



Región de Murcia
Consejería de Educación,
Universidades y Empleo

Dirección General de Trabajo



Instituto de Seguridad
y Salud Laboral

ESTUDIO DE CONDICIONES ERGONÓMICAS MEDIANTE HERRAMIENTA DE ANÁLISIS DE DISEÑO ASISTIDO (HADA)

**Servicio de Higiene Industrial y Salud Laboral
Área de Ergonomía y Psicosociología**

MN 75

**M^a Belén Lara Guillén
Ángel Martínez García
Diego Vera Moreno**

Febrero de 2013



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO DE ANÁLISIS DE CARGA FÍSICA CON EL SISTEMA HADA.....	7
2.1. SECTOR CÁRNICO	7
2.2. SECTOR HORTOFRUTÍCOLA.....	8
3.- METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	9
3.1. HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN: HADA	9
3.1.1. SISTEMA DE CAPTURA DE MOVIMIENTO	9
3.1.2. SOFTWARE DE CAPTACIÓN Y REPRODUCCIÓN DEL MOVIMIENTO.....	11
3.1.3. APLICACIONES INFORMÁTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CARGA FÍSICA.	12
3.2. ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DEL PROYECTO.....	13
3.2.1. TOMA DE DATOS	13
3.2.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS.....	14
4.- RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS Y REDISEÑO	16
4.1. ANÁLISIS DEL PUESTO DE CORTE DE GENITALES DE CERDO	16
4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO	16
4.1.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE TME POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS: FACTORES ANALIZADOS Y NIVEL DE RIESGO.	18
4.1.3. REDISEÑO DEL PUESTO Y CONCLUSIONES	23
4.2. ANÁLISIS DEL PUESTO DE ENCAJADORA DE LIMONES	28
4.2.1. DESCRIPCION DEL PUESTO	28
4.2.2. RESULTADO DE LA EVALUACION DEL RIESGO POR POSTURAS FORZADAS.....	29
4.2.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS TRAS LA APLICACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS	34
4.3. EVALUACIÓN DEL PUESTO DE ENCAJADORA DE TOMATE	36
4.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO	36
4.3.2. EVALUACIÓN DEL PUESTO DE ENCAJADORA DE TOMATE	36
4.3.2.1. Metodología de evaluación	36
4.3.2.2. Evaluación de la Tarea 1: Encajado de tomates “perla”	37
4.3.2.3. Evaluación de Tarea 2- Empaquetado de bandejas de tomates	41
4.3.2.4. Evaluación de la Tarea 3: Empaquetado de cajas de tomates “cherry”	47
4.3.4. RESULTADO FINAL DE LA EVALUACION MULTITAREA OCRA DEL PUESTO DE ENCAJADORA.....	51
4.3.5. REDISEÑO DEL PUESTO DE ENCAJADORA Y CONCLUSIONES	53
5. CONCLUSIONES SOBRE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HADA.....	59
6. ANEXO	61



6.1-NORMA UNE-EN 1005-5:2007 SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS. EVALUACIÓN DEL RIESGO POR MANIPULACIÓN REPETITIVA DE ALTA FRECUENCIA. TAREA SIMPLE Y MULTITAREA (MÉTODO OCRA).....	61
6.2. MÉTODO REBA DE EVALUACIÓN DE POSTURAS FORZADAS	68
7. BIBLIOGRAFÍA.....	80



1. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2010 el Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Región de Murcia (ISSL en adelante) dispone de una de las herramientas más modernas para la evaluación de la carga física en el trabajo derivada del manejo manual de cargas, los movimientos repetitivos y las posturas forzadas: la Herramienta de Análisis y Diseño Asistido HADA.

El sistema HADA incorpora la más reciente innovación tecnológica en la metodología de captación, reproducción y evaluación de posturas y movimientos, lo que supone una herramienta con un gran potencial en la lucha contra los riesgos ergonómicos.

La siniestralidad de la Región de Murcia por carga física derivada de accidentes por sobreesfuerzo (código forma 71 en los Partes de Accidentes de Trabajo, AT en adelante), y las enfermedades profesionales músculo-esqueléticas (grupos 2c-2g del cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social) alcanzan en los últimos cinco años porcentajes en crecimiento continuo, entre el 36 y el 40% de toda la siniestralidad, cifras que demandan una pluralidad y diversidad de actuaciones de prevención.

Entre las funciones encomendadas al ISSL se encuentra el análisis e investigación de accidentes de trabajo(AT en adelante), enfermedades profesionales (EP en adelante) y demás daños derivados de las condiciones de trabajo, así como su relación con los componentes materiales y organizativos del mismo, proponiendo las medidas correctoras que procedan para su eliminación o reducción . Igualmente, el ISSL actúa en la promoción de la mejora de las condiciones de trabajo, para lo cual se llevan a cabo actuaciones de comprobación de las actividades técnico-preventivas en materia de seguridad y salud laboral que se realizan en las empresas

En base a los cometidos anteriores y a las de cifras de siniestralidad mencionadas, el ISSL ha venido llevando a cabo actuaciones de análisis de carga física en distintos sectores de actividad, encuadrables en el Proyecto 412EP "Estudio



de condiciones ergonómicas mediante el equipo HADA” del área de ergonomía del ISSL, siendo los resultados obtenidos hasta ahora en dicho proyecto los que se recogen en esta Monografía Técnica.

En esta primera fase del proyecto los subsectores seleccionados han sido los de la industria cárnica y la industria hortofrutícola, en primer lugar por estar a la cabeza en las cifras de siniestralidad por carga física y por otra parte por el beneficio que la herramienta HADA se preveía que podía suponer en la evaluación y rediseño de los puestos de trabajo en estos subsectores con unos niveles de ocupación laboral tan elevados.

El presente documento trata por lo tanto de dar a conocer el sistema HADA de evaluación de carga física a través de su aplicación en puestos de trabajo con riesgo alto de trastornos músculo esqueléticos, y de informar sobre los resultados de su utilización en el campo de la ergonomía, valorando al mismo tiempo su utilidad como una nueva tecnología aplicada al rediseño de los puestos de trabajo.

Esta Memoria se estructura en siete apartados y sus correspondientes subapartados. En el primer apartado introductorio se explican los motivos de la realización del proyecto de aplicación del HADA y se describe su contenido.

El apartado segundo “Objeto y alcance del proyecto” se centra en los puestos evaluados, el alcance de la evaluación y la propuesta de medidas de corrección.

El tercer apartado “Metodología de análisis” está formado por dos subapartados. En el primero de ellos se describe la base tecnológica del equipo, sus características principales y los elementos que lo componen (hardware y software, operatividad y prestaciones para la ergonomía). En el segundo se explica la secuencia de actuaciones desarrolladas durante la ejecución de los proyectos: la selección de empresas, puestos y trabajadores, la grabación de los mismos, la importación de posturas y movimientos, el procesamiento de los datos obtenidos en el software del HADA para crear la reconstrucción en 3D del trabajador y la aplicación de los métodos de evaluación en cada puesto.



En el apartado cuarto “Resultados obtenidos del análisis y rediseño” se exponen los resultados de la evaluación de riesgos por movimientos repetitivos y/o posturas forzadas de los puestos evaluados y el rediseño de los mismos para la reducción del riesgo a un nivel tolerable.

En el apartado quinto se incluyen las conclusiones a las que se ha llegado tras la aplicación del sistema HADA, realizando una valoración sobre las aportaciones que el equipo ofrece a las evaluaciones ergonómicas.

El apartado sexto “Anexo” contiene de forma más detallada, la metodología de evaluación que se ha utilizado en los casos analizados.

Finalmente en el apartado séptimo se cita la legislación y bibliografía consultadas en la realización de esta Monografía Técnica.



2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO DE ANÁLISIS DE CARGA FÍSICA CON EL SISTEMA HADA

El objeto del Proyecto desarrollado fue analizar mediante el sistema HADA el nivel de riesgo por carga física existente en ciertos puestos de trabajo de los sectores seleccionados, industria cárnica e industria hortofrutícola, en los cuales existe riesgo de trastornos músculo esqueléticos por posturas forzadas y movimientos repetitivos, procediendo posteriormente al rediseño de dichos puestos mediante medidas preventivas que eliminaran y/o redujeran el nivel de riesgo.

2.1. SECTOR CÁRNICO

En el marco del proyecto, en el sector cárnico (CNAE 101) se realizaron las siguientes actuaciones:

- Visita a dos empresas del sector de procesado y tratamiento de carne porcina y vacuna.
- Selección y grabación del puesto de trabajo “corte de genitales de cerdo”, que se corresponde con la clasificación 970 del Código Nacional de Ocupación “peón de industria manufacturera”.
- Análisis y evaluación del riesgo de trastorno músculo esquelético.

El puesto de trabajo fue seleccionado por haberse registrado un elevado número de notificaciones de EP clasificadas como epicondilitis de brazo y síndrome del túnel carpiano, con los códigos 2D0201 y 2F0201 del cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Concretamente el factor de riesgo más relevante fue el de movimientos repetitivos de alta frecuencia, utilizando como metodología de evaluación la norma *UNE-EN 1005-5:2007 Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia.*



2.2. SECTOR HORTOFRUTÍCOLA

En cuanto al sector hortofrutícola (CNAE 103), se realizaron actuaciones similares:

- Visita a dos empresas del sector de manipulado de frutas y hortalizas.
 - Selección de los puestos con mayor siniestralidad y riesgo de trastornos músculos esquelético:
 - Empaquetadora/Encajadora de limones
 - Empaquetadora/Encajadora de tomates.
- Clasificación 951 del CNO “peón agrícola” en ambos casos.
- Análisis y evaluación del riesgo de trastorno músculo esquelético.

Del mismo modo que en el sector cárnico, estos puestos de trabajo seleccionados son de los que registran mayores cifras de EP por trastornos músculo esqueléticos.

En este caso la evaluación con el sistema HADA se centró en los riesgos por movimientos repetitivos de alta frecuencia y posturas forzadas.

En el puesto de encajadora de limón se evaluó el riesgo por posturas forzadas utilizando el método *REBA* (Rapid Entire Body Assessment).

En el puesto de encajadora de tomate como metodología de evaluación se utilizó la norma *UNE-EN 1005-5:2007 Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia.*

Tarea Múltiple.

3.- METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

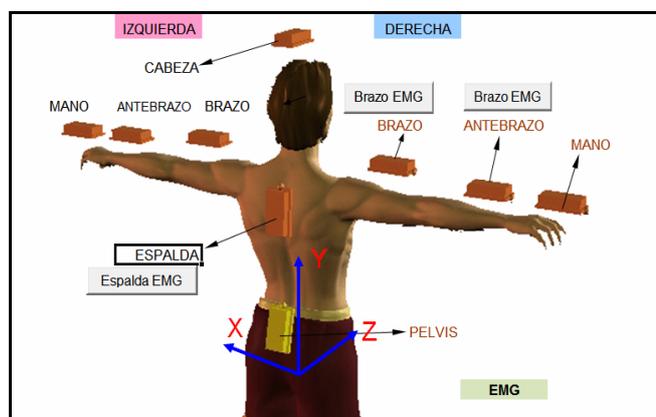
3.1. HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN: HADA

El sistema HADA 2.0. ha sido creado por el grupo ID ERGO de la Universidad de Zaragoza y el Instituto de Ergonomía MAPFRE S.A. y a través del mismo se puede realizar el análisis biomecánico del trabajo, evaluaciones de carga física (manejo manual de cargas, posturas forzadas, movimientos repetitivos), diseño por fotogrametría y proponer correcciones en el diseño de puestos de trabajo.

3.1.1. SISTEMA DE CAPTURA DE MOVIMIENTO

Está basado en un sistema de captura y análisis tridimensional del movimiento humano por medio de sensores inerciales de movimiento y simulación 3D con modelos biomecánicos.

Los sensores inerciales están compuestos por acelerómetros y magnetómetros. Los acelerómetros miden la aceleración y velocidad angular de los segmentos corporales, según la aceleración lineal y angular con que se mueve el sensor, y los magnetómetros dan información acerca del norte magnético. Con estos sensores es posible estudiar el movimiento del sensor inercial completo en los tres planos corporales.



Sensores en análisis biomecánico

Estos sensores van alojados en una chaqueta instrumentalizada que lleva el sujeto.

Actualmente esta metodología de captación y reproducción de posturas y movimientos se está utilizando en otros campos de la ciencia y el arte (deporte, cine, diseño gráfico, industria variada, etc), entrando también a través del equipo HADA, en el área de la biomecánica ocupacional.



Equipo HADA colocado a una trabajadora

La información proporcionada por los sensores durante la captura en campo, en combinación con un software de animación 3D, permiten reproducir el movimiento del individuo con un modelo biomecánico, posibilitando la evaluación ergonómica de su actividad.

- ❑ Este equipo está formado *por* un hardware que se compone de:
 - ✚ Siete sensores inerciales y magnéticos de movimiento dotados con acelerómetros.
 - ✚ Un arnés diseñado para colocar los sensores y ser portada por los trabajadores.
 - ✚ Un concentrador o unidad de comunicación a la cual se conectan los sensores por cable y que transmite los datos por bluetooth al PC portátil.
 - ✚ El PC portátil con un software desde el que se ordena la captación o grabación de los movimientos.

- ✚ Cámara de vídeo para filmar la actividad del trabajador.
- ✚ Otros elementos: trípode para colocar la cámara, cámara de fotos adicional para capturas en 3D y fotogrametría, accesorios (bolas magnéticas) para marcar ejes y planos.



HARDWARE en campo

La información generada por cada sensor es enviada por conexión inalámbrica bluetooth a un Tablet PC (PC portátil) que se encuentra vinculado a la cámara de vídeo.

3.1.2. SOFTWARE DE CAPTACIÓN Y REPRODUCCIÓN DEL MOVIMIENTO

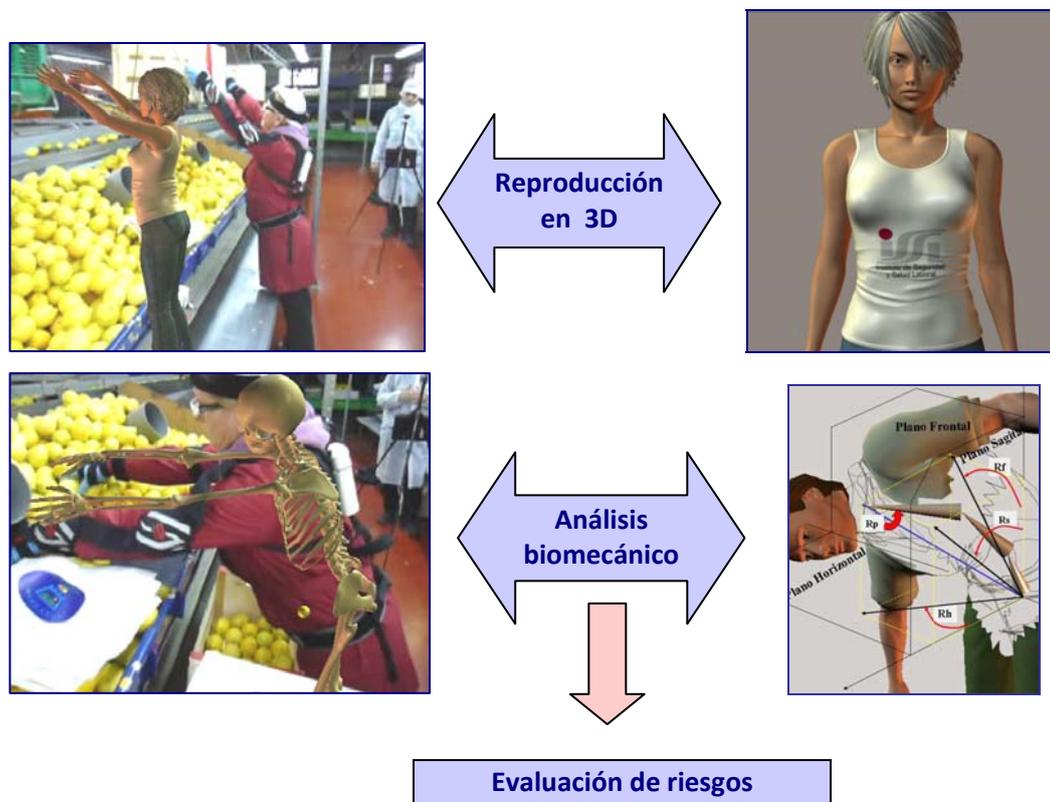
Una vez realizado el trabajo de campo en la empresa, y con la obtención de los datos proporcionados por la transferencia de los sensores, el software HUMAN MOVE permite el análisis biomecánico con el cual se obtiene la cinemática del movimiento del operario.

A través del estudio biomecánico se realiza el análisis sobre los tres planos corporales (sagital, frontal y horizontal) y sus ángulos articulares y de rotación, con sus correspondientes aceleraciones, velocidades y desplazamientos del centro de gravedad.

Los resultados de los gestos corporales (flexiones, extensiones, desviaciones, torsiones y rotaciones) se obtienen y representan por números y gráficos. Paralelamente se efectúa una reproducción en 3D del trabajador/a evaluado, según las dimensiones corporales tomadas previamente.

El resto de las dimensiones las proporciona el equipo HADA en base a la *UNE-EN ISO 7250-1:2010. Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1: Definiciones de las medidas del cuerpo y referencias (ISO 7250-1:2008)*

Finalmente éste análisis biomecánico será el que alimentará a las aplicaciones informáticas con las que se realizan las evaluaciones ergonómicas específicas.



3.1.3. APLICACIONES INFORMÁTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CARGA FÍSICA.

Para realizar la evaluación ergonómica, el sistema cuenta con los siguientes métodos:

- Ecuación NIOSH para la evaluación del riesgo de lesión dorsolumbar por manejo manual de cargas en tareas simples y compuestas.
- Método REBA de análisis de riesgo postural.

- UNE-EN 1005-5:2007 Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia. Tarea Simple y Múltiple.

El software del equipo está compuesto por distintas hojas de cálculo específicamente diseñadas para cada tipo de análisis. Tras importar los valores biomecánicos obtenidos por los sensores y cumplimentar todos los datos que precisa cada método, la aplicación realiza los cálculos necesarios para la obtención de un índice de riesgo. Finalmente se puede generar en formato texto un documento (Informe) de evaluación de riesgos con sus correspondientes resultados.

Hoja de cálculo excel para evaluar NIOSH-REBA

3.2. ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DEL PROYECTO

3.2.1. TOMA DE DATOS

Se efectúa la visita a la empresa y al puesto de trabajo desarrollando el siguiente procedimiento:

- Selección del puesto específico que será analizado.
- Selección del trabajador o trabajadora a la que se le colocarán los sensores y será grabado, contando con su consentimiento e informándole de la finalidad de la grabación y la inocuidad de los sensores.
- Colocación de los sensores al operario seleccionado.



Este último aspecto es muy importante ya que si los sensores no se colocan perfectamente alineados y ajustados al segmento corporal correspondiente, evitando que se muevan de su posición correcta, la grabación no sería válida. Se ha de garantizar por ello la inmovilidad de los sensores que captan el movimiento durante el trabajo, a la vez que se permite que el trabajador desempeñe su tarea con normalidad de movimientos.

- ✦ Obtención de datos del puesto de trabajo :
 - Actividad/es que conforman la tarea.
 - Observación y definición del ciclo de trabajo.
 - Jornada, tiempos de descanso, duración neta del tiempo de trabajo.
 - Rotaciones de puestos y tiempo en cada uno de ellos.
 - Datos del trabajador: Antropometría (altura, distancia vertical del suelo al codo, distancia vertical del suelo a la mano).
- ✦ Instalación de la cámara principal frente al operario.
- ✦ Grabación opcional con cámara auxiliar al operario.
- ✦ Apertura de nuevo proyecto en tablet PC.
- ✦ Grabación durante el tiempo necesario para poder efectuar el análisis posterior.

3.2.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Los datos y grabaciones efectuadas fueron objeto de trabajo de análisis en el laboratorio de ergonomía del ISSL, siguiendo la secuencia de actuaciones siguientes:

1. Creación de un nuevo proyecto de análisis, el cual ha de conformarse mediante la creación de unos ficheros informáticos de diferente extensión y naturaleza que son los que van a permitir la posterior evaluación. Para ello se procede a la apertura del programa MOVE HUMAN y asignando un nuevo proyecto se procede a completar las demandas del programa.



2. Los datos grabados se extraen de la Tablet PC (cámara principal) y cámara auxiliar, y se les asigna una denominación propia.
3. Asignar proyecto. A partir de aquí creamos la carpeta donde se almacena toda la información que se generará y le asignaremos el fichero POSER (programa de animación en 3D) inicial.
4. Importación de sensores de movimientos y aceleración, creándose automáticamente para cada uno de los sensores un fichero (txt) que contiene todos los datos de las posturas y movimientos que ha realizado el trabajador.
5. Sincronización del movimiento (hacer coincidir frames de grabación) del trabajador en el vídeo y el modelo virtual.
6. Ajustar antropometría del trabajador, para ello introduciremos los datos antropométricos que hemos tomado de cada uno de los trabajadores/as (sexo, altura, distancia suelo-codo, distancia suelo-nudillos), con el objeto de crear un modelo en 3D que será la fiel imagen en talla y movimientos de nuestro trabajador.
7. Generación del fichero de extensión p23 en el que se sincronizan los movimientos de trabajador real y el modelo virtual.
8. Comprobación de que el modelo virtual reproduce fielmente las posturas y movimientos del trabajador grabado en video.



Programa MOVE HUMAN



Modelo en 3D recreado junto a trabajador real

9. Exportación del movimiento. A partir de aquí será posible entrar en las diferentes aplicaciones del análisis del movimiento.
10. Análisis y evaluación. Se comienza la evaluación ergonómica mediante la apertura de la aplicación basada en EXCEL correspondiente (REBA-NIOSH, OCRA), hojas de cálculo que cumplimentaremos una vez importados los datos de la carpeta del proyecto que creamos en su inicio.

4.- RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS Y REDISEÑO

4.1. ANÁLISIS DEL PUESTO DE CORTE DE GENITALES DE CERDO

4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

- Puesto de trabajo: Corte de genitales. Encuadrable en CNO 970(peón industria manufacturera)
- Sección: Matadero.

En Esta sección se realiza el descarnado y preparación de los cerdos, sometiéndose a distintos tipos de extracciones de vísceras(médula, estómago, pulmones, genitales, etc) que son realizadas por diferentes operarios.

- Descripción de la tarea: La tarea del puesto consiste en cortar y limpiar las partes genitales de los cerdos y sus zonas adyacentes. Las canales se encuentran colgadas en un transporte aéreo. Para proceder al corte y extracción de las partes genitales, el operario se sitúa frente al mismo, y con cuchillo en mano

derecha procede a realizar cortes de carne y vísceras estirando y arrojando al suelo los desperdicios con la mano izquierda. El proceso es continuo, y cada 3 ó 4 cerdos el operario realiza un afilado del cuchillo

- Jornada: Son 8 horas de jornada laboral, que comienza a las 6 de la mañana y acaba a las 2 de la tarde.
- Pausas: Tienen cuatro pausas de 12 minutos distribuidas en cuatro horas, más un descanso de comida de 30 minutos, lo que hace en total 78 minutos de descanso y 402 minutos de trabajo efectivo.
- Determinación del ciclo: La duración media del ciclo es de 8.5 segundos, tiempo empleado en limpiar un cerdo
- Factor adicional: En los cortes se efectúan golpes repentinos (*movimientos intempestivos*) con aplicación de fuerza moderada. Este ha sido el único factor adicional considerado en mano derecha.
- Herramientas: El trabajador utiliza un cuchillo de corte con hoja fina y muy afilado para aplicar menos fuerza y facilitar el corte. Su agarre es en forma de *fuerza fino*.



Trabajador extrayendo genitales de cerdo



4.1.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE TME POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS: FACTORES ANALIZADOS Y NIVEL DE RIESGO.

Para evaluar el riesgo de TME por movimientos repetitivos el sistema HADA usa como parámetros los criterios de la norma *UNE-EN 1005-5:2007.Seguridad de las Máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia.*

El nivel de riesgo se evalúa en referencia al método OCRA, cuyo índice se obtiene por la relación entre la frecuencia previsible (FF) de acciones técnicas necesarias para realizar la tarea, y la frecuencia de referencia (RF) de acciones técnicas (AT en adelante) para cada miembro superior.

$$\text{Indice OCRA} = \text{FF}/\text{RF}$$

$$\text{RF(A.T. Recomendadas)} = 30 \times \text{F.Postura} \times \text{F.Repetitividad} \times \text{F.Adicional} \times \text{F.Fuerza} \times \text{F.Recuperación} \times \text{F.Duración Total}$$

El anexo contiene mayor explicación de la metodología.

4.1.2.1. Factores de evaluación según UNE 1005-5(Método OCRA)

A. FACTOR TIEMPO DE RECUPERACIÓN

Tabla de Tiempo Trabajado									
▪ Hora	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	
▪ Trabajo (min):	60	48	60	48	30	60	48	48	
▪ Horas sin recuperación	1		1			1			
▪ Total Trabajo	6.7 Horas de trabajo, ó 402 minutos								
▪ Total sin recuperación	3 horas								
Factor de Recuperación según nº horas sin adecuado periodo de recuperación.									
▪ Hora:	0	1	2	3	4	5	6	7	8
▪ Factor	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.3	0.1	0
FACTOR DE RECUPERACIÓN: 0.7									

B. FACTOR REPETITIVIDAD

Si T.Ciclo \leq 15 seg , ó la repetitividad de las AT $>$ 50% = 0.7			
T.Ciclo:	8.5seg		
AT más frecuentes mano derecha	21.2%	AT más frecuentes mano izquierda	30.6%
FACTOR REPETITIVIDAD 0.7			

C. FACTOR FUERZA SEGÚN ACCIONES TÉCNICAS

Tabla Factores de Fuerza. Escala de Borg	Factor	Borg
Muy muy débil	1	0.5
Muy débil	0.85	1
Débil	0.65	2
Moderado	0.35	3
Bastante duro o pesado	0.2	4
Muy duro o pesado	0.01	\geq 5

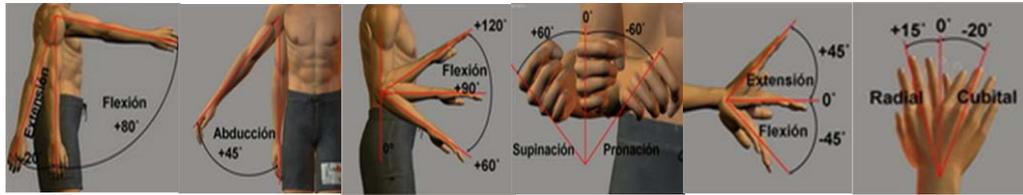
FACTOR FUERZA			
Mano izquierda	0.79	Mano derecha	0.65

El cálculo del factor fuerza se realiza proporcionalmente en el tiempo del ciclo según la fuerza asignada por el trabajador a cada AT ejecutada, tal y como se observa en la Tabla siguiente.

AT	Descripción	Fuerza	A.Es p	Factor	IZQUIERDA			DERECHA		
					nº A.T	%Tiempo	Fact x T	nº A.T.	%Tiempo	Fact x T
0	-	(Sin A.T.)		1		40.2%	0.40		43.1%	0.43
1	coger cuchillo	Muy débil	0.2	0.85				1	0.5%	0.00
2	agarrar carne1	Débil	1	0.65	9	21.2%	0.18			
3	agarrar carne2	Débil	1	0.65	1	2.4%	0.02			
4	agarrar carne3	Débil	1	0.65	3	7.1%	0.05			
5	agarrar carne4	Débil	1	0.65	4	9.4%	0.06			
6	agarrar carne5	Débil	1	0.65	3	7.1%	0.05			
7	agarrar carne6	Débil	1	0.65						
8	corte1	Moderado	1	0.35				6	14.1%	0.05
9	corte2	Moderado	1	0.35				2	4.7%	0.02
10	corte3	Moderado	1	0.35				1	2.4%	0.01
11	corte4	Moderado	1	0.35				3	7.1%	0.02
12	corte5	Moderado	1	0.35				2	4.7%	0.02
13	corte6	Moderado	1	0.35				2	4.7%	0.02
14	corte7	Moderado	1	0.35				3	7.1%	0.02
15	corte8	Moderado	1	0.35				3	7.1%	0.02
16	coger piedra	Muy débil	0.2	0.85	1	0.5%	0.00			
17	afilar	Débil	2	0.65				1	4.7%	0.03
18	afilar2	Débil	2	0.65						
19	afilar3	Débil	0.2	0.65						
20	estirar 1	Débil	1	0.65	3	7.1%	0.05			
21	estirar2	Débil	1	0.65	2	4.7%	0.03			
22	dejar piedra	Muy débil	0.2	0.85	1	0.5%	0.00			
TIEMPO CICLO: 0' 8.50"										

D. FACTOR POSTURA

TABLA DE POSTURAS FORZADAS		Parte del tiempo del ciclo			
		1% - 24%	25% - 50%	51% - 80%	> 80%
A	Supinación codo ($\geq 60^\circ$)	1	0.7	0.6	0.5
	Extensión o flexión muñeca ($\geq 45^\circ$)				
	Agarre pinza o gancho o palmar				
B	Pronación o flexión codo ($\geq 60^\circ$)	1	1	0.7	0.6
	Desviación muñeca ($\geq 20^\circ$)				
	Agarre de fuerza fino ($\leq 2\text{cm}$)				



POSTURAS ADOPTADAS EN EL CICLO EVALUADO

Factor:	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J	
	37.6%	0.0%	14.1%		7.1%	18.8%		4.7%	16.5%	30.6%		11.8%	0.0%							
	25.9%			44.7%	0.0%		68.2%	49.4%			18.8%	0.0%							47.1%	
	0.7	1	1	1	1	1	0.7	1	1	0.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Frame	IZQUIERDA							DERECHA												
	Agarre	Hombro		Codo		Muñeca		Agarre	Hombro		Codo		Muñeca							
	Tipo	Flexión	Abdu/Aducción	Flexión	Supinación/pronación	Flexión	Desv.	Tipo	Flexión	Abdu/Aducción	Flexión	Supinación/pronación	Flexión	Desv.						
495		65.55		28.11	44.66	11.91	5.32		30.63	24.05	82.08	62.86	-32.92	-24.80						
500	Pinza	70.12		24.88	46.50	36.31	18.34		39.91	23.90	83.51	65.50	-33.51	-26.91						
505	Pinza	61.62	34.41	42.55	22.03	50.91	30.95	Fuerza fino	53.02	25.79	76.90	63.02	-27.35	-30.87						
510	Pinza	57.76	30.06	51.97	15.57	50.76	33.97	Fuerza fino	67.73		56.34	57.97	-21.62	-33.71						
515	Pinza	52.47	28.28	57.44	31.95	38.04	20.82	Fuerza fino	50.32	25.40	90.26	68.66	-29.49	-35.86						
520	Pinza	58.25	30.90	47.01	46.45	53.11	30.36	Fuerza fino	51.78	30.33	88.03	68.09	-31.72	-37.16						
525	Pinza	55.51	31.77	51.56	18.47	53.38	34.96	Fuerza fino	66.86		49.37	59.16	-37.80	-41.94						
530	Pinza	56.34	34.06	56.60	11.12	53.07	37.82	Fuerza fino	62.61	-10.07	72.69	23.60	-18.71	-23.64						
535	Pinza	58.71	37.92	56.99	12.85	48.62	35.20	Fuerza fino	75.42	-12.48	59.48	14.01	-35.97	-29.98						
540	Pinza	57.66	35.89	56.02	9.28	53.31	37.97	Fuerza fino	72.18	-15.81	65.11	-3.02	-27.82	-22.49						
545		48.35	22.22	63.32	-8.66	29.57	20.31		52.74	-1.43	74.99	10.10	-25.83	-24.72						
550		45.45	49.64	108.33	10.37	21.91	17.27		32.27	32.02	97.87	37.97	-26.91	-27.96						
555	Pinza	72.15	75.28	99.41	-7.51	15.86	-9.81	Fuerza fino	52.08	56.76	103.23	21.83	-13.11	-5.51						
560	Fuerza fino	71.71	71.26	93.28	7.46	17.90	21.13	Fuerza fino	86.55	84.53	95.34	-15.93	12.75	10.81						
565	Fuerza fino	59.36	59.96	105.13	49.50	17.49	26.05	Fuerza fino	65.27		71.91	-29.88	10.99	12.84						
570	Fuerza fino	46.91	48.48	102.75	55.94	21.06	26.55	Fuerza fino	46.52	13.60	63.09	-32.02	7.67	13.37						
575		51.27	46.16	106.27	34.21	13.12	-6.32		14.64	25.45	54.86	-14.59	2.70	7.91						
580		56.71	21.95	68.71	29.57	36.85	16.14		14.87	43.17	92.92	12.74	8.65	16.24						



585	Fuerza fino	58.85	20.97	54.30	22.89	42.03	31.67	Fuerza fino	81.28	77.56	89.62	-4.39	4.76	15.08
590	Fuerza fino	56.50	25.58	56.83	52.15	28.16	27.87	Fuerza fino	65.82	61.54	79.29	-25.29	18.01	19.62
595	Fuerza fino	51.26	39.58	81.24	6.47	9.11	-9.36		44.94	53.76	80.93	-29.84	-13.58	1.85
600	Pinza	61.33	32.83	50.45	35.38	16.61	-0.95			70.14	104.72	18.50	-15.01	3.39
605	Pinza	56.07	28.05	43.93	42.39	28.36	17.77	Fuerza fino	87.87	88.19	110.84	-6.07	7.13	8.31
610	Pinza	46.49	28.47	56.85	32.33	41.80	31.78	Fuerza fino	80.21		83.37	-34.68	8.52	-2.53
615	Pinza	43.25	31.64	80.92	17.37	42.99	32.52	Fuerza fino	88.19	86.46	105.99	-34.69	8.85	-8.57
620	Fuerza fino	45.62	38.08	94.57	31.50	26.58	27.54	Fuerza fino	91.18	92.00	112.64	-40.64	-3.44	-23.56
625	Fuerza fino	47.23	40.72	92.44	53.88	21.12	26.56		75.19	62.86	95.99	-28.34	-9.90	-1.89
630		28.77	39.09	107.67	67.85	5.13	23.00		56.99	58.67	80.36	-6.22	-39.20	-4.06
635		40.75	32.57	101.18	23.37	22.69	9.50		32.78	52.19	85.79	22.66	-19.82	4.42
640	Fuerza fino	65.59		57.33	6.21	49.07	35.44	Fuerza fino	78.88	78.24	90.23	11.11	4.52	16.48
645	Fuerza fino	65.75		43.62	28.02	32.14	28.84	Fuerza fino	91.36		70.00	-15.83	16.25	21.99
650	Fuerza fino	55.90	27.58	68.55	71.17	19.19	23.54	Fuerza fino	68.25		60.84	-25.14	15.10	23.56
655		37.32	31.42	78.26	76.25	16.62	16.79		51.01	8.14	29.09	-38.61	-0.14	12.09
660		32.98	28.54	84.15	36.93	12.88	11.72	Palmar	24.29	12.91	44.73	-17.87	-18.39	0.06
665	Palmar	33.70	29.87	88.10	33.47	21.68	20.43		7.01	17.75	58.27	-2.17	-25.92	-6.21
670	Palmar	38.84	25.50	77.44	40.64	17.86	16.83		-1.21	16.02	65.33	22.64	-30.69	-11.42

El Método OCRA y la norma UNE 1005-5:2007 consideran como posturas forzadas para el hombro (ver página 63) la abducción (>45°), y flexión (>80°)/extensión(>20°).

Estos dos métodos no incluyen el factor postura para el hombro (Po_M) en el procedimiento de cálculo del índice de OCRA, sin embargo la herramienta HADA tiene en cuenta este factor.

En este caso en concreto la postura más penalizante es la abducción de hombro derecho que mantiene al cortar la carne.

En la extremidad izquierda el factor más penalizante es el agarre en pinza que mantiene al coger y tirar de la carne.



E. ACCIONES TÉCNICAS CONSIDERADAS EN EL CICLO

Nº DE ACCIONES TÉCNICAS EN EXTREMIDAD IZQUIERDA: 7.40				Nº DE ACCIONES TÉCNICAS EN EXTREMIDAD DERECHA: 10.20				
Frame	Cod.	Nº AT	Acción Técnica	Fac.Adicional	Cod.	Nº AT	Acción Técnica	Fac.Adicional
490			-		1		0coger cuchillo	
495			-				-	
500	2	1	agarrar carne1				-	
505			agarrar carne1		8	1.00	corte1	Mov. repentinos
510			agarrar carne1				corte1	Mov. repentinos
515			agarrar carne1				corte1	Mov. repentinos
520			agarrar carne1				corte1	Mov. repentinos
525			agarrar carne1				corte1	Mov. repentinos
530			agarrar carne1				corte1	Mov. repentinos
535			agarrar carne1		9	1.00	corte2	Mov. repentinos
540			agarrar carne1				corte2	Mov. repentinos
555	3	1	agarrar carne2		10	1	corte3	Mov. repentinos
560	20	1.00	estirar 1		11	1.00	corte4	Mov. repentinos
565			estirar 1				corte4	Mov. repentinos
570			estirar 1				corte4	Mov. repentinos
585	4	1	agarrar carne3		12	1	corte5	Mov. repentinos
590			agarrar carne3				corte5	Mov. repentinos
595			agarrar carne3				-	
600	5	1	agarrar carne4				-	
605			agarrar carne4		13	1	corte6	Mov. repentinos
610			agarrar carne4				corte6	Mov. repentinos
615			agarrar carne4		14	1	corte7	Mov. repentinos
620	21	1	estirar2				corte7	Mov. repentinos
625			estirar2				corte7	
635			-				-	
640	6	1	agarrar carne5		15	1	corte8	Mov. repentinos
645			agarrar carne5				corte8	Mov. repentinos
650			agarrar carne5				corte8	Mov. repentinos
660			-		17	2	afilar	
665	16		0coger piedra				-	
670	22		0dejar piedra				-	

F. FACTOR ADICIONAL

% Tiempo con Factor Adicional en mano izquierda =0.	% Tiempo con Factor Adicional en mano derecha= 49.41%
FACTOR AD. (IZQ) = 1	FACTOR AD. (DCH) =0.95

TABLA % DEL TIEMPO DEL CICLO CON FACTOR ADICIONAL	Factor
0 - 25%	1
25% - 50%	0.95
51% - 80%	0.9
> 80%	0.85



G. FACTOR DURACIÓN

Tiempo:	<120	120 - 239	240- 480	>480
Factor:	2	1.5	1	0.5
Min. Diarios:	402 min	FACTOR DURACIÓN: 1		

H. RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DE LA FÓRMULA OCRA

$$\text{A.T. Recomendadas.} = 30 \times \text{F.Postura} \times \text{F.Repetitividad} \times \text{F.Adicional} \times \text{F.Fuerza} \times \text{F.Recuperación} \times \text{F.Duración Total}$$

Factores:	IZQ	DCH
Postura:	0.7	0.7
Repetitividad:	0.7	
Factores Adicionales:	1	0.95
Fuerza:	0.79	0.65
Recuperacion:	0.70	
Duración	1	

	IZQ	DCH
a. AT por minuto realizadas	52.24	72.00
b. AT recomendadas	8.16	6.32
Ind.OCRA: a/b	6.40	11.40
	No aceptable	No aceptable

Índice OCRA	Zona	Evaluación del Riesgo
≤ 2,2	Verde	Aceptable
2,3 a 3,5	Amarillo	Aceptable condicionalmente
> 3,5	Rojo	No aceptable

4.1.3. REDISEÑO DEL PUESTO Y CONCLUSIONES

Se han efectuado diferentes rediseños del puesto con el fin de reducir el nivel de riesgo mediante simulación por software. La reevaluación se ha realizado sobre los factores que más incrementan dicho nivel: tiempo de trabajo efectivo, tiempo del ciclo de trabajo y organización de las pausas o tiempo de recuperación.



- **Reducción del tiempo de trabajo en el puesto y rotación a otros puestos.**

Primer supuesto: Reducir el tiempo de trabajo en este puesto a solo 2.5 horas al día con descansos de 10 minutos dentro de cada hora (130 minutos de trabajo efectivo) con un sistema de rotación a otros puestos en los que no tuviera que manejar herramienta de corte que forzase al trabajador al mismo esfuerzo músculo esquelético. Si se adoptan estas medidas habría nivel de riesgo inaceptable en mano derecha y aceptable condicionalmente en mano izquierda.

Segundo supuesto: Reducir el tiempo de trabajo a 50 minutos al día. En este supuesto existiría un nivel de riesgo aceptable en mano izquierda pero inaceptable en mano derecha.

Por lo tanto, en ambos supuestos se demuestra que solo reduciendo el tiempo de trabajo no se consigue disminuir el nivel de riesgo a niveles aceptables en ambas manos, por lo que se debe continuar corrigiendo otros factores.

- **Incrementar y modificar la distribución de pausas.**

Tercer supuesto: Si introducimos pausas de 10 minutos cada 50 minutos de trabajo, sin modificar otros factores, se obtendría un nivel de riesgo inaceptable en ambas extremidades aunque más bajo que el nivel originario.

- **Elevar el tiempo del ciclo de 8.5 a 12 segundos.**

Cuarto supuesto: Con esta elevación en el tiempo del ciclo, sin modificar el resto de factores, ocurriría igual que el tercer supuesto, el riesgo sería inaceptable aunque en rango menor.

- **Incrementar y modificar la distribución de pausas, y elevar el tiempo del ciclo de 8.5 a 12 segundos.**

Quinto Supuesto: Si se adoptan estas dos medidas conjuntamente, entonces sí se reduciría el nivel de riesgo a valores de aceptabilidad con condiciones.

Al efectuar estos dos cambios se producen a la vez variaciones en otros factores de la ecuación OCRA, que reducen el nivel de riesgo:

- ✚ Se mejoran los factores de fuerza y postura por estar vinculados al tiempo del ciclo.
- ✚ Se reduce el número de acciones técnicas en cada mano por minuto al incrementarse el tiempo del ciclo.
- ✚ Se mejora el factor recuperación por la introducción de pausas.
- ✚ Se reduce el tiempo de trabajo efectivo al incrementar el número de pausas.
- ✚ Se mejora el factor de duración por la introducción de pausas.

Éste sería el resultado del índice OCRA con las variaciones citadas anteriormente:

Factores:	IZQ	DCH
Postura:	0.7	1
Repetitividad:	0.7	
Factores Adicionales:	1	0.95
Fuerza:	0.88	0.75
Recuperación:	1	
Duración	1	

	IZQ	DCH
a. AT por minuto realizadas	37	51
b. AT recomendadas	12.97	14.95
Ind.OCRA: a/b	2.85	3.41
ACEPTABLE CONDICIONALMENTE		

Se reduce el nivel de riesgo en ambas manos, pero siguen siendo necesarias la adopción de medidas técnicas u organizativas para reducir el riesgo a un nivel tolerable.

- **Incrementar y modificar la distribución de pausas, y elevar el tiempo del ciclo de 8.5 a 15.1 segundos.**

Sexto Supuesto: La penúltima medida consiste en incrementar la duración del ciclo de limpieza del cerdo de 8.5 a 15.1 segundos, conjuntamente con todas las medidas anteriores. Así el nivel de riesgo llega a ser “Aceptable”.

Este cambio final acarrea de nuevo más variaciones en los factores de cálculo vinculados al tiempo efectivo de movimientos repetitivos y duración del ciclo:

- ✚ El número de ciclos por minutos y las acciones técnicas son menores.
- ✚ El factor postura se eleva a en ambas manos, y mejora el factor fuerza.
- ✚ Al ser el ciclo superior a 15 segundos el factor repetitividad es 1.

Factores:	IZQ	DCH
Postura:	1	1
Repetitividad:	1	
Factores Adicionales:	1	0.95
Fuerza:	0.88	0.80
Recuperación:	1	
Duración	1	

	IZQ	DCH
a. AT por minuto realizadas	29.40	40.53
b. AT recomendadas	26.50	22.83
Ind.OCRA: a/b	1.11	1.78
ACEPTABLE		

- **Incrementar el tiempo del ciclo y reducir el tiempo de trabajo.**

Últimos supuestos: Si incrementamos el tiempo del ciclo en más de 8.5 segundos son varias las posibles situaciones de aceptabilidad según la duración del tiempo de trabajo en el puesto, tal y como se muestra en la tabla siguiente:

ACEPTABILIDAD DE RIESGO EN PUESTO DE DESCARNADOR	
Duración del ciclo (segundos)	Duración de la tarea con pausas cada 50 minutos
11"	100
13"	150
15"	250
15.1"	390



❖ **Conclusión sobre el rediseño del puesto de descarnador.**

Consideramos que para reducir el nivel de riesgo de no aceptable a aceptable en el puesto de “descarnador”, se podrían adoptar las medidas siguientes:

- Reducir el tiempo de trabajo en todos los casos.
- Rotar a otros puestos de trabajo exentos de sobrecarga física en extremidades superiores.
- Introducir pausas de 10 minutos cada 50 minutos de trabajo.
- Aumentar el tiempo del ciclo más de 11 segundos en combinación con la reducción de la tarea según lo expuesto en los dos últimos supuestos.

4.2. ANÁLISIS DEL PUESTO DE ENCAJADORA DE LIMONES

Se realiza en este estudio la evaluación del puesto de trabajo de encajadora de limones antes y después de la aplicación de una medida preventiva realizada por la empresa colaboradora, para la posterior comparación entre ambas situaciones con objeto de comprobar si se ha producido una mejora en las condiciones ergonómicas del puesto. La medida preventiva adoptada consistió en elevar el plano de trabajo por medio de una plataforma regulable en altura.

4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

- Puesto de trabajo: Encajadora de limones.
- Descripción de la tarea: La tarea consiste en llenar manualmente cajas de limones en una línea de encajado. El proceso de llenado comienza cuando la trabajadora alcanza una caja del aéreo (fotografía nº1) y la sitúa delante de ella en la línea de encajado. Seguidamente comienza a llenar la caja cogiendo uno a uno los limones (fotografía nº2) y los coloca en la caja (fotografía nº3). Una vez que la caja está llena la trabajadora la empuja para depositarla en una cinta transportadora situada bajo la línea principal de encajado.



F. 1: Alcanzar cajas del aéreo



F. 2: Coger limones



F. 3: Colocar limones en caja

- El trabajo se realiza en posición de pie.
- La duración media del ciclo (llenar una caja) es de 3 minutos y 10 segundos.

- La jornada es de 8 horas, siendo el inicio a las 9 horas, con una parada de 30 minutos a las 11 horas, y se sigue de continuo hasta las 14 horas momento en el que se interrumpe durante una hora la jornada para comer, y se continúa de 15 a 18 horas con una parada de 15 minutos en la mitad.

El puesto presenta riesgo de posturas forzadas en brazos, cuello y tronco, movimientos repetitivos y aplicación de fuerzas de empuje en extremidades superiores.

4.2.2. RESULTADO DE LA EVALUACION DEL RIESGO POR POSTURAS FORZADAS

El método utilizado para la evaluación del riesgo postural es el REBA. La aplicación informática MOVE-HUMAN nos permite conocer esos riesgos en todo el ciclo de trabajo y para cada una de las posturas seleccionadas en el estudio. Gracias a este análisis pormenorizado podemos valorar qué situaciones tienen más riesgo de lesión músculo-esquelética para el trabajador.

La puntuación final REBA nos indicará el riesgo que supone desarrollar el tipo de tarea analizada y los niveles de acción necesarios en cada caso (Fig. 6). Para mayor conocimiento del método REBA ver Anexo.

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

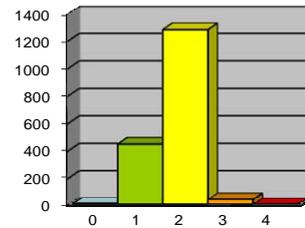
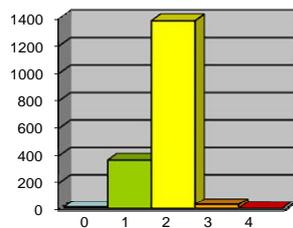
FIGURA 6
Niveles de riesgo y acción

Seguidamente se presentan los gráficos y tablas que recogen los porcentajes en cada nivel de riesgo según la frecuencia con la que se adoptan las posturas, en el proceso de llenado de una caja de limones.

✚ Nivel de riesgo general

Izquierda		
Nivel_IZQ	Frecuencia	%
0	11	0.6
1	364	20.4
2	1379	77.3
3	30	1.7
4	0	0.0
Total	1784	100.0

Derecha		
Nivel_DCHA	Frecuencia	%
0	7	0.4
1	450	25.2
2	1283	71.9
3	43	2.4
4	1	0.1
Total	1784	100.0



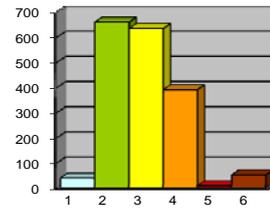
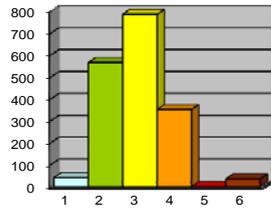
Como se observa el mayor porcentaje de posturas se encuentra en zona amarilla, nivel de riesgo medio.

Una vez presentado de forma global el nivel de riesgo, a continuación se muestran los gráficos correspondientes a los elementos corporales de los grupos A y B (salvo piernas por no disponer de sensores en ésta parte).

✚ Brazos

Izquierda		
Nivel_IZQ	Frecuencia	%
1	41	2.3
2	567	31.8
3	787	44.1
4	353	19.8
5	0	0.0
6	36	2.0
Total	1784	100.0

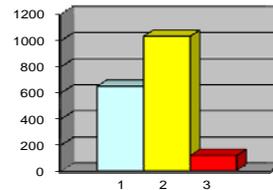
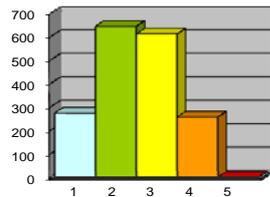
Derecha		
Nivel_DCHA	Frecuencia	%
1	39	2.2
2	659	36.9
3	634	35.5
4	391	21.9
5	9	0.5
6	52	2.9
Total	1784	100.0



Tronco/ Cuello

Tronco		
Nivel_IZQ	Frecuencia	%
1	273	15.3
2	644	36.1
3	611	34.2
4	256	14.3
5	0	0.0
Total	1784	100.0

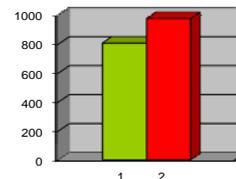
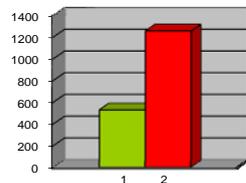
Cuello		
Nivel_DCHA	Frecuencia	%
1	644	36.1
2	1026	57.5
3	114	6.4
Total	1784	100.0



Antebrazos

Izquierda		
Nivel_IZQ	Frecuencia	%
1	529	29.7
2	1255	70.3
Total	1784	100.0

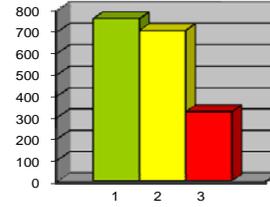
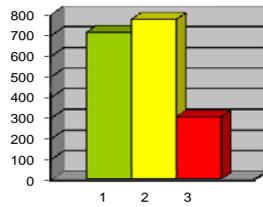
Derecha		
Nivel_DCHA	Frecuencia	%
1	807	45.2
2	977	54.8
Total	1784	100.0



Muñecas

Izquierda		
Nivel_IZQ	Frecuencia	%
1	710	39.8
2	773	43.3
3	301	16.9
Total	1784	100.0

Derecha		
Nivel_DCHA	Frecuencia	%
1	758	42.5
2	703	39.4
3	323	18.1
Total	1784	100.0



Una vez realizada la evaluación general de riesgo por posturas forzadas, se identifica cuáles de éstas tienen un nivel más alto, gracias a la captura que la herramienta efectúa a través de los frames (fotografías) y su valoración.

A continuación se exponen las tres posturas con un nivel de riesgo más alto y su índice de riesgo.

Postura 1: Alcanzar cajas del aéreo

Nivel de riesgo		
Valor (0-4)		
Izq.	Dcha.	
2	3	
Grupo A-B		
Valor (1-12)		Actividad (0-3)
Izq.	Dcha.	
3	7	1



Grupo A								
Valor (1-12)		Tronco (1-5)	Cuello (1-3)	Pierna (1-4)		Carga (0-3)		
Izq.	Dcha.			Izq.	Dcha.			
3	3	4	1	1	1	0		
Grupo B								
Valor (1-12)		Brazo (1-6)		Antebrazo (1-2)		Muñeca (1-3)		Agarre (0-3)
Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	
2	8	2	6	2	2	1	1	0

Postura 2: Colocar limones en caja



Nivel de riesgo		
Valor (0-4)		
Izq.	Dcha.	
3	4	
Grupo A-B		
Valor (1-12)		Actividad (0-3)
Izq.	Dcha.	
9	10	1

Grupo A								
Valor (1-12)		Tronco (1-5)	Cuello (1-3)	Pierna(1-4)		Carga (0-3)		
Izq.	Dcha.			Izq.	Dcha.			
6	6	4	3	1	1			0
Grupo B								
Valor (1-12)		Brazo (1-6)		Antebrazo (1-2)		Muñeca (1-3)		Agarre (0-3)
Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	
8	9	6	6	2	2	1	2	0

Postura 3: Coger limones



Nivel de riesgo		
Valor (0-4)		
Izq.	Dcha.	
3	3	
Grupo A-B		
Valor (1-12)		Actividad (0-3)
Izq.	Dcha.	
7	7	1

Grupo A								
Valor (1-12)		Tronco (1-5)	Cuello (1-3)	Pierna(1-4)		Carga (0-3)		
Izq.	Dcha.			Izq.	Dcha.			
6	6	4	3	1	1			0
Grupo B								
Valor (1-12)		Brazo (1-6)		Antebrazo (1-2)		Muñeca (1-3)		Agarre (0-3)
Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	Izq.	Dcha.	
4	4	3	3	2	2	1	1	0

Postura de mayor nivel de riesgo Postura 2: Colocar limones en caja



Nivel de riesgo		
Valor (0-4)		
Izq.	Dcha.	
3	4	
Grupo A-B		
Valor (1-12)		Actividad (0-3)
Izq.	Dcha.	
9	10	1

El nivel de riesgo es alto (3) en parte izquierda y muy alto en derecho(4), siendo necesario una actuación inmediata y posterior análisis según metodología REBA.

4.2.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS TRAS LA APLICACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS

La medida correctora consiste en la instalación de plataformas regulables en altura en las que se depositan las cajas de limones, elevándose el plano de trabajo, y reduciéndose la flexión de cuello y tronco. Cada plataforma está dotada de una palanca que al accionarla inclina la base produciendo el deslizamiento de la caja hasta situarse sobre la cinta transportadora, evitándose la aplicación de fuerzas de empuje.



Plataformas regulables en altura

Izquierda		
Nivel_IZO	Frecuencia	%
0	308	17,0
1	284	15,7
2	1218	67,3
3	0	0,0
4	0	0,0
Total	1810	100,0

Derecha		
Nivel_DCHA	Frecuencia	%
0	265	14,6
1	303	16,7
2	1202	66,4
3	40	2,2
4	0	0,0
Total	1810	100,0



Nivel de riesgo		
Valor (0-4)		
Izq.	Dcha.	
2	3	
Grupo A-B		
Valor (1-12)		Actividad (0-3)
Izq.	Dcha.	
4	8	
		0

❖ Conclusiones en el rediseño del puesto de encajadora de limones.

Reevaluado el puesto de trabajo con el equipo HADA tras la instalación de las plataformas regulables en altura, se observa que:

1. Desaparece el nivel de riesgo 4 (Muy Alto) en la postura de colocar limones en caja. La postura con más nivel de riesgo pasa a ser la de alcanzar cajas del aéreo, con un nivel 3 (Alto) por lo que se deberá corregir ésta postura adoptando medidas encaminadas a reducir el nivel de riesgo.
2. Aumentan las posturas sin riesgo (posturas de nivel 0), mejorando la carga física postural de este puesto de trabajo.
3. Disminuye el porcentaje de posturas con mayores niveles de riesgo, fundamentalmente en el lado izquierdo. En el lado derecho disminuyen ligeramente debido a que la extremidad derecha es la dominante a la hora de realizar la tarea de encajado.
4. Es necesario continuar adoptando medidas preventivas para reducir los niveles de riesgo 2 y 3 en el puesto de encajadora.



4.3. EVALUACIÓN DEL PUESTO DE ENCAJADORA DE TOMATE

4.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

- Puesto de trabajo: Encajadora o empaquetadora de tomates.
- Descripción de las tareas: En el puesto de trabajo se desempeñan tres tipos de tareas, mediante un sistema de rotación:
 - Tarea 1: Encajado de tomates clase “perla” en bandejas.
 - Tarea 2: Empaquetado de bandejas de tomates en cajas grandes.
 - Tarea 3: Empaquetado de bandejas de tomates “cherry” en cajas.
- La jornada es de 8 horas, distribuidas en dos partes: el turno de mañana de 9 a 14 horas, y la tarde de 15 a 18 horas.

4.3.2. EVALUACIÓN DEL PUESTO DE ENCAJADORA DE TOMATE

4.3.2.1. Metodología de evaluación

El método de evaluación es la Norma UNE-EN 1005-5:2007. Seguridad de las máquinas. Evaluación del Riesgo por Manipulación Repetitiva de Alta Frecuencia.

Cuando deben evaluarse juntas dos o más tareas repetitivas, considerando la rotación entre diferentes puestos de trabajo de una cadena de montaje, la evaluación del riesgo de la manipulación repetitiva a alta frecuencia debe evaluarse usando la ecuación Multitarea.

En el Multitarea el número total de acciones técnicas realizadas durante el turno de trabajo (ATA) para realizar las diferentes tareas repetitivas viene dado por la ecuación siguiente:

$$ATA = \sum_{j=1}^n FF_j \times D_j$$

El Anexo contiene una mayor explicación de la metodología.

4.3.2.2. Evaluación de la Tarea 1: Encajado de tomates “perla”

A. Descripción de la Tarea 1.

Frente a la cinta transportadora, la trabajadora va cogiendo tomates con las dos manos, dos tomates en cada mano, que introduce en bandejas situadas en otra cinta transportadora situada sobre la anterior.



Tarea 1: Encajado de tomates “perla”

- La duración en ésta tarea es de 9 a 11.30 horas de la mañana, con un tiempo de trabajo de 150 minutos.
- La duración del ciclo medio es de 5 segundos. El ciclo consiste en coger los cuatro tomates y colocarlos en la bandeja.



B. Evaluación de tarea simple 1 con la norma UNE 1005-5 (Método OCRA)

B.1. FACTOR RECUPERACIÓN

Tabla de Tiempo Trabajado									
▪ Hora:	1ª	2	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª
▪ Trabajo (min):	60	60	30	0	0	0	0	0	0
▪ Horas sin recuperación	1	1							
▪ Total Trabajo	150minutos								
▪ Total sin recuperación	120minutos:2 horas								
Factor de Recuperación según nº horas sin adecuado periodo de recuperación.									
▪ Hora:	0	1	2	3	4	5	6	7	8
▪ Factor	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.3	0.1	0
FACTOR DE RECUPERACIÓN : 0.8									

B.2. FACTOR REPETITIVIDAD

Si T.Ciclo ≤15 seg , ó la repetitividad de las AT >50% = 0.7			
T.Ciclo:	5 segundos	FACTOR REPETITIVIDAD 0.7	
AT más frecuentes mano derecha	40%	AT más frecuentes mano izquierda	48%

B.3. FACTOR FUERZA

Tabla Factores de Fuerza. Escala de Borg	Factor	Borg
Muy muy débil	1	0.5
Muy débil	0.85	1
Débil	0.65	2
Moderado	0.35	3
Bastante duro o pesado	0.2	4
Muy duro o pesado	0.01	>=5

FACTOR FUERZA			
Mano izquierda	0.80	Mano derecha	0.85

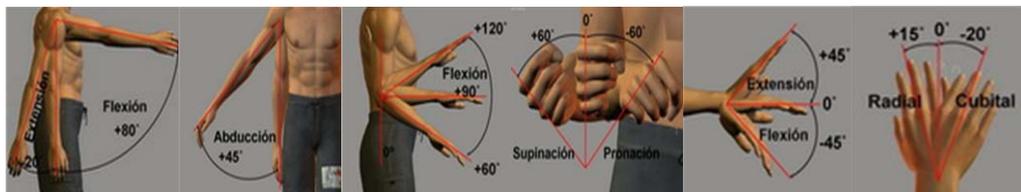
El cálculo se realiza proporcionalmente según la fuerza asignada a cada AT por la trabajadora en función del tiempo en el ciclo, según se observa en la Tabla siguiente.

AT	Descripción	Fuerza	Ac.Esp.	Factor	IZQUIERDA			DERECHA		
					nº A.T.	%Tiempo	Fact x T	nº A.T.	%Tiempo	Fact x T
0	-	(Sin A.T.)		1		44.0%	0.44		56.0%	0.56
1	Coger un tomate	Débil	1	0.65	4	16.0%	0.10	2	8.0%	1
2	Coger segundo tomate	Débil	1	0.65	8	32.0%	0.21	8	32.0%	2
3	Encajar dos tomates	Débil	1	0.65	2	8.0%	0.05	1	4.0%	3

TIEMPO DEL CICLO: 5 SEGUNDOS

B. 4. FACTOR POSTURA

	TABLA DE POSTURAS FORZADAS	Parte del tiempo del ciclo			
		1% - 24%	25% - 50%	51% - 80%	> 80%
A	Supinación codo ($\geq 60^\circ$)	1	0.7	0.6	0.5
	Extensión o flexión muñeca ($\geq 45^\circ$)				
	Agarre pinza o gancho o palmar				
B	Pronación o flexión codo ($\geq 60^\circ$)	1	1	0.7	0.6
	Desviación muñeca ($\geq 20^\circ$)				
	Agarre de fuerza fino ($\leq 2\text{cm}$)				



(Los grados en cada postura se omiten por simplificación documental)

A	0.0%	0.0%	56.0%		0.0%	56.0%		0.0%	4.0%	0.0%		0.0%	4.0%			
B	0.0%			56.0%	0.0%		0.0%	0.0%			56.0%	0.0%		12.0%		
Factor:	1	1	0.6	0.7	1	0.6	1	1	1	1	0.7	1	1	1		
	IZQUIERDA						DERECHA									
	Agarre		Hombro		Codo		Muñeca		Agarre		Hombro		Codo		Muñeca	
Frame	Tipo	Flexión	Abduc.	Flexión	Rot.	Flexión	Desv.	Tipo	Flexión	Abduc.	Flexión	Rot.	Flexión	Desv.		

Como se observa, los factores posturales considerados por ser inferiores son:

En extremidad izquierda la flexión de muñeca (factor 0.6) y la abducción de hombro (factor 0.6) y en mano derecha la flexión de codo (factor 0.7).



B.5. ACCIONES TÉCNICAS CONSIDERADAS EN EL CICLO

Nº DE ACCIONES TÉCNICAS REALIZADAS CON MANO IZQUIERDA EN EL CICLO: 3.00 AT					Nº DE ACCIONES TÉCNICAS REALIZADAS CON MANO DERECHA EN EL CICLO: 3.00 AT			
Frame	Cod	Nº AT	Acción Técnica	Fac.Adicional	Cod.	Nº AT	Acción Técnica	Fac.Adicional
1401	1	1.00	Coger un tomate				-	
1406			Coger un tomate		1	1	Coger un tomate	
1411			Coger un tomate				Coger un tomate	
1416			Coger un tomate		2	1	Coger segundo tomate	
1421	2	1	Coger segundo tomate				Coger segundo tomate	
1426			Coger segundo tomate				Coger segundo tomate	
1431			Coger segundo tomate				Coger segundo tomate	
1436			Coger segundo tomate				Coger segundo tomate	
1441			Coger segundo tomate				Coger segundo tomate	
1446			Coger segundo tomate				Coger segundo tomate	
1451			Coger segundo tomate				Coger segundo tomate	
1456			Coger segundo tomate		3	1.00	Encajar dos tomates	
1461	3	1	Encajar dos tomates				-	
1466			Encajar dos tomates				-	

B. 6. FACTOR ADICIONAL

TABLA % DEL TIEMPO DEL CICLO CON FACTOR ADICIONAL	Factor
0 - 25%	1
25% - 50%	0.95
51% - 80%	0.9
> 80%	0.85

% Tiempo con Factor Adicional en mano izquierda=0	% Tiempo con Factor Adicional en mano derecha= 0%
FACTOR AD. (IZQ) = 1	FACTOR AD. (DCH) =1

B.7. FACTOR DURACIÓN TOTAL

Tiempo:	<120	120 - 239	240- 480	>480
Factor:	2	1.5	1	0.5
Min. Diarios:	150	FACTOR DURACIÓN: 1.5		



B.8. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

El resultado se ofrece con todos los factores de la ecuación OCRA, salvo el de la duración total, que se aplica en el cálculo de la ecuación multitarea.

Factores:	IZQ	DCH
Postura:	0.6	0.7
Repetitividad:	0.7	
Factores Adicionales:	1	1
Fuerza:	0.80	0.85
Recuperación:	0.8	
Duración	1.5	

	IZQ	DCH
a. AT por minuto realizadas	36.00	36.00
b. AT recomendadas	12.16	14.92
Ind.OCRA: a/b	2.96	2.41
ACEPTABLE CONDICIONALMENTE		

4.3.2.3. Evaluación de Tarea 2- Empaquetado de bandejas de tomates

A. Descripción de la Tarea 2

La trabajadora tras finalizar la tarea 1 realiza un descanso de 30 minutos de 11.30 a 12 horas. Después se incorpora a ésta tarea y permanece en ella de 12 a 14 horas, sin descanso alguno, de forma que el tiempo de trabajo en ésta tarea es de 120 minutos.

La trabajadora, frente a la cinta, va cogiendo las bandejas de tomate “perla” y las va introduciendo en una caja grande hasta completar la decena. En el ciclo se realizan las acciones técnicas siguientes: coger y colocar la caja de cartón en la cinta, recoger y colocar las bandejas de tomate en la caja de cartón, y arrastrar la caja una vez llena para que un trabajador efectúe el paletizado. La duración media del ciclo es de 12 segundos.



Tarea 2: Empaquetado de cajas

B. Evaluación de Tarea Simple 2 con la norma UNE 1005-5(Método OCRA).

B. 1.FACTOR RECUPERACIÓN

Tabla de Tiempo Trabajado									
▪ Hora:	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª
▪ Trabajo (min):	0	0	0	60	60		0	0	0
▪ Horas sin recuperación				1					
▪ Total Trabajo	120 minutos								
▪ Total sin recuperación	1 hora								
Factor de Recuperación según nº horas sin adecuado periodo de recuperación.									
▪ Hora:	0	1	2	3	4	5	6	7	8
▪ Factor	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.3	0.1	0
FACTOR DE RECUPERACIÓN : 0.9									

B.2. FACTOR REPETITIVIDAD

Si T.Ciclo ≤15 seg , ó la repetitividad de las AT >50% = 0.7			
T.Ciclo:	12 segundos	FACTOR REPETITIVIDAD 0.7	
AT más frecuentes mano derecha	48%	AT más frecuentes mano izquierda	49.7%

B.3. FACTOR FUERZA

FACTOR FUERZA			
Mano izquierda	0.87	Mano derecha	0.89



AT	Descripción	Fuerza	Ac.Esp.	Factor	IZQUIERDA			DERECHA		
					nº A.T.	%Tiempo	Fact x T	nº A.T.	%Tiempo	Fact x T
0	-	(Sin A.T.)	1		37.3%	0.37		43.3 %	0.43	1
1	Coger caja de cartón m izquierda	Muy muy débil	1	1	28	9.3%	0.09			
2	Coger caja de cartón m derecha	Muy muy débil	1	1				23	7.7%	0.08
3	Dejar caja de cartón en mesa	Muy débil	1	0.85	11	3.7%	0.03			
4	Coger caja de tomates	Muy débil	1	0.85	75	25.0%	0.21	86	28.7%	0.24
5	Colocar caja de tomates	Débil	1	0.65	74	24.7%	0.16	58	19.3%	0.13
6	Empujar caja	Muy débil	0.5	0.85				6	1.0%	0.01
1	Coger caja de cartón m izquierda	Muy muy débil	1	1	28	9.3%	0.09			
2	Coger caja de cartón m derecha	Muy muy débil	1	1				23	7.7%	0.08
3	Dejar caja de cartón en mesa	Muy débil	1	0.85	11	3.7%	0.03			
4	Coger caja de tomates	Muy débil	1	0.85	75	25.0%	0.21	86	28.7%	0.24
5	Colocar caja de tomates	Débil	1	0.65	74	24.7%	0.16	58	19.3%	0.13
6	Empujar caja	Muy débil	0.5	0.85				6	1.0%	0.01

TIEMPO DEL CICLO: 12.00"



B. 4. ACCIONES TÉCNICAS CONSIDERADAS

IZQUIERDA 12AT					DERECHA 11.5AT				
Frame	Cod.	Nº AT	Acción Técnica	Fac. Adicional	Frame	Cod.	Nº AT	Acción Técnica	Fac. Adicional
1390 a 1417	1	1	Coger caja		1390 a 1395	6	0.5	Empujar caja llena	
1418 a 1428	2	3	Colocar caja en mesa		1406 a 1428	2	1	Coger caja con mano derecha	
1441 a 1451	3	1	coger tomates mano		1441 a 1454	3	1	Coger tomates	
1456 a 1467	4		Encajar caja de		1455 a 1472	4	1	Encajar caja	
1480 a 1495	3	1	Coger tomates		1480 a 1495	3	1	Coger tomates	
1496 a 1506	4	1	Encajar tomates		1496 a 1504	4	1	Encajar tomates	
1520 a 1535	3	1	Coger tomates		1520 a 1535	3	1	Coger tomates	
1536 a 1547	4	1	Encajar tomates		1536 a 1547	4	1	Encajar tomates	
1558 a 1570	3	1	Coger tomates		1566 a 1587	3	1	Coger tomates	
1571 a 1599	4	1	Encajar tomates		1588 a 1597	4	1	Encajar tomates	
1608 a 1622	3	1	Coger tomates		1608 a 1625	3	1	Coger tomates	
1623 a 1632	4	1	Encajar tomates		1623 a 1634	4	1	Encajar tomates	

B.5. FACTOR ADICIONAL

% Tiempo con Factor Adicional en mano izquierda =0%	% Tiempo con Factor Adicional en mano derecha= 0%
FACTOR AD. (IZQ) = 1	FACTOR AD. (DCH) =1

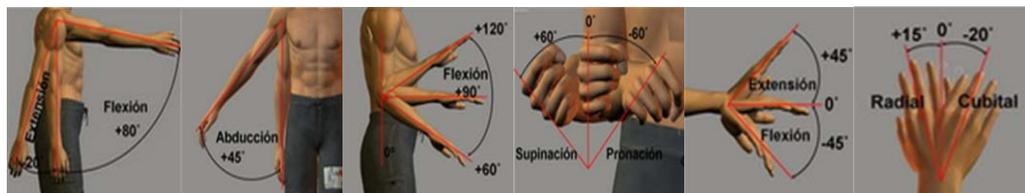
TABLA % DEL TIEMPO DEL CICLO CON FACTOR ADICIONAL	Factor
0 - 25%	1
25% - 50%	0.95
51% - 80%	0.9
> 80%	0.85

B.6. FACTOR REPETITIVIDAD

Si T.Ciclo ≤ 15 seg , ó la repetitividad de las AT $> 50\% = 0.7$			
T.Ciclo:	12 segundos	FACTOR REPETITIVIDAD 0.7	
AT más frecuentes mano derecha	48%	AT más frecuentes mano izquierda	49.7%

B.7. FACTOR POSTURA

	TABLA DE POSTURAS FORZADAS	Parte del tiempo del ciclo			
		1% - 24%	25% - 50%	51% - 80%	> 80%
A	Supinación codo ($\geq 60^\circ$)	1	0.7	0.6	0.5
	Extensión o flexión muñeca ($\geq 45^\circ$)				
	Agarre pinza o gancho o palmar				
B	Pronación o flexión codo ($\geq 60^\circ$)	1	1	0.7	0.6
	Desviación muñeca ($\geq 20^\circ$)				
	Agarre de fuerza fino (≤ 2 cm)				



A	62.0%	00.0%	87.0%		0.0%	87.0%		57.7%	0.0%	1.0%		6.0%	30.3%			
B	0.0%			86.7%	0.0%		82.3%	0.0%			86.7%	0.0%	28%			
Factor:	0.6	1	0.5	0.6	1	0.5	0.6	0.6	1	1	0.6	1	0.7	1		
	IZQUIERDA						DERECHA									
	Agarre		Hombro		Codo		Muñeca		Agarre		Hombro		Codo		Muñeca	
Frame	Tipo	Flexión	Abduc.	Flexión	Rot.	Flexión	Desv.	Tipo	Flexión	Abduc.	Flexión	Rot.	Flexión	Desv.		

El factor 0.5 del hombro izquierdo, se debe a la abducción que se produce en la permanente recogida de las bandejas que le llegan a la trabajadora por la izquierda. Así como la flexión de la muñeca, otro 0.5, en el gesto continuo de coger las bandejas.

Ambos codos realizan flexiones en cada acción técnica de recogida de bandejas.



B.7. FACTOR DURACIÓN TOTAL

Tiempo:	<120	120 - 239	240- 480	>480
Factor:	2	1.5	1	0.5
Min. Diarios:	120	FACTOR DURACIÓN:1.5		

B. 8. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

El resultado se ofrece con todos los factores de la ecuación OCRA, salvo el de la duración total, que se aplica en el cálculo de la ecuación multitarea.

Factores:	IZQ	DCH
Postura:	0.5	0.6
Repetitividad:	0.7	
Factores Adicionales:	1	1
Fuerza:	0.87	0.89
Recuperación:	0.9	
Duración	1.5	

	IZQ	DCH
a. AT por minuto realizadas	60	57
b. AT recomendadas	12.34	15.10
Ind.OCRA: a/b	4.86	3.81
NO ACEPTABLE		

4.3.2.4. Evaluación de la Tarea 3: Empaquetado de cajas de tomates “cherry”.

A. Descripción de la Tarea 3

La trabajadora desempeña esta actividad de 15 a 18 horas, con un descanso de 10 minutos, por lo que trabaja 170 minutos.

La tarea consiste en coger una caja de cartón situada en la plataforma superior a la cinta, colocarla en la superficie de trabajo e ir cogiendo las bandejas de tomates “cherry” e introducirlas dentro una caja de cartón con capacidad de ocho bandejas. Una vez llena ésta, se empuja desde la plataforma de trabajo hacia otra cinta situada bajo la anterior, por la que irán las cajas para ser paletizadas. La duración media del ciclo es de 20 segundos.



Tarea 3: Empaquetado de tomates cherry

B. Evaluación de la Tarea Simple 3 con la norma UNE 1005-5 (Método OCRA).

B. 1. FACTOR RECUPERACIÓN

Tabla de Tiempo Trabajado									
▪ Hora:	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	
▪ Trabajo (min):	0	0	0	0	0	60	50	60	
▪ Horas sin recuperación						1			
▪ Total Trabajo	170 minutos								
▪ Total sin recuperación	1 hora: 60 minutos								
Factor de Recuperación según nº horas sin adecuado periodo de recuperación.									
▪ Hora:	0	1	2	3	4	5	6	7	8
▪ Factor	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.3	0.1	0
FACTOR DE RECUPERACIÓN : 0.9									



B. 2. FACTOR REPETITIVIDAD

Si T.Ciclo ≤ 15 seg , ó la repetitividad de las AT $> 50\% = 0.7$			
T.Ciclo:	20.00"		
AT más frecuentes mano derecha	55%	AT más frecuentes mano izquierda	36%
FACTOR REPETITIVIDAD MANO DERECHA	1	FACTOR REPETITIVIDAD MANO IZQUIERDA	0.7

B.3. FACTOR FUERZA

Tabla Factores de Fuerza. Escala de Borg	Factor	Borg
Muy muy débil	1	0.5
Muy débil	0.85	1
Débil	0.65	2
Moderado	0.35	3
Bastante duro o pesado	0.2	4
Muy duro o pesado	0.01	≥ 5

FACTOR FUERZA			
Mano izquierda	0.93	Mano derecha	0.90

A T	Descripción de AT	Fuerza	Ac.Esp	Factor	IZQUIERDA			DERECHA		
					nº A.T	%Tiempo	Fact x T	nº A.T	%Tiempo	Fact x T
0	-	(Sin A.T.)		1		62.0%	0.62		36.0%	0.36
1	Coger caja de cartón	Muy débil	1	0.85				3	3.0%	0.03
2	Dejar caja de cartón	Muy débil	1	0.85				1	1.0%	0.01
3	Coger caja pequeña	Muy débil	1	0.85	24	24.0%	0.20	42	42.0%	0.36
4	Dejar caja pequeña	Muy débil	1	0.85	12	12.0%	0.10	13	13.0%	0.11
5	Coger caja de mano izquierda	Muy débil	1	0.85				4	4.0%	0.03
6	Empujar caja de cartón	Débil	1	0.65	1	1.0%	0.01	1	1.0%	0.01
TIEMPO DEL CICLO 20.00"										



B. 4. ACCIONES TÉCNICAS CONSIDERADAS

IZQUIERDA 7.00 AT				DERECHA 24.00AT					
Frame	Cod.	Nº AT	Acciones Técnicas	Fac.Ad.	Frame	Cod.	Nº AT	Acciones Técnicas	Fac.Ad.
			-		721 A 731	1	1	Coger caja de cartón	
			-		736	2	1	Dejar caja de cartón	
761 a 786	3	1	Coger caja pequeña		761 a 781	3	1	Coger caja pequeña	
791	4	1	Colocar caja pequeña		791	4	1	Encajar caja pequeña	
			-		806 a 826	3	1	Coger caja pequeña	
816 a 846	3	1	Coger caja pequeña						
851 a 856	4		Encajar caja		831	4	1	Encajar caja	
951 a 71	3	1	Coger caja		836	5	1	Coger caja de mano izquierda	
976	4		Encajar		846	4	1	Encajar caja	
981	3		Coger caja		861 a 871	3	1	Coger caja pequeña	
986	4		Encajar		876	4	1	Encajar caja	
1001 a 1036	3	1	Coger caja pequeña		886 a 906	3	1	Coger caja pequeña	
1136 a 1146	6	1	Empujar caja de cartón		911	4	1	Encajar caja	
					931 a 971	3	1	Coger caja pequeña	
					976	4	1	Encajar caja	
					991 a 1021	3	1	Coger caja pequeña	
					1026	4	1	Encajar caja	
					1031	5	1	Coger caja de mano izquierda	
					1036	4	1	Encajar caja	
					1056 a 1075	3	1	Coger caja pequeña	
			-		1076 a 1096	4	1	Encajar caja	
					1101 a 1116	3	1	Coger caja pequeña	
			-		1121	4	1	Encajar caja	

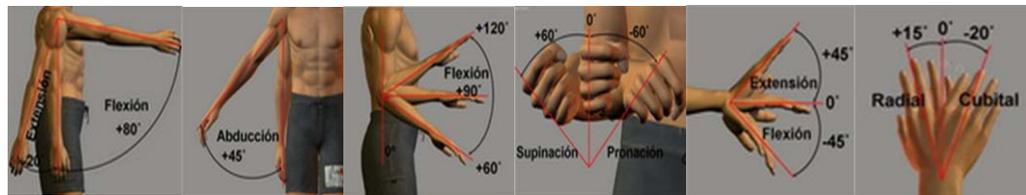
B.5. FACTOR ADICIONAL

TABLA % DEL TIEMPO DEL CICLO CON FACTOR ADICIONAL	Factor
0 - 25%	1
25% - 50%	0.95
51% - 80%	0.9
> 80%	0.85

% Tiempo con Factor Adicional en mano izquierda =0.	% Tiempo con Factor Adicional en mano derecha= 0%
FACTOR AD. (IZQ) = 1	FACTOR AD. (DCH) =1

B. 6. FACTOR POSTURA

	TABLA DE POSTURAS FORZADAS	Parte del tiempo del ciclo			
		1% - 24%	25% - 50%	51% - 80%	> 80%
A	Supinación codo ($\geq 60^\circ$)	1	0.7	0.6	0.5
	Extensión o flexión muñeca ($\geq 45^\circ$)				
	Agarre pinza o gancho o palmar				
B	Pronación o flexión codo ($\geq 60^\circ$)	1	1	0.7	0.6
	Desviación muñeca ($\geq 20^\circ$)				
	Agarre de fuerza fino ($\leq 2\text{cm}$)				



A	7.80%	0.0%	86%		0.0%	86%		8.2%	1%	16%		2%	39%	
B	0.0%			86%	0.0%		86%	0.0%			86%	0.0%	50%	
Factor:	1	1	0.5	0.6	1	0.5	0.6	1	1	1	0.6	1	1	
	IZQUIERDA						DERECHA							
	Agarre	Hombro		Codo		Muñeca		Agarre	Hombro		Codo		Muñeca	
Frame	Tipo	Flexión	Aducción	Flexión	Rot.	Flexión	Desv.	Tipo	Flexión	Abduc.	Flexión	Rot.	Flexión	Desv.

La postura más penalizadora es la aducción de hombro izquierdo (factor 0.5) que se produce al mantener el brazo izquierdo ordenando/apoyando las cajas introducidas, y la flexión de muñeca izquierda en la misma situación. Y en extremidad derecha la flexión de codo al coger las cajas de tomates e introducirlos en la caja grande.

B. 7. FACTOR DURACIÓN TOTAL

Tiempo:	<120	120 - 239	240- 480	>480
Factor:	2	1.5	1	0.5
Min. Tarea	170	FACTOR DURACIÓN: 1.5		

B.8. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

El resultado se ofrece con todos los factores de la ecuación OCRA, salvo el de la duración total, que se aplica en el cálculo de la ecuación multitarea.



Factores:	IZQ	DCH
Postura:	0.5	0.6
Repetitividad:	1	0.7
Factores Adicionales:	1	1
Fuerza:	0.93	0.90
Recuperación:	0.90	
Duración	1.5	

	IZQ	DCH
a. AT por minuto realizadas	42.00	66.00
b. AT recomendadas	18.88	15.34
Ind.OCRA: a/b	2.22	4.30
	ACEPTABLE CONDICIONALMENTE	NO ACEPTABLE

4.3.4. RESULTADO FINAL DE LA EVALUACION MULTITAREA OCRA DEL PUESTO DE ENCAJADORA

Factores multitarea de las tres tareas en conjunto:

- Duración de la jornada del puesto de encajadora de tomates.

Tarea	Dur. Tarea	1º	2º	3º	4º	5º	COMIDA	6º	7º	8º
1	150min	60	60	30	0	0		0	0	0
2	120min	0	0	0	60	60		0	0	0
3	170min	0	0	0	0	0		60	50	60

Duración: 440min	< 120 min	120 - 239	240- 480	> 480 min
FACTOR DURACIÓN	2	1.5	1	0.5

- Recuperación en el puesto.

Horas sin recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	> 8
FACTOR RECUPERACIÓN	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.45	0.25	0.1	0

Duración total: 440									
Horas sin recuperación: 4	1	1		1		1			
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	
Descanso:	0	0	30	0	0	0	10	0	
Minutos trabajo:	60	60	30	60	60	60	50	60	

Calculo del Índice OCRA Multitarea en las tres tareas.

➤ INDICE OCRA MANO IZQUIERDA

			IZQUIERDA						
Tarea	Dur. (min)	Ciclo(seg)	AT min	AT ejecut.	F.Post.	F.Repet.	F.Adic.	F.Fuerza	AT rec.
1	150	5.0	36.00	5400	0.60	0.70	1.00	0.80	1520
2	120	12.0	60.00	7200	0.50	0.70	1.00	0.87	1097
3	170	20.0	42.00	7140	0.50	1.00	1.00	0.93	2378
	440			19740				AT rec. =	6979

F. Duración:	1
F. Recuperación:	0.6
Total de AT recomendadas	2997

AT Ejecutadas 19740	➔	6.59 No aceptable
AT recomendadas 2997		

➤ INDICE OCRA MANO DERECHA

MANO DERECHA									
Tarea	Dur. (min)	Ciclo(seg)	AT min	AT ejecut.	F.Post.	F.Repet.	F.Adic.	F.Fuerza	AT rec.
1	150	5.0	36.00	5400	0.70	0.70	1.00	0.85	1865
2	120	12.0	57.50	6900	0.60	0.70	1.00	0.89	1342
3	170	20.0	66.00	11220	0.60	0.70	1.00	0.90	1932
	440			23520					5140

F. Duración:	1
Irrecuperación:	0.6
Total de AT recomendadas	3084

AT Ejecutadas 23520	➔	7.63 No aceptable
AT recomendadas 3084		

Con el resultado de la no aceptabilidad del nivel de riesgo, se rediseña el puesto considerando otras condiciones laborales diferentes y siempre más saludables, que

hagan modificar los factores de cálculo en cada una de las tareas individualmente, para conseguir un índice en la evaluación de la Multitarea aceptable.

4.3.5. REDISEÑO DEL PUESTO DE ENCAJADORA Y CONCLUSIONES

Se efectúa un rediseño en dos fases modificando los siguientes factores de riesgo con el fin de reducir su nivel.

FASE 1

■ Introducir pausas de descanso en cada tarea.

Con el fin de que exista una recuperación idónea, se introducen descansos de 10 minutos en todas las horas que no tengan recuperación. Esto conlleva una mejora en el factor recuperación que pasa a ser 1.

Además con esta medida se consigue disminuir del tiempo de trabajo efectivo dentro la jornada que pasa de ser de 440 minutos a 400 minutos, y por consiguiente el número de AT realizadas en la jornada.

Tarea	Dur. Tarea	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	COMIDA	6ª	7ª	8ª
1	130min	50	50	30						
2	110min				50	60				
3	160min	0	0	0	0	0		50	50	60

Duración: 400min	< 120 min	120 - 239	240- 480	> 480 min
FACTOR DURACIÓN	2	1.5	1	0.5

Horas sin recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	> 8
FACTOR RECUPERACIÓN	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.45	0.25	0.1	0



- **Equiparar el número de Acciones Técnicas realizadas con cada extremidad superior en el ciclo de trabajo de la tarea nº 3.**

En la tarea nº 3 existe una sobrecarga de acciones técnicas en la mano derecha. Cambiando la forma de trabajo de la operaria para que exista un reparto equitativo de acciones de encajado de cajas en ambas manos, se pueden conseguir niveles aceptables en las dos extremidades para dicha tarea.

- **Aumentar el tiempo del ciclo de trabajo en la tarea nº 2.**

Incrementar el tiempo del ciclo de 12 a 15 segundos para la tarea nº2 permite reducir el nivel de riesgo de no aceptable a aceptable en mano izquierda y aceptable condicionalmente en mano derecha.

➤ INDICE OCRA MANO IZQUIERDA

			IZQUIERDA						
Tarea	Dur. (min)	Ciclo(seg)	AT min	AT ejecut.	F.Post.	F.Repet.	F.Adic.	F.Fuerza	AT rec.
1	130	5.0	36.00	4680	0.60	0.70	1.00	0.80	1317
2	110	15.0	48.00	5280	0.60	0.70	1.00	0.90	1243
3	160	20.0	39.00	6240	0.50	1.00	1.00	0.95	2280
	400			16200					4840



➤ INDICE OCRA MANO DERECHA

			DERECHA						
Tarea	Dur. (min)	Ciclo(seg)	AT min	AT ejecut.	F.Post.	F.Repet.	F.Adic.	F.Fuerza	AT rec.
1	130	5.0	36.00	4680	0.70	0.70	1.00	0.85	1617
2	110	15.0	46.00	5060	0.70	0.70	1.00	0.91	1472
3	160	20.0	51.00	8160	0.60	1.00	1.00	0.93	2684
	400			17900					5733

AT Ejecutadas	17900
AT recomendadas	5733



3.10
Aceptable
condicionalmente

Duración:	1
Recuperación:	1
Total de AT recomendadas	5733

🌀 FASE II

■ Mejorar la postura en las tres tareas.

Con la modificación de los factores duración, recuperación y tiempo del ciclo se logra una importante reducción en los niveles de riesgo tal y como se ha demostrado. Aunque para conseguir un nivel aceptable de riesgo es imprescindible modificar el factor postura. Por eso en esta fase II se ha procedido a modificar los coeficientes siguientes:

El factor postura se ha reducido eliminando en todas las tareas 1 y 2 el factor de 0.5 que se da en:

- La tarea 1 por la abducción del hombro izquierdo al coger los tomates de la cinta, y por flexión de la muñeca izquierda y flexión de codo.
- La tarea 2 en la mano derecha por flexión de muñeca y en hombro izquierdo por abducción y flexión de mano izquierda.
- La tarea 3 por abducción de hombro izquierdo y flexión de codo derecho.



En los tres casos existe una mayor abducción y flexión en el hombro izquierdo y mayor frecuencia en esta postura, lo que provoca las penalizaciones mayores en el factor postura. La razón es que los trabajadores recogen de la plataforma superior o enfrentada los tomates y/o bandejas que vienen desde la izquierda, y el movimiento lo realizan antes de estar la caja delante de ellas, por lo que “alcanzan” con el brazo izquierdo, lo que produce una abducción en hombro izquierdo superior al derecho. Por la misma razón el hombro derecho registra en las tres tareas una mayor aducción.

Sería necesario formar a las trabajadoras mediante un plan formativo específico en higiene postural con el fin de minimizar las posturas forzadas en el puesto de trabajo.



■ **Resultado final del Índice OCRA Multitarea con rediseño de puesto: Fase I y Fase II.**

➤ **INDICE OCRA MANO IZQUIERDA**

IZQUIERDA									
Tarea	Dur. (min)	Ciclo(seg)	AT min	AT ejecut.	F.Post.	F.Repet.	F.Adic.	F.Fuerza	AT rec.
1	130	5.0	36.00	4680	1.00	0.70	1.00	0.80	2195
2	110	15.0	48.00	5280	1.00	0.70	1.00	0.90	2071
3	160	20.0	39.00	6240	1.00	1.00	1.00	0.95	4560
				16200					8826

AT Ejecutadas 16200	➔	Aceptable 1.84	F.Duración:	1
AT recomendadas 8826			Recuperación:	1
			Total de AT recomendadas	8826

➤ **INDICE OCRA MANO DERECHA**

MANO DERECHA									
Tarea	Dur. (min)	Ciclo(seg)	AT min	AT ejecut.	F.Post.	F.Repet.	F.Adic.	F.Fuerza	AT rec.
1	130	36.00	4680	1.00	1.00	1.00	0.85	2310	36.00
2	110	46.00	5060	1.00	1.00	1.00	0.91	2103	46.00
3	160	51.00	8160	1.00	1.00	1.00	0.93	4474	51.00
				17900					8896

AT Ejecutadas 17900	➔	Aceptable 2.01	F. Duración:	1
AT recomendadas 8896			F. Recuperación:	1
			Total de AT recomendadas	8896



❖ Conclusiones sobre el rediseño del puesto de encajadora.

Para reducir el nivel de riesgo del puesto de trabajo, se podrían adoptar las medidas apuntadas:

- **Introducir pausas de recuperación mediante paradas de 10 minutos en cada hora de trabajo.**

- **Incrementar la duración del ciclo de trabajo de 12 a 15 segundos en la Tarea 2.**

- **Formación en higiene postural :**
 - En la tarea 1 y 2 para reducir el grado abducción de hombro izquierdo y su frecuencia.
 - En la tarea 2 para reducir la flexión de muñeca izquierda en la colocación de cajas ya que repite la acción sobre cada caja (recolocación).
 - En la tarea 3 para equiparar el número de acciones técnicas que realiza cada mano y no sobrecargar la mano derecha.



5. CONCLUSIONES SOBRE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HADA

Tras las prácticas realizadas con la herramienta HADA, reflejadas en éste documento, concluimos que gracias a este sistema se consigue un análisis ergonómico con un elevado grado de calidad y alto realismo debido a la tecnología de captación y reproducción de movimientos, que a su vez facilita considerablemente el rediseño de los puestos y la reevaluación de los mismos.

Utilizar sensores inerciales de captación de posturas y movimientos es a día de hoy una técnica de reproducción fiel del comportamiento músculo esquelético o corporal de los trabajadores, que permite el efectuar a posteriori una evaluación lo más cercana a la realidad. Esta es la aportación más importante del sistema HADA al campo de la biomecánica y de donde se extrae su principal valor.

Destacamos igualmente como aspectos positivos, por lo que suponen de avance técnico y novedad en el campo de la ergonomía:

- La precisión en el cálculo de ángulos articulares en cada postura del ciclo, su valoración en el tiempo y la identificación de la postura más gravosa y su desviación del nivel de riesgo general.
- La determinación del factor fuerza en cada mano, que se realiza en función de la asignación que el Técnico haya dado al definir cada acción técnica, por lo que la herramienta HADA obtiene el valor de dicho factor no de forma genérica, sino proporcionalmente al tiempo de cada acción técnica en el ciclo, aspecto de una gran precisión técnica. Este mismo criterio se utiliza con la repetitividad de cada extremidad, por lo que también el cálculo de este factor resulta más ajustado a la realidad.
- La precisa identificación y detección de las posturas más gravosas y el porcentaje de éstas en toda la tarea evaluada, lo cual permite priorizarlas directamente para eliminarlas, consiguiendo así una reducción nivel del riesgo.



Un aspecto fundamental que debe ser resaltado por su importancia en la evaluación consiste en la necesidad de actuar de forma muy precisa a la hora de atender a las exigencias técnicas requeridas por el sistema HADA, debiendo ser especialmente cuidadosos a la hora de colocar perfectamente los sensores al trabajador, exportar correctamente el movimiento y reproducir adecuadamente en el sistema informático el modelo en 3D de la imagen real captada en el puesto de trabajo.

En definitiva, el sistema HADA constituye una herramienta que ofrece prestaciones útiles, novedosas y con un grado elevado de fiabilidad postural, elementos muy valiosos para el desarrollo de la ergonomía en el trabajo.



6. ANEXO

6.1-NORMA UNE-EN 1005-5:2007 SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS. EVALUACIÓN DEL RIESGO POR MANIPULACIÓN REPETITIVA DE ALTA FRECUENCIA. TAREA SIMPLE Y MULTITAREA (MÉTODO OCRA).

Esta norma europea presenta una metodología de evaluación y el control de los riesgos para la salud y seguridad, debidos a la manipulación repetitiva a alta frecuencia de los miembros superiores en relación con las máquinas. Incluso cuando se desarrollan tareas variadas en un mismo puesto de trabajo.

1.-La Evaluación Detallada del Riesgo de Manipulación a Alta Frecuencia → Método 2

La siguiente ecuación general calcula el número total de acciones técnicas observadas (ATA) entre las acciones técnicas recomendadas en un turno (RTA)

$$\text{Índice OCRA} = \frac{\text{ATA}}{\text{RTA}}$$

$$\text{ATR} = \text{CFx}(\text{Fo} * \text{Po} * \text{Re} * \text{Ad}) \text{Rc} * \text{Du}$$

- $\text{ATA} = (\text{NTC} * 60) / \text{FCT}$

Donde:

- NTC son las acciones técnicas que se realizan en el ciclo
- FCT es la duración en segundos del ciclo
- CF es la “constante de frecuencia” de las acciones técnicas por minuto = 30;
- Fo_{mj} ; Po_{mj} ; Re_{mj} ; Ad_{mj} son los multiplicadores para los factores de riesgo por postura, repetitividad, adicionales, fuerza, en cada tarea repetitiva j;
- Rc_M es el multiplicador para el factor de riesgo “falta de periodo de recuperación”;
- Du_M es el multiplicador basado en la duración total de las tareas repetitivas durante un turno.

A continuación vamos a ver como se hallan cada uno de los factores.

❖ **ACCIONES TÉCNICAS**

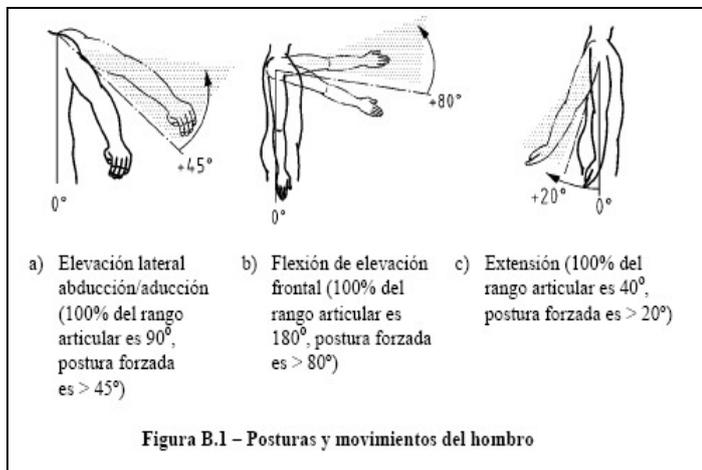
Las acciones técnicas implican la actividad músculo-esquelética de los miembros superiores. No deberían identificarse con un solo movimiento articular, sino más bien con un movimiento complejo que implica una o varias articulaciones y segmentos para permitir la realización completa de una tarea de trabajo simple.

❖ **POSTURAS (PoM)**

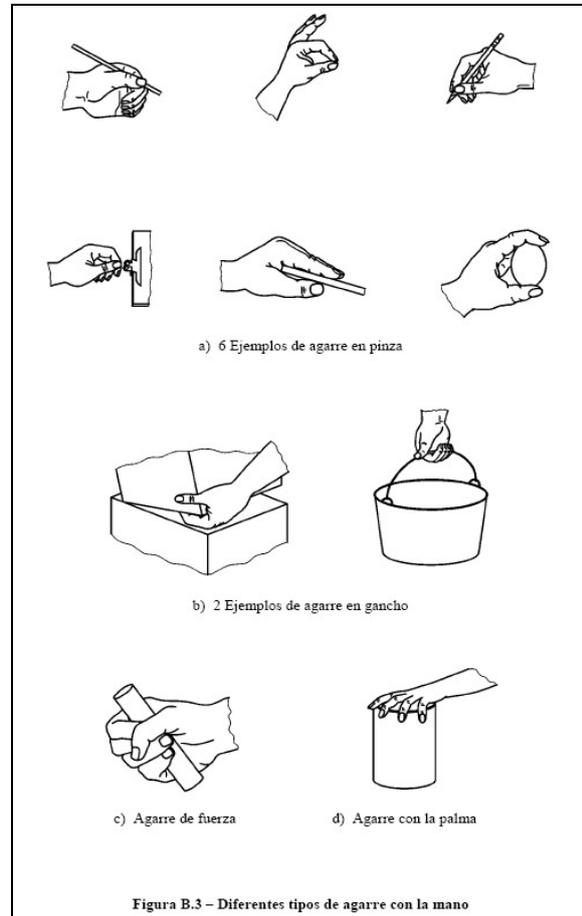
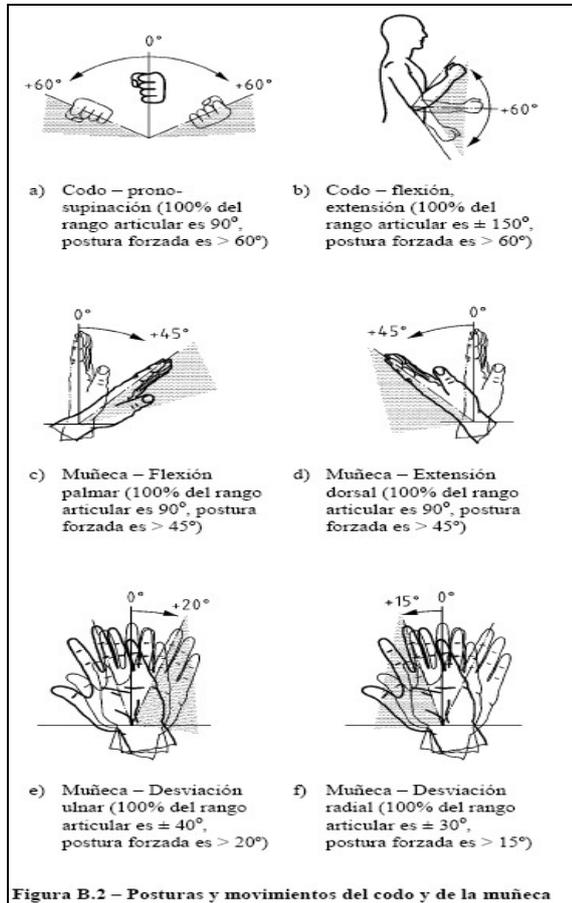
Si las condiciones para las posturas son las mismas que en el método1, el factor es igual a 1, sino se dan tales condiciones se utiliza la tabla1.

Posturas forzadas	Parte del tiempo del ciclo			
	Menos de 1/3; del 1% al 24%	1/3; del 25% al 50%	2/3; del 51% al 80%	3/3; más del 80%
Supinación de codo ($\geq 60^\circ$)	1	0.7	0.6	0.5
Extensión ($\geq 45^\circ$) o flexión de muñeca ($\geq 45^\circ$)				
Agarre en pinza o en gancho o palmar (apertura amplia)				
Pronación de codo ($\geq 60^\circ$) o flexión/extensión ($\geq 60^\circ$) del codo	1	1	0.7	0.6
Desviación radio-ulnar de muñeca ($\geq 20^\circ$)				
Agarre de fuerza fino ($\leq 2\text{cm}$)				

Tabla 1. Cálculo del Factor Postural



Debería evitarse cualquier movimiento por encima de la altura de hombro. En la actualidad no se dispone de datos para identificar un Po_M específico para los hombros: por consiguiente, no se puede incluir un Po_M para los hombros en el procedimiento de cálculo del índice de OCRA.



Al final del análisis de posturas forzadas, se selecciona el multiplicador más bajo Po_M de acuerdo con las posturas previstas y los movimientos de codo, muñeca y mano (tipo de agarre) para calcular la ecuación.

❖ REPETITIVIDAD (ReM)

Cuando la tarea requiera la realización de las mismas acciones técnicas de los miembros superiores para al menos el 50% del tiempo del ciclo o cuando el tiempo del ciclo es inferior a 15s, el factor multiplicador correspondiente es 0,7, de otro modo es igual a 1.

❖ FACTORES ADICIONALES (AdM)

Se consideran factores adicionales, entre otros:

- Características de los objetos (Fuerzas de contacto, forma, dimensiones, temperatura...)
- Vibración y fuerzas de impacto. (martilleo)
- Condiciones ambientales (iluminación, clima, ruido).
- Factores individuales y de organización (edad, salud, alto ritmo de trabajo...)

La valoración de estos factores es la siguiente:

- Si no hay factores adicionales o si hay están presentes al mismo tiempo durante menos del 25% del tiempo del ciclo el factor Ad_M es igual a 1.
- Si hay están presentes al mismo tiempo durante 1/3 del tiempo de ciclo (del 25% al 50%) el factor Ad_M es igual a 0.95.
- Si hay están presentes al mismo tiempo durante 2/3 del tiempo de ciclo (del 51% al 80%) el factor Ad_M es igual a 0.9.
- Si hay están presentes al mismo tiempo durante 3/3 del tiempo de ciclo (más de 80%) el factor Ad_M es igual a 0.85.

❖ FUERZA (FoM)

- Si se cumplen los criterios descritos en el Método 1, el multiplicador es 1.
- Si no se cumplen estas condiciones se utiliza la tabla 2 para determinar el multiplicador para la fuerza (F_{oM}) que se aplica al nivel de fuerza medio, en función del tiempo.
- Los valores de la tabla 2 pueden interpolarse si se han obtenido resultados intermedios.

Tabla 2 – Multiplicador en relación con el empleo diferente de fuerza (F_{oM})

Nivel de fuerza en % de F_b	5	10	20	30	40	≥ 50
Borg CR-10	0,5	1	2	3	4	≥ 5
Puntuación	muy, muy débil	muy débil	débil	moderado	Bastante duro o pesado	duro, pesado/muy duro o pesado
Multiplicador para la fuerza (F_{oM})	1	0,85	0,65	0,35	0,2	0,01

❖ RECUPERACIÓN (R_{cM})

Es aconsejable un periodo de recuperación cada 60 minutos con una relación de 5:1 (trabajo repetitivo: tiempo de recuperación), entonces la relación óptima para trabajo repetitivo y la distribución del tiempo de recuperación es:

50	10	50	10	50	10
trabajo		trabajo		trabajo	

Según las horas que el trabajador este sin periodos de recuperación el multiplicador tendrá un valor u otro.

Tabla E.1 – Multiplicador para los periodos de recuperación (R_{cM}) en relación con el número de horas sin un adecuado periodo de recuperación

Número de horas sin un adecuado periodo de recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Multiplicador R_{cM}	1	0,90	0,80	0,70	0,60	0,45	0,25	0,10	0

❖ DURACION TOTAL (D_{uM})

Este valor evalúa la duración total de la tarea repetitiva, en relación con la duración de la tarea repetitiva.

Tabla E.2 – Elementos para la determinación del multiplicador para la duración (D_{uM}) en relación con la duración total diaria prevista (en minutos) de tareas manuales repetitivas

Tiempo total (en minutos) dedicado a tareas repetitivas durante el turno	< 120	120 a 239	240 a 480	> 480
Multiplicador para la Duración D_{uM}	2	1,5	1	0,5

Evaluación Final

Una vez obtenido el índice de OCRA, evaluamos el riesgo en relación con el sistema de posición de 3 zonas (verde, amarillo, rojo) y decidir sobre las acciones consiguientes a realizar.

Índice OCRA	Zona	Evaluación del Riesgo
≤ 2,2	Verde	Aceptable
2,3 a 3,5	Amarillo	Aceptable condicionalmente
> 3,5	Rojo	No aceptable



Cuando el índice nos sale en la zona amarilla o rojo, se deben tomar medidas para rebajar el índice, pero una vez tomadas dichas medidas se tiene que volver a evaluar el puesto y verificar que ya no existe peligro para el trabajador.

2.-Cálculo del Índice OCRA cuando se evalúan dos o más tareas repetitivas.

Multitarea

El método de evaluación es la Norma UNE-EN 1005-5-2006. Seguridad en máquinas. Evaluación del Riesgo por Manipulación Repetitiva de Alta Frecuencia en Multitarea

Cuando deben evaluarse juntas dos o más tareas repetitivas, considerando la posibilidad de rotación entre actividades diferentes en distintos puestos de trabajo de una máquina o cadena de montaje, la evaluación del riesgo de la manipulación repetitiva a alta frecuencia puede evaluarse, usando la siguiente ecuación general para calcular el índice

En la práctica, para trabajos con dos o más tareas repetitivas, el índice OCRA, viene determinado por la razón para cada miembro superior, entre el número total de acciones técnicas realizadas durante el turno de trabajo (ATA) y el número total de acciones técnicas de referencia en el turno (RTA).

El número total de acciones técnicas actuales realizadas durante el turno de trabajo (ATA) para realizar las diferentes tareas repetitivas viene dado por la ecuación siguiente:

$$ATA = \sum_{j=1}^n FF_j \times D_j$$

Donde:

- n es el número de tareas repetitivas realizadas por turno;



- D_j es la duración previsible neta (en minutos) de la tarea j ;
- FF_j es la frecuencia previsible de acciones por minuto de la tarea j ;

La siguiente ecuación general calcula el número total de acciones técnicas recomendadas en un turno (RTA):

$$RTA = \sum_{j=1}^n [CF \times (Fo_{Mj} \times Po_{Mj} \times Re_{Mj} \times Ad_{Mj}) \times D_j] \times (Rc_M \times Du_M)$$

Donde:

- N: Es el número de tareas repetitivas realizadas durante el turno;
- J: Es la tarea repetitiva genérica;
- CF: Es la “constante de frecuencia” de las acciones técnicas por minuto = 30;
- Fo_{mj} ; Po_{mj} ; Re_{mj} ; Ad_{mj} son los multiplicadores para los factores de riesgo por postura, repetitividad, adicionales, fuerza, en cada tarea repetitiva j ;
- D_j : es la duración previsible neta en minutos de la tarea repetitiva j ;
- Rc_M : es el multiplicador para el factor de riesgo “falta de periodo de recuperación”;
- Du_M : es el multiplicador basado en la duración total de las tareas repetitivas durante un turno.

En la práctica, para determinar el número total de acciones técnicas recomendadas en un turno (RTA), se procede como sigue:

1. Para cada tarea repetitiva, se parte de una CF de 30 acciones/minuto.
2. Para cada tarea, la constante de frecuencia (CF) debe modificarse en función de la presencia y nivel de los siguientes factores de riesgo: fuerza, postura, repetitividad y adicionales (Fo_M ; Po_M ; Re_M ; Ad_M).
3. Se multiplica la frecuencia ponderada para cada tarea por el número de minutos de la duración previsible (D) cada tarea repetitiva.
4. Se suman los valores obtenidos para las diferentes tareas.



5. El valor resultante se multiplica por el factor multiplicador asociado a la falta de periodos de recuperación (R_{CM}).

6. Se aplica el último factor multiplicador que considera el tiempo total de las tareas repetitivas ($\sum D_j$) durante todo el turno (D_{UM}).

El valor así obtenido representa el número de acciones recomendadas total (RTA) en el turno para el trabajo examinado.

Una vez obtenido el índice de OCRA, evaluamos el riesgo en relación con el sistema de posición de 3 zonas (verde, amarillo, rojo) según Tabla de la tarea simple.

6.2. MÉTODO REBA DE EVALUACIÓN DE POSTURAS FORZADAS

El Método R.E.B.A (Rapid Entire Body Assessment), en su traducción al castellano: “Evaluación rápida de cuerpo entero”, es un método de evaluación ergonómica propuesto por Sue Hignett y Lynn McAtamney, ergónomas e investigadoras de la ciudad de Nottingham.

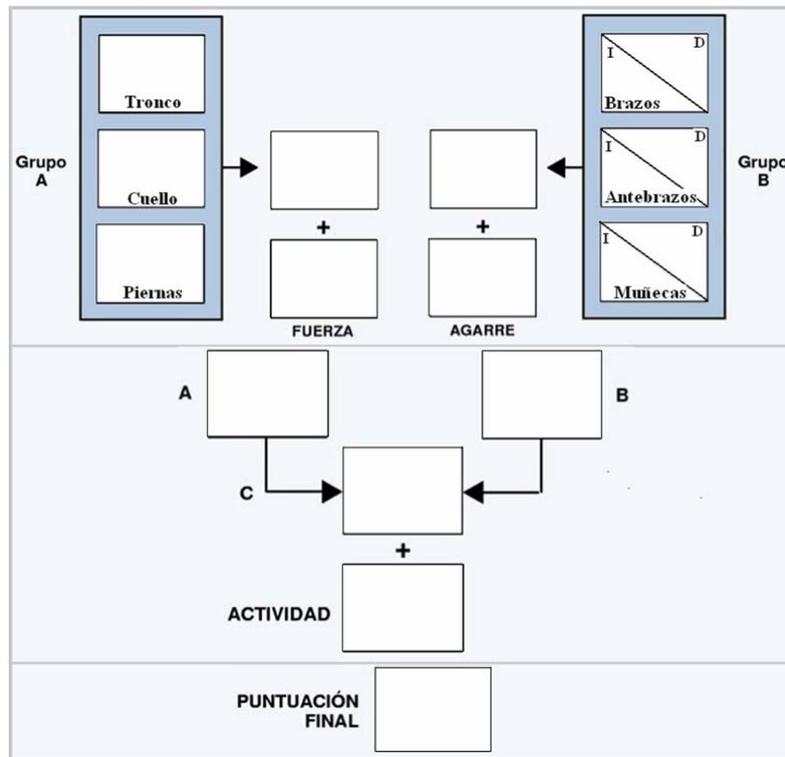
El método es el resultado del trabajo conjunto de un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, que identificaron alrededor de 600 posturas para su elaboración con el objetivo de estimar el riesgo de sufrir alteraciones corporales relacionadas con las posturas forzadas en el trabajo. Fue publicado en la revista especializada Applied Ergonomist en el año 2000.

Su elaboración se realizó aplicando varias metodologías, de fiabilidad ampliamente reconocida por la comunidad ergonómica, tales como: El método NIOSH (1993), la escala de Percepción del esfuerzo (Borg, 1985), el método OWAS (1994) y el método RULA (1994). La aplicación del método RULA fue fundamental para la elaboración de los rangos de las distintas partes del cuerpo que el método REBA codifica y valora, de ahí la gran similitud que se puede observar entre ambos métodos.

Características del método:



- Es un método especialmente sensible a los riesgos de tipo músculo-esquelético.
- Divide el cuerpo en segmentos para ser codificados individualmente, y evalúa tanto los miembros superiores, como el tronco, el cuello y las piernas.
- Analiza la repercusión sobre la carga postural del manejo de cargas. Para ello incluye un factor que puede incrementar las puntuaciones obtenidas dependiendo del peso de la carga manejada o la fuerza ejercida.
- Considera relevante el tipo de agarre de la carga manejada, ya que se incluye como factor sumatorio una determinada puntuación que depende de cómo sea este agarre. En la definición de los tipos de agarre destaca la consideración de que éste no siempre puede realizarse mediante las manos indicando la posibilidad de que se utilicen otras partes del cuerpo.
- Permite la valoración de la actividad muscular causada por posturas estáticas, dinámicas o debidas a cambios bruscos o inesperados en la postura. Para ello se incluye dentro del desarrollo del método un factor de corrección final sobre la puntuación obtenida, según se den o no estos tipos de actividad muscular.
- Incluye un nuevo factor que valora si la postura de los miembros superiores del cuerpo es adoptada a favor o en contra de la gravedad, ya que se considera que dicha circunstancia acentúa o atenúa el riesgo asociado a la postura.
- El resultado determina el nivel de riesgo de padecer lesiones estableciendo el nivel de acción requerido y la urgencia de la intervención.
- Evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente, por lo que para evaluar un puesto se deberán seleccionar sus posturas más representativas, bien por su repetición en el tiempo o por su precariedad.
- Se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. El evaluador deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.



Ejemplo de hoja de puntuación diseñada para la posible evaluación por separado del lado derecho e izquierdo del cuerpo.

Pasos previos a la aplicación del método:

1. Determinar el período de tiempo de observación del puesto considerando, si es necesario, el tiempo de ciclo de trabajo. Aunque cabe destacar que el método REBA es especialmente útil para valorar la carga física en puestos de trabajo con posturas variadas y sin ciclos de trabajo definidos.
2. Realizar, si fuera necesario debido a la duración excesiva de la tarea a evaluar, la descomposición de esta en operaciones elementales o subtareas para su análisis pormenorizado.
3. Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea (video, fotografías o anotación en tiempo real).



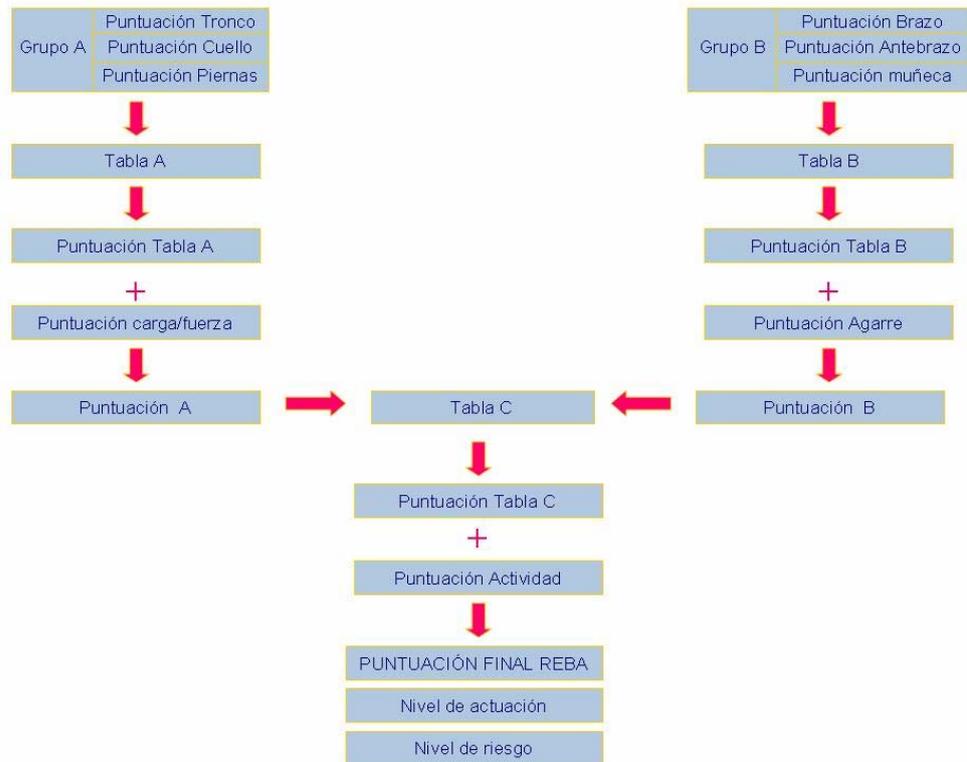
4. Identificar de entre todas las posturas registradas aquellas consideradas más significativas o peligrosas. Es este un paso determinante pues van a ser esas posturas concretas las que vamos a evaluar aplicando el método REBA.

Información requerida por el método:

- Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo.
- La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio.
- El tipo de agarre de la carga.
- Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador.

Desarrollo y aplicación del método:

El método R.E.B.A. divide el cuerpo en dos grupos de segmentos corporales, siendo el grupo A el correspondiente al tronco, el cuello y las piernas y el grupo B el formado por los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca). Para cada uno de estos segmentos corporales se obtendrá una puntuación y con ellas y los resultados obtenidos en una serie de tablas y la aplicación de sus correspondientes factores de corrección se obtendrá la puntuación final del método para cada postura evaluada.



Esquema de aplicación del método.

La puntuaciones se obtendrán de la manera que se describe a continuación:

Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco:

Cuello

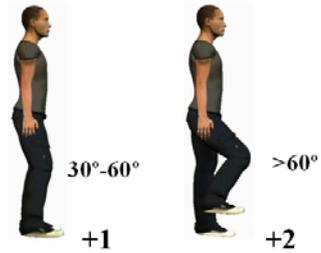
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
>20° flexión o en extensión	2	

1 2

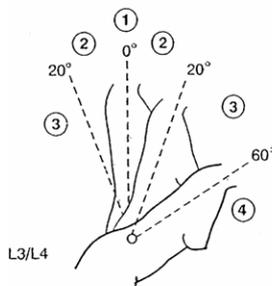
Piernas



Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	+ 1 si hay flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 2 si la/s rodilla/s está/n flexionada/s más de 60° (salvo postura sedente)



Tronco



Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	
20°-60° flexión >20° extensión	3	
> 60° flexión	4	





Una vez obtenidas las puntuaciones individuales para cuello, piernas y tronco de la postura evaluada, procederemos a obtener el valor correspondiente en la TABLA A al cruzar las tres puntuaciones.

TABLA A		Cuello											
		1				2				3			
Piernas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

La carga o fuerza manejada modificará la puntuación obtenida en la TABLA A excepto si la carga no supera los 5 Kilogramos de peso, en tal caso no se incrementará la puntuación. La siguiente tabla muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad, con lo que el resultado de la TABLA A podría verse incrementado en hasta 3 unidades.

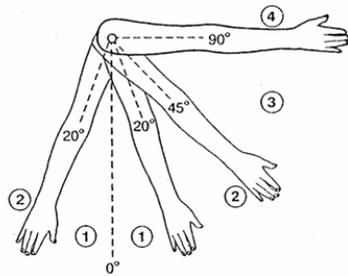
Tabla de carga/fuerza		
0	1	2
Inferior a 5 kg	5 – 10 kg	>10 kg
Añadir +1 Si la fuerza se aplica de forma rápida o brusca		

De este modo obtendríamos la puntuación A de la siguiente forma:

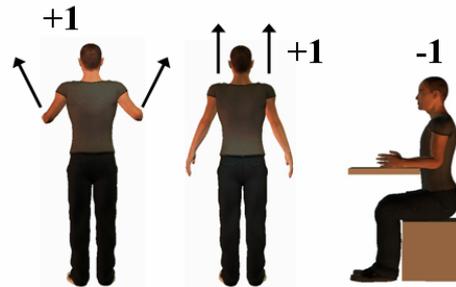
PUNTUACIÓN A = Resultado TABLA A + Puntuación carga/fuerza

Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas:

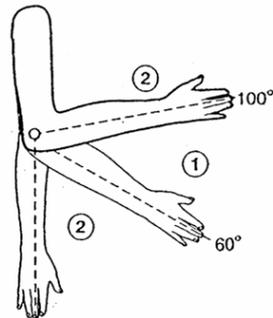
Brazos



Posición	Puntuación	Corrección
0-20° flexión/extensión	1	+ 1 si hay abducción o rotación + 1 elevación del hombro - 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad
>20° extensión 20-45° flexión	2	
45-90° flexión	3	
> 90° flexión	4	



Antebrazo



Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
flexión < 60° o > 100°	2

Muñeca

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	+ 1 si hay torsión o desviación lateral
> 15° flexión/ extensión	2	



Del mismo modo que para el grupo anterior, una vez obtenidas las puntuaciones individuales para brazo, antebrazo y muñeca de la postura evaluada, procederemos a obtener el valor correspondiente, esta vez en la TABLA B, cruzando las tres puntuaciones.

TABLA B		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Al resultado obtenido en la TABLA B hay que sumar la puntuación del tipo de agarre, según la siguiente tabla:



0 - Bueno	1- regular	2 - Malo	3 - inaceptable
El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.	Agarre posible pero no aceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo

Por lo tanto el resultado que hemos obtenido en la TABLA B puede verse incrementado en hasta 3 unidades.

En resumen la PUNTUACIÓN B se obtendría de la siguiente forma:

PUNTUACIÓN B = Resultado TABLA B + Puntuación tipo de agarre

Seguidamente obtendremos la PUNTUACIÓN C en función de las puntuaciones A y B introduciendo sus valores en la siguiente tabla:

Puntuación A	Puntuación B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

TABLA C

La puntuación final del método es el resultado de sumar a la "PUNTUACIÓN C" el incremento debido al tipo de actividad muscular:



Puntuación del tipo de actividad muscular	
Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto (excluyendo caminar).
	+1: Se producen cambios posturales importantes o posturas inestables.
Los tres tipos de actividad considerados no son excluyentes y por tanto podrían incrementar el valor de la "Puntuación C" hasta en 3 unidades	

Por lo que finalmente obtendremos que:

PUNTUACIÓN FINAL = PUNTUACIÓN C + Puntuación tipo de actividad

Niveles de riesgo y acción:

El método clasifica la puntuación final en 5 rangos de valores. A su vez cada rango se corresponde con un Nivel de Acción. Cada Nivel de Acción determina un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención.

Niveles de riesgo y acción			
Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesaria
1	2-3	Bajo	Puede ser necesaria
2	4-7	Medio	Necesaria
3	8-10	Alto	Necesaria pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

El análisis del conjunto de resultados permitirá al evaluador determinar:

- Si el puesto resulta aceptable tal y como se encuentra definido.
- Si es necesario un estudio más profundo para mayor concreción de las acciones a realizar.
- Si es posible mejorar el puesto con cambios concretos en determinadas posturas.
- Si es necesario plantear el rediseño del puesto.



Las puntuaciones individuales obtenidas para los segmentos corporales, la carga, el agarre y la actividad, podrán guiar al evaluador sobre los aspectos con mayores problemas ergonómicos y dirigir así sus esfuerzos preventivos convenientemente.

Si finalmente se aplicaran correcciones sobre la postura/s evaluadas se recomienda confirmar la correcta actuación con la aplicación del método REBA a la solución propuesta, garantizando así la efectividad de los cambios.



7. BIBLIOGRAFÍA.

- ❑ HIGNETT, S and McATAMNEY, L. Rapid Entire Body Assessment: REBA *Applied Ergonomics*, 31, 201-5, 2000
- ❑ MCATAMNEY L, CORLETT N. RULA: A survey method for the investigation of work related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 1993; 24(2): 91-99
- ❑ NORMA UNE-EN 1005-5-2007. Seguridad en máquinas. Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia. Tarea simple y multitarea (método ocra)
- ❑ RD 1299/2006, de 10 de noviembre por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social