

## Ergonomic analysis of workplaces in a company, manufacturing equipment for the building sector

Ulma Construcción, is a division of the group ULMA, active in the manufacturing and marketing of industrialised systems for the building sector. Within its work and effort to improve the ergonomics of the workplace, Ulma Construcción entrusted the Institute of Biomechanics of Valencia (IBV) with the ergonomic analysis of a range of workplaces. The analysis evaluated risks of the different tasks associated with the physic weight and it determined the factors that influence these risks. Based on this data, ergonomic improvements of the workplaces and tasks were proposed. All this is a part of the assessment activities of the IBV.

### METODOLOGÍA

La metodología utilizada para realizar el estudio se desglosa en las siguientes fases:

**1. Recopilación de la información del puesto.** Esta fase se ha realizado en la propia empresa, mediante los siguientes pasos: filmación en vídeo de las actividades, análisis de las actividades (tiempos, operaciones, equipos utilizados, pesos manipulados, etc.), análisis de los aspectos organizativos del trabajo (rotaciones, turnos, etc.), análisis dimensional de los espacios de trabajo (alturas, profundidades, etc.), y realización de encuestas a los trabajadores.

**2. Evaluación del riesgo ergonómico.** Esta fase se realizó en el Laboratorio de Ergonomía del IBV, a partir de la información recopilada en la fase anterior y aplicando el método ERGO/IBV® de evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física. Este método permite analizar tareas de manipulación manual de cargas, tareas repetitivas y tareas con posturas forzadas (Figura 1).



Figura 1. Método ERGO/IBV®.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO DE PUESTOS DE TRABAJO EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE EQUIPAMIENTO PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Purificación Castelló Mercé  
Instituto de Biomecánica de Valencia

**ULMA CONSTRUCCIÓN, ES UNA DIVISIÓN DEL GRUPO ULMA, QUE** se dedica a la fabricación y comercialización de sistemas industrializados para el sector de la construcción. Esta empresa dentro de su labor y esfuerzo por mejorar la ergonomía del puesto de trabajo, encargó al Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) el análisis ergonómico de una serie de puestos. En este análisis se evaluaron los riesgos asociados a la carga física de las tareas, se determinaron los factores que influyen en estos riesgos y se propusieron mejoras ergonómicas de los puestos y de las tareas. Todo ello enmarcado dentro de las actividades de asesoramiento del IBV.

En las tareas de manejo manual de cargas ERGO/IBV® calcula un *índice de riesgo*:

Índice de riesgo < 1	Riesgo aceptable
Índice de riesgo entre 1 y 1,6	Riesgo moderado
Índice de riesgo > 1,6	Riesgo inaceptable





En las tareas con movimientos repetitivos o posturas forzadas ERGO/IBV considera cuatro niveles de riesgo:

- NIVEL I: Riesgo aceptable
- NIVEL II: Riesgo moderado (mejorable, aunque no es necesario a corto plazo)
- NIVEL III: Riesgo alto (rediseñar el puesto/tarea)
- NIVEL IV: Riesgo muy alto (prioridad de rediseño)

Mediante ERGO/IBV® pueden además determinarse los factores de riesgo más importantes que influyen en la penosidad de la tarea.

**3. Propuesta de rediseño.** En esta fase se propusieron mejoras para reducir los niveles de riesgo por carga física a límites aceptables. Estas mejoras se refieren, principalmente, a modificaciones en los puestos de trabajo (alturas, profundidades,...), los ritmos, la organización de la tarea, elementos de manutención, los pesos manejados, etc. >

**TABLA I. DESCRIPCIÓN Y RIESGOS DE LOS PUESTOS EVALUADOS**

DESCRIPCIÓN		RIESGOS PARA CARGA FÍSICA
	<p><b>PUESTO 1. SOLDADURA.</b> La tarea consiste en introducir los tubos (cuerpo principal del puntal) y dos piezas que se le han de soldar en los extremos (una rosca y una base). Una vez finalizada la operación, el operario retira la pieza de la máquina y la deposita en otra paleta (<b>Figura 2</b>). Los pesos levantados oscilan entre 13 y 18 kg.</p>	<p><b>MANEJO MANUAL DE CARGAS</b> Índice: 2,15 <b>MOVIMIENTOS REPETITIVOS</b> II en cuello III en muñeca <b>POSTURAS FORZADAS</b> III y IV (tronco inclinado y girado, apoyo sobre una pierna)</p>
	<p><b>PUESTO 2. CARGA DE LA CADENA DE PINTURA.</b> Los trabajadores cogen las piezas de las palas, y las enganchan en los soportes de pintado, que van suspendidos del transportador aéreo (<b>Figura 3</b>). El modo de manipulación depende de la pieza: Las piezas de mayor longitud se manejan entre dos trabajadores, y además, deben colocarse en horizontal. Dependiendo del peso, la forma de la pieza y del propio trabajador, los tubos se manipulan de uno en uno, o de dos en dos. Los pesos levantados están comprendidos entre 7 y 13.5 kg. Se agruparon las piezas analizadas en 3 grupos A, B y C; Correspondiendo B a la carga vertical y, A y C a la carga horizontal.</p>	<p><b>MANEJO MANUAL DE CARGAS</b> Índice A: 1,86 /3,38 (media/ larga duración)* Índice B: 1,70 /1,45 (manejando 1 / 2 piezas) Índice C: 1,9 /3,6 (media/ larga duración)*</p>
* Se trataría de larga duración cuando se trabaja en una tarea de la misma naturaleza (en este caso levantamientos) más de 2 horas, o menos de 2 horas pero sin alternar al menos un 30% del tiempo con períodos de trabajo de distinto tipo.		
	<p><b>PUESTO 3. DESCARGA DE LA LÍNEA DE MONTAJE MANUAL DE PUNTALES.</b> Los 3 operarios en la línea de montaje se turnan en este puesto. La tarea consiste en recoger el puntal (13,8 kg), ya montado, y depositarlo en una paleta. Además, coloca entre las filas de puntales dos listones de madera (<b>Figura 4</b>).</p>	<p><b>MANEJO MANUAL DE CARGAS</b> Índice: 3,14</p>
	<p><b>PUESTO 4. CARGA/DESCARGA DE LA LÍNEA DE MONTAJE AUTOMÁTICO DE PUNTALES.</b> Se alimenta la línea por un lado con los tubos interiores, y por otro, con los exteriores. Los operarios deben girar 180°. Los puntales completos (al final de la línea de montaje) son manejados entre dos personas (<b>Figura 5</b>). Los pesos de estos puntales son: 28.2, 31.7 y 36.4 kg.</p>	<p><b>MANEJO MANUAL DE CARGAS</b> Índice carga: 2,3 Índice descarga: 1,5</p>

**Figura 2.** Puesto 1: Soldadura · **Figura 3.** Puesto 2: Carga de la cadena de pintura · **Figura 4.** Puesto 3: Descarga de la línea de montaje de puntales manual · **Figura 5.** Puesto 4: Carga/Descarga de la línea de montaje automática de puntales.

**> PUESTOS ANALIZADOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN**

Los puestos analizados son todos de manipulación de piezas metálicas de forma manual, donde existe esencialmente carga física asociada al levantamiento de cargas. Se trata de puestos de alimentación de maquinaria y retirada de piezas, y de carga en líneas de transporte aéreo. La manipulación de las piezas más pesadas no se realiza de forma manual, se emplean para ello manipuladores.

Los puestos evaluados son problemáticos por la carga física asociada, de ahí que la empresa decidiera abordar su análisis. Además se han estudiado con los productos más desfavorables desde el punto de vista ergonómico, dato que se debe tener en cuenta en la lectura de los índices de riesgo obtenidos (se trata de un riesgo superior al real).

Se ha observado que los trabajadores en alguno de los puestos no manipulan los tubos de uno en uno. En ocasiones manipulan los tubos de forma conjunta, por lo que los pesos manipulados no son fijos. Además existen diferentes modelos de productos. En la mayoría de los casos se trata de tareas donde son **levantamientos múltiples**. En este caso las condiciones de manipulación no son únicas.

Otro aspecto que ha predominado es la profundidad de depósito y recogida de las piezas. Excepto en el primer caso, en el resto de puestos existe rotación a lo largo de la jornada laboral.

**TABLA II. RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS DE REDISEÑO**

TAREA	PROPUESTAS DE REDISEÑO
Puesto de soldadura	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Limitar las alturas de recogida por debajo de los 178 cm. Se recomienda no apilar las palas, de esta forma la altura de recogida se situaría entre 70 y 116 cm.</li> <li>2.Si el depósito final se realizase en vertical, la carga se encontraría más próxima al cuerpo. Una posibilidad sería colocar los tubos en los soportes de la línea de pintura, evitando una doble manipulación; pero se tendría que reubicar el puesto o modificar la línea aérea.</li> <li>3.Respecto a la alimentación de las roscas y la desviación radial/cubital de la muñeca asociada a la misma, se podría corregir diseñando un sistema de alimentación por gravedad tipo tolva y algún tipo de sistema que posicionara la posición de las roscas. De este modo también se eliminaría la <i>postura forzada</i> al coger las roscas del contenedor.</li> <li>4.Se recomienda el manejo individual de las piezas, por el riesgo que constituye para la muñeca.</li> <li>5.Los rangos de alturas recomendadas son: <ul style="list-style-type: none"> <li>·Recogida de tubos: 70-116 cm.</li> <li>·Agarre para el depósito de la pieza soldada: 90-110 cm.</li> </ul> </li> </ol>
Carga de la cadena de pintura	<p>En el caso de las piezas que se cargan horizontalmente, se plantearon una serie de alternativas, todas ellas encaminadas a procurar un rango de alturas de depósito más pequeño (distribuido entre la altura de codo y hombro). Abreviadamente son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modificar el transportador teleférico, dotándolo de un movimiento descendente/ ascendente continuo que variara la altura del marco. Se debería construir un foso si se desean conservar los marcos actuales.</li> <li>2. Variar la altura de trabajo de los operarios mediante una plataforma de trabajo.</li> <li>3. Rediseñar el marco donde van sujetas las piezas: <ul style="list-style-type: none"> <li>·Partiéndolo en dos partes que a continuación se unirían con ayuda mecánica. Los rangos de alturas se establecieron alrededor de la altura media de codos 105 cm, con lo que el enganche superior estaría a 150 cm y el inferior a 60 cm (<b>Figura 6</b>).</li> <li>·Dotándolo de un mecanismo de doble marco, que permitiese el giro respecto al eje horizontal (<b>Figura 7</b>).</li> <li>·O idear algún tipo de mecanismo de soporte desplegable en fases, que permitiera rellenar la mitad superior, tras lo cual se elevaría y se desplegaría el resto de sujeciones. Las alturas recomendadas para las sujeciones deben estar comprendidas entre 60 cm y 150 cm.</li> </ul> </li> </ol> <p>En el caso de los productos que se cargan en vertical, se propuso:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducir la distancia horizontal en el destino a 25 cm, es decir el trabajador procura depositar siempre los tubos lo más próximo al soporte.</li> <li>2. Modificar las alturas de agarre final e inicial en los levantamientos; rebajando la altura de recogida del carro a unos 80 cm (depositando las palas sobre una mesa elevadora hidráulica o neumática).</li> </ol>
Descarga de la línea de montaje manual de puntales	<p>Alternativas de rediseño:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Reorganización de la tarea (reasignación de tareas): Los dos trabajadores más avanzados en la línea se encargarían conjuntamente de introducir los tubos interiores y de apilar las piezas en la pala, mejorándose los 2 factores más críticos: <i>el peso y la profundidad de depósito</i> (<b>Figura 8</b>). El levantamiento en equipo ya es utilizado en la empresa en algunos puestos.</li> <li>2. Empleo de equipamiento mecánico para el manejo de cargas: la tercera alternativa propuesta consistiría en adoptar un mecanismo que acumulara los puntales correspondientes a una fila completa. El operario iría colocando los puntales en la posición correcta, y una vez completa la fila se procedería a su elevación y traslado a la pala. La carga se elevaría y depositaría en la pala con la ayuda de un equipo mecánico: un apilador (<b>Figura 9</b>), o bien, una grúa con un dispositivo de sujeción acoplado (<b>Figura 10</b>).</li> </ol>
Carga/descarga de la línea de montaje de puntales automática	<p>Las propuestas para los puestos de alimentación de la línea son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Propiciar que los trabajadores recojan los tubos y los depositen sin girar el tronco, aumentando el espacio existente entre la pala y el transportador, aunque fundamentalmente se trataría de un tema de formación en manejo de cargas y adopción de hábitos correctos de trabajo (<b>Figura 11</b>).</li> <li>2.Reducir la profundidad de depósito, disminuyendo la anchura de borde que protege el transportador. Si además se redondea el borde, eliminando la arista del ángulo recto, estamos favoreciendo el acercamiento de forma evidente.</li> </ol> <p>Las propuestas para los puestos de descarga de la línea son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.El trabajador al depositar el puntal en la pala tiene dos opciones: acercarse al depositarlo (con lo cual disminuye o se elimina la asimetría en el agarre de la carga) o bien, en lugar de desplazarse lateralmente, alargar los brazos (manteniendo consecuentemente la asimetría de agarre al no posicionarse frente al depósito). De nuevo se trataría de un caso de buenas prácticas.</li> <li>2.Otra alternativa, es adoptar la propuesta del puesto de montaje manual de puntales: emplear dispositivos mecánicos que soporten el peso de la carga.</li> </ol>

**Figura 6.** Rediseño para medio marco (puesto 2) · **Figura 7.** Rediseño de doble marco (puesto 2) · **Figura 8.** Reorganización de la tarea (puesto 3) · **Figura 9.** Recogida de los puntales mediante apilador (puesto 3) · **Figura 10.** Manipulación de las cargas con un implemento de chapas para grúa (puesto 3) · **Figura 11.** Rediseño del puesto de alimentación de la línea de montaje automática (puesto 4).

**PROPUESTAS REALIZADAS**

La siguiente fase del análisis es la elaboración de propuestas de rediseño y recomendaciones para la mejora ergonómica de los puestos. En primer lugar se delimitaron los factores de riesgo más relevantes, partiendo de la evaluación. Y por último, se comprobó, aplicando el método ERGO/IBV®, que los niveles de riesgo se movían en rangos aceptables.

En la **Tabla II** se recogen resumidamente las propuestas realizadas. Actualmente un equipo de la empresa estudia la viabilidad de las distintas alternativas y propuestas realizadas, para proceder a continuación al rediseño en

detalle de los puestos.

En lo que respecta a la organización del trabajo se recomienda adoptar la estrategia de ROTACIÓN entre distintos puestos durante la jornada laboral. La rotación del trabajador a actividades con demandas de carga física variadas disminuye el riesgo de lesiones musculoesqueléticas. (En la **Tabla I**, para el puesto 2, se puede observar cómo afecta la duración de la tarea al índice de riesgo).

Sin optar por la automatización total, el rediseño queda enfocado hacia la búsqueda de soluciones que eviten los factores de riesgo más determinantes. ●