anterior, las máquinas más modernas han eliminado la cubierta lo que garantiza un acceso directo.

Sin embargo, en las urdidoras seccionales, la mesa de urdido puede generar problemas de alcance si es muy ancha o aleja excesivamente del punto de acceso a la trabajadora. La mesa de urdido debe facilitar el acceso tanto a los hilos como al conjunto de mandos de control que en esta están localizados. Se deben seleccionar aquellos modelos con un perfil o forma más estrecho, y de formas redondeadas u orgánicas que faciliten el trabajo. Además, sería recomendable que dispusieran de pantalla en el propio punto de trabajo para facilitar información útil a la persona trabajadora.



Figura 128. Diferentes diseños de mesa de urdido (Fuentes: Comsat, Bobbiler).

En este caso, también, un aspecto importante a considerar es la automatización de la máquina; a mayor grado de automatización, menor puede ser la necesidad de acceso del personal a la misma para determinadas tareas, limitándose su intervención a la supervisión de las mismas. Por ejemplo, existen máquinas tecnológicamente avanzadas con urdido y cambio entre secciones automático (Figura 129 y Figura 130).



Figura 129. Máquina seccional automática (Fuentes: Karl Mayer, PRASHANT GROUP)

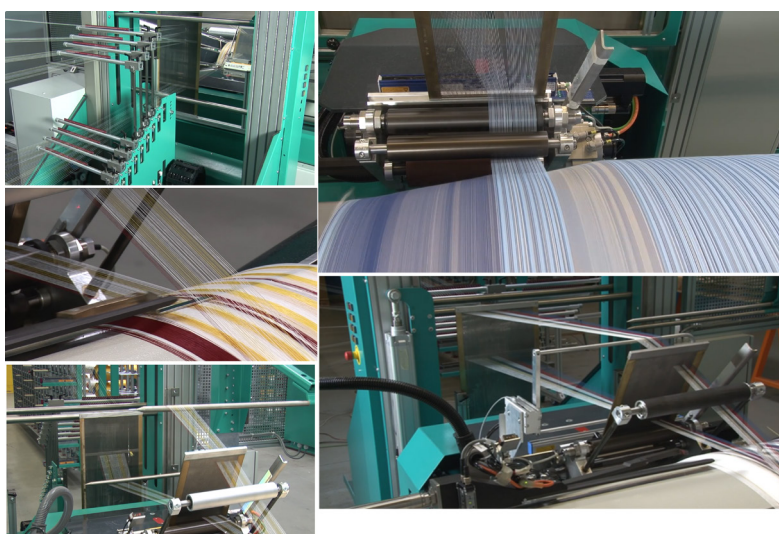


Figura 130. Máquina seccional automática (Fuentes: Karl Mayer)

MANDOS Y CONTROLES:

Los mandos de uso frecuente deben ser fácilmente accesibles desde distintas partes del bastidor de la máquina (zona de filetas, grupo de plegado, etc.) garantizando así un control total del funcionamiento de la máquina en todos los puntos de trabajo. La función de cada mando de la máquina debe ser fácilmente identificable y distinguible de la función de los mandos adyacentes. Es conveniente que las etiquetas de identificación, los pictogramas y otros textos o símbolos informativos estén emplazados sobre, o próximos, a los dispositivos de mando a los que estén asociados de forma que sean visibles cuando se accionen. Las urdidoras de última generación disponen de pantalla táctil orientables (Figura 131), y en algún caso deslizable (Figura 131, izquierda) que permiten acomodar la pantalla. También ofrecen sistemas de conectividad para monitorizar y gestionar la producción. En caso de fallo o cambios de estado, algunas máquinas lo indican mediante sistemas de aviso mediante codificación de colores.

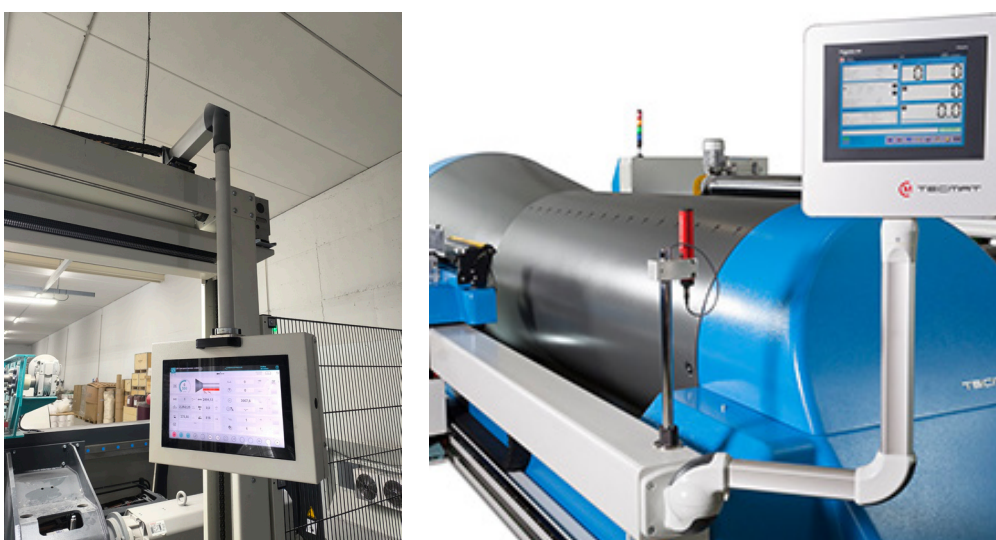


Figura 131. Paneles táctiles en diferentes puntos de la máquina
(Fuentes: Karl Mayer, Comsat)

Sistema de información para filetas que informa de los valores de tensión en tiempo real de cada posición, permitiendo el ajuste de los límites de desviación (Figura 132).



Figura 132. Sistema de información y control de tensión (Fuente: COMSAT)

ESFUERZO FÍSICO:

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 Manipulación Manual de Cargas 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, donde no es necesaria la intervención del esfuerzo humano, hasta equipos mecánicos controlados de forma manual (carros motorizados, etc). Aunque algunos de estos elementos no eliminan la manipulación totalmente, consiguen reducirla. Hay que tener en cuenta que, si bien los medios técnicos auxiliares pueden disminuir los riesgos de lesiones músculoesqueléticas, 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. A continuación, se recogen algunos ejemplos:

- **Carro elevador-transportador para plegadores:** Los carros para plegadores de urdimbre (Figura 133) son equipos especializados utilizados en la industria textil para el transporte, carga y descarga de plegadores de urdimbre (rollos grandes de hilo) desde el suelo o el almacenamiento hasta el telar. Estos carros pueden ser hidráulicos o eléctricos/motorizados, y están diseñados para manejar pesos considerables y diámetros variados de plegadores, ofreciendo movilidad a través de ruedas y facilitando el proceso de cambio de plegadores en la producción textil.



Figura 133. Carros transportadores/elevadores para plegadores de urdimbre
(Fuente: Estudio de campo-Genkinger, Suntech, Kohl Textil-Technik).

- **Almacenador computerizado:** Los sistemas automáticos de almacenamiento de plegadores de urdimbre (Figura 134) permiten aprovechar el espacio y evitar daños a los plegadores de urdimbre listos. Están disponibles en diferentes modelos para manejar cada situación particular. Por ejemplo, la carga y la descarga pueden realizarse desde una posición a varias posiciones en uno o varios niveles.

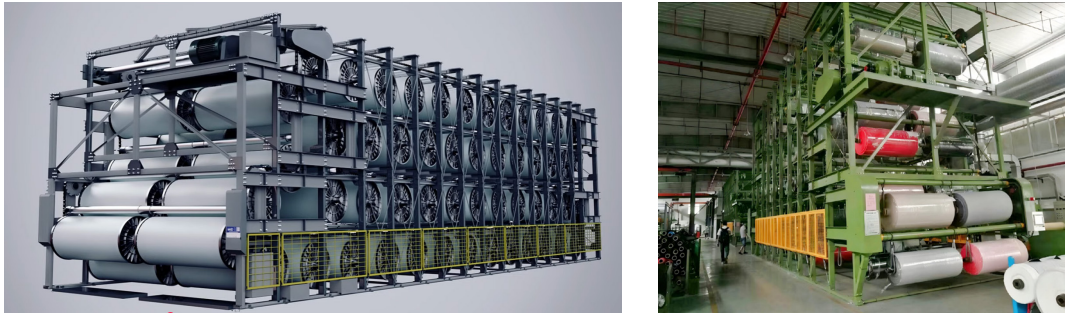


Figura 134. Almacén computerizado (Fuente: Suntech; Calix).

Otras soluciones existentes en el mercado y que pueden mejorar las condiciones ergonómicas de trabajo en esta máquina:

- **Sistemas robóticos para la alimentación automatizada de bobinas** (Figura 135): Estos sistemas de carga utilizan robots industriales estándar de 6 ejes, y pueden incorporar un séptimo eje para permitir la carga en más posiciones. Estos sistemas se utilizan junto con módulos de creel o filetas móviles, donde la fileta funciona en configuración de trabajo y reserva. Mientras está en funcionamiento, se pueden cargar los módulos de reserva en el sistema y cargar paquetes de hilo. Los sistemas suelen tener dos áreas de carga, una a cada lado del robot. Esto permite que el robot funcione al 100%, ya que permite a los operarios cargar/descargar un lado del sistema mientras el robot carga el otro. Se pueden utilizar plataformas giratorias para rotar automáticamente el módulo de creel o fileta y permitir el acceso a ambos lados para la carga. Para aplicaciones de alimentación fija, este mismo fabricante recomienda el sistema Robot-AGV (Figura 136).



Figura 135. Sistema robótico de alimentación de bobinas (Fuente: Cygnet Texkimp)



Figura 136. Vehículo de guía automático (AGV) con brazo robot (Fuente: Cygnet Texkimp)

La función principal de la fileta de la urdidora es dar soporte a las bobinas utilizadas en el proceso de urdido. Generalmente, el portabobinas también incluye funciones como el control de la tensión del hilo, la protección contra roturas y la indicación de señales. Estas funciones influyen significativamente en la mejora de la velocidad, la calidad y la eficiencia del proceso de urdido. Algunos ejemplos son:

- **Tensores para fileta con autolimpieza:** Tensores dotados de un sistema de auto limpieza para evitar cambios de tensión producidos por la suciedad en los platillos, y alargando la vida de los mismos (Figura 137).



Figura 137. Tensores dotados de sistema auto limpieza (Fuente: Comsat)

- **Pinzas de bloque** diseñadas para el enhebrado fácil para una colocación rápida del hilo en la posición de trabajo (Figura 138).



Figura 138. Pinzas (Fuente: Comsat)

- **Paraurdibres piezoeléctricos autoconectables:** que leen y monitorizan la rotura de hilos, produciendo la parada inmediata cuando algún hilo se rompe o sobrepasa los valores programados de tensión (Figura 139).



Figura 139. Paraurdibres (Fuente: Comsat)

REFERENCIAS

- AENOR. 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. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- AENOR. 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. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- AENOR. 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. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- AENOR. UNE-EN 14738:2010. Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- Álvarez, A., 2017, Nota Técnica de Prevención 1088: Alcance máximo y normal en el plano horizontal, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Benjumea, A. C. (2001). Datos antropométricos de la población laboral española. Prevención, trabajo y salud: Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (14), 22-30.
- Castelló, P., Piedrabuena, A., Ferreras, A., García, C., Murcia, J., Corrales, J. M., Casañ, C., Rodrigo, J. (2010) ERGOMAD: Manual de Ergonomía para Máquinas del Sector de Transformados de Madera. IBV, Valencia.
- Castelló, P., Oltra, A., Pagán, P., Sendra, R., Murcia, J., Corrales, J. M., Casañ, C., Rodrigo, J. (2010) ERGOMETAL: Manual de Ergonomía para Máquinas del Sector Metal. IBV, Valencia.
- Castelló, P., García, C., Piedrabuena, A., Ferreras, A., Montero, J., Chirivella, C., ... & Prat, J. (2004). Estudio de las condiciones ergonómicas del trabajo en el sector textil. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- IBV (2023). Proyecto (IMDEEA/2022/23) de Integración de la perspectiva de género en los criterios de adecuación ergonómica de entornos laborales, financiado por el programa 2022 de ayudas del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) dirigida a centros tecnológicos de la Comunitat Valenciana para el desarrollo de proyectos de I+D de carácter no económico realizados en colaboración con empresas, cofinanciado por la Unión Europea.
- IBV (2022). Guía de recomendaciones para la incorporación del enfoque de género en la adecuación ergonómica. Proyecto IMDEEA/2021/33 financiado por el programa 2021 de ayudas del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) de Integración de la perspectiva de género en los criterios de adecuación ergonómica de entornos laborales.
- IBV (2020). Integración de la perspectiva de género en los criterios de adecuación ergonómica de entornos laborales. <https://genero.ibv.org/manual>
- IBV (2000). Ergo/IBV – Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.
- INSHT (2016). Herramientas manuales: criterios ergonómicos y de seguridad para su selección. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- INSHT (2003). Guía Técnica para la evaluación y prevención de riesgos relativos a la manipulación manual de
- cargas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- ISO 11228-1:2021(en) Ergonomics — Manual handling — Part 1: Lifting, lowering and carrying. International Organization for Standardization (ISO).
- NIOSH (2006). Ergonomía Fácil: Guía para la Selección de Herramientas de herramientas manuales. Madrid: INSHT, 2006, 14 p, ISBN 84-7425-718-2.
- Proyectos NC: AS-0212/2014, AS-0213/2014 y AS-0214/2014, “Aplicación para el diagnóstico y ayuda a la solución de riesgos ergonómicos en puestos de trabajo del sector textil”, con la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales (Convocatoria de asignación de recursos del ejercicio 2014)”. Disponible en: <https://textil.ibv.org/> (13/09/2022).
- Reglamento (UE) 2023/1230 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de junio de 2023, relativo a las máquinas, y por el que se derogan la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y la Directiva 73/361/CEE del Consejo.

Proyecto/acción (TRCOIN/2025/18)
apoyado/a por la Conselleria de
Educación, Cultura, Universidades
y Empleo en el marco de las sub-
venciones en materia de colabo-
ración institucional, a través de
acciones sectoriales e intersec-
toriales mediante programas o
actuaciones en materia de pre-
vención de riesgos laborales en
la Comunitat Valenciana para el
ejercicio 2025.

