

# **INDICE GENERAL**

## Índice General

### 1.- Memoria

|   |    |
|---|----|
| 1.1.- Objeto.....   | 4  |
| 1.2.- Ubicación de la planta estudiada.....   | 5  |
| 1.3.- Antecedentes  |    |
| 1.3.1.- Métodos de trabajo.....   | 6  |
| 1.3.2.- Secuencia básica para la mejora de métodos.....   | 7  |
| 1.3.2.1- Escoger el trabajo a mejorar.....  | 7  |
| 1.3.2.2.- Análisis del trabajo en todos sus detalles.....   | 8  |
| 1.3.2.3.- Crítica de cada elemento.....   | 8  |
| 1.3.2.4.- Estudio del nuevo método.....   | 9  |
| 1.3.2.5.- Aplicación del nuevo método.....  | 9  |
| 1.3.3.- Análisis de las operaciones.....  | 10 |
| 1.3.3.1.- Medios de registro.....   | 10 |
| 1.3.3.2.- Hoja de descripción.....  | 11 |
| 1.3.3.3.- Esquema de circulación.....   | 11 |
| 1.3.3.4.- Diagrama de avance.....   | 11 |
| 1.3.3.5.- Cuestionario de crítica del método.....   | 12 |
| 1.3.4.- Los tiempos de trabajo: concepto e importancia de la<br>medida de tiempos.....                | 13 |
| 1.3.4.1.- Precisión, exactitud y fiabilidad en la medida de tiempos ...                               | 14 |
| 1.3.4.2.- ¿A quién analizar?.....   | 15 |
| 1.3.4.3.- Determinar la cantidad de operaciones a medir.....  | 16 |
| 1.3.4.4.- Procesado de los datos.....   | 18 |
| 1.3.4.5.- ¿Cómo se miden los tiempos?.....  | 19 |
| 1.3.4.5.1.- Métodos por observación directa.....  | 20 |
| 1.3.4.5.2.- Sistemas de tiempos predeterminados.....  | 21 |
| 1.3.4.5.2.1.- El estudio de tiempos y movimientos y los<br>therbligs de Frank y Lillian Gilbreth..... | 21 |
| 1.3.4.5.2.1.1.- Técnicas de estudio de movimientos.....   | 22 |
| 1.3.4.5.2.1.2.- Análisis de los micromovimientos.....   | 23 |

|  |    |
|--|----|
| 1.3.4.5.2.1.3.- Reglas de la economía de movimientos...              | 27 |
| 1.3.4.5.2.1.4.- Principios de la economía de movimientos .....       | 28 |
| 1.3.4.5.2.1.5.- Métodos de análisis.....                             | 33 |
| 1.3.5.- ¿Por qué el MTM-2 como herramienta para medir tiempos? ..... | 42 |
| 1.3.6.- Suplementos de tiempo .....                                  | 43 |
| 1.3.6.1.- Suplementos constantes.....                                | 43 |
| 1.3.6.2.- Suplementos variables .....                                | 45 |
| 1.3.7.- Distribuciones .....   | 50 |
| 1.3.7.1.- Tipos de distribución en planta.....                       | 56 |
| 1.3.8.- Crítica de la situación actual .....                         | 64 |
| 1.3.8.1.- Diagramas de Pareto.....                                   | 64 |
| 1.3.8.2.- Flujos de movimientos .....                                | 66 |
| 1.4 Normas y referencias   |    |
| 1.4.1.- Disposiciones legales y normas aplicadas                     |    |
| 1.4.2.- Bibliografía   |    |
| 1.4.3.- Programas de cálculo   |    |
| 2.- Dossier mejora métodos: Arnés EN-361.....                        | 67 |
| 2.1.- Método actual:.....  | 68 |
| 2.1.1.- Hoja de descripción .....                                    | 69 |
| 2.1.2.- Esquema de circulación.....                                  | 71 |
| 2.1.3.- Estudio de tiempos mediante MTM-2.....                       | 72 |
| 2.1.4.- Diagrama de avance .....                                     | 80 |
| 2.1.5.- Suplementos aplicables .....                                 | 83 |
| 2.1.6.- Cuestionario de crítica.....                                 | 86 |
| 2.2.- Método propuesto:.....   | 92 |
| 2.2.1.- Hoja de descripción .....                                    | 93 |
| 2.2.2.- Esquema de circulación.....                                  | 95 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.2.3.- Estudio de tiempos mediante MTM-2.....            | 96  |
| 2.2.4.- Diagrama de avance .....                          | 101 |
| 2.2.5.- Suplementos aplicables .....                      | 104 |
| 2.2.6.- Cuestionario de crítica.....                      | 107 |
| 2.3.- Requerimientos de seguridad y salud.....            | 113 |
| 2.4.- Resumen de las mejoras obtenidas .....              | 114 |
| 3. Dossier mejora métodos para la confección de aros..... | 115 |
| 3.1.- Método actual: .....                                | 116 |
| 3.1.1.- Hoja de descripción .....                         | 117 |
| 3.1.2.- Esquema de circulación.....                       | 118 |
| 3.1.3.- Estudio de tiempos mediante MTM-2.....            | 119 |
| 3.1.4.- Diagrama de avance .....                          | 122 |
| 3.1.5.- Suplementos aplicables .....                      | 124 |
| 3.1.6.- Cuestionario de crítica.....                      | 127 |
| 3.2.- Método propuesto:.....                              | 134 |
| 3.2.1.- Hoja de descripción .....                         | 135 |
| 3.2.2.- Esquema de circulación.....                       | 136 |
| 3.2.3.- Estudio de tiempos mediante MTM-2.....            | 137 |
| 3.2.4.- Diagrama de avance .....                          | 138 |
| 3.2.5.- Suplementos aplicables .....                      | 139 |
| 3.2.6.- Cuestionario de crítica.....                      | 141 |
| 3.3.- Requerimientos de seguridad y salud.....            | 148 |
| 3.4.- Resumen de las mejoras obtenidas .....              | 149 |
| 4.- Layout actual.....                                    | 150 |
| 5.- Layout propuesto.....                                 | 152 |
| 6.- Planificación   |     |
| 7.- Anexos.....   | 153 |
| 8.- Planos .....  | 159 |
| 9.- Presupuesto   |     |

# **1.- MEMORIA**

## **1.1.- Objeto**

Tras una visita de cortesía a la planta de confección, realizada con la voluntad de profundizar los conocimientos en tejidos técnicos, es decir, todo tipo de productos textiles diseñados para realizar aplicaciones tan desconocidas para las personas ajenas a este campo, tales como eslingas, popularmente conocidas en el sector de la construcción por “bragas”, que son unas bandas de cinta tejida que han sido cosidas de modo que en cada uno de sus extremos termine en forma de gaza (orejas como se las denomina popularmente), estas eslingas se utilizan para la elevación de cargas tales como paneles, encofrados, maquinaria,... dentro de la gama que confecciona esta empresa existen eslingas capaces de elevar cargas de hasta 30.000 kg de peso, para el campo de la elevación de cargas también confeccionan aros.

Un aro es un elemento muy simple y de un coste bajo, las empresas dedicadas a la fabricación de elementos metálicos pesados y dimensiones considerables ha encontrado la solución a sus problemas de transporte de cargas. Se confeccionan aros reutilizables, que se utilizan para el transporte de cargas dentro de una empresa, y aros no reutilizables utilizados para el transporte entre la empresa y el cliente final. La diferencia principal entre un tipo y otro de aro es su resistencia real, calculada a partir de la resistencia nominal al aplicarle un factor de seguridad de 7:1.

Además de los productos anteriormente mencionados, actualmente esta planta se esta abriendo paso entre las empresas productoras de equipos de protección individuales contra caídas de alturas. Actualmente se confeccionan dos tipos de EPIs: arneses anticaídas (conformes con la Norma Europea EN-361) y cinturones de posicionamiento para trabajos en alturas (conformes con la Norma Europea EN-358)

Tras haber comprobado las carencias organizativas de esta última sección, provocadas quizás por la falta de un estudio de métodos robusto, se propuso realizar el presente proyecto con el objetivo de optimizar la producción de la planta y mejorar la seguridad y confortabilidad de los puestos de trabajo.

## **1.2.- Ubicación de la planta**

La planta de confección EPITEX S.A. se haya situada en la Calle del Ferro nave 14 en el polígono industrial “El Congost” del termino municipal de Martorell, situado en la comarca del Baix Llobregat, provincia de Barcelona.

La nave cuenta con 47 operarios dedicados a la confección de productos textiles distribuidos en dos turnos. Un operario encargado de realizar controles de calidad, básicamente análisis de resistencia a la tracción mediante un dinamómetro de bancada horizontal con capacidad de hasta 75 toneladas de carga (cuenta con un compresor propio suministrado por el fabricante del dinamómetro), este operario sólo trabaja media jornada. Dos toreros encargados del aprovisionamiento de materia primera para las máquinas de coser, un encargado de sección que supervisa el trabajo de los operarios, programa y calibra cada máquina que termina un determinado producto disponiéndose a comenzar, confeccionar o cortar otro diferente. Una administrativa y un jefe de producción que se encarga de la planificación y control de la producción diaria. Todas las tareas de contabilidad, y contratación están subcontratadas a una asesoría de la zona.

La nave cuenta con dos puertas de acceso, una automática que comunica con el muelle de carga y descarga, con capacidad suficiente para la circulación de la carretilla elevadora con carga, y una puerta de acceso para el personal situada en uno de los laterales.

En el lateral donde se encuentra la puerta de acceso del personal, existe un anexo a la nave en el que se ubica el comedor, los aseos y los vestuarios del personal.

La oficina se haya en el interior de la nave.

## **1.3.-Antecedentes**

### **1.3.1.- Métodos de trabajo**

No sería comprensible la acción de mejora de métodos para la ejecución de distintas operaciones que componen un proceso productivo, sin la posibilidad de asignar unos tiempos a esas operaciones, pues la viabilidad de las distintas soluciones a que pueda llegarse está, por lo general, estrechamente ligada a dichos tiempos.

A su vez, sería absurda toda acción de medida de tiempos de las operaciones aplicadas a procesos de cuya idoneidad no se tuviera una seguridad razonable, pues toda reforma posterior, fruto de una acción de mejora de métodos, invalidaría los tiempos previamente obtenidos, es decir, cuando se ha de mejorar el método de un proceso productivo, para el cual resulta obvio que en la actualidad se realizan transportes y/o operaciones inútiles que no hacen, sino que aumentar los tiempos de producción para el producto, resulta totalmente inútil y antieconómico analizar los tiempos de este proceso, ya que se puede demostrar claramente que existen despilfarros en cuanto aprovechamiento de las jornadas de trabajo.

Estas circunstancias obligan a llevar siempre en paralelo las acciones de mejora de métodos y de medida de los tiempos, procurando en lo posible, que a través de la máxima polivalencia del personal del mismo aquellas dos acciones se lleven siempre en paralelo.

El *British Standard Glossary* definió el Estudio de Métodos como: “el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir costes.



## **1.3.2.- Secuencia básica para la mejora de métodos**

### **1.3.2.1.- Escoger el trabajo a mejorar**

Como norma general, los procesos susceptibles de mejora rebasan en número la mayoría de las veces, a los que el equipo de mejora de métodos puede abordar de forma inmediata. En consecuencia, es preciso una labor de selección para que los recursos que se destinen a esta actividad sean utilizados con la productividad óptima, es decir, que la relación resultados obtenidos/recursos empleados, sea máxima.

Un primer criterio para la selección de los procesos u operaciones cuyo estudio de mejora se va a emprender en primer término es el de la mayor o menor sencillez o complejidad de aquellos procesos. Al iniciar las actividades formales de mejora de métodos en una empresa conviene empezar por procesos sencillos que permitan resultados rápidos por el efecto que estos resultados obtenidos producirán sobre la moral de todo el personal implicado en ellos.

Una vez rebasada la fase inicial de aplicación de las técnicas de mejora de métodos, el criterio seguido mayoritariamente para la selección de procesos a mejorar es el de la magnitud de costes de dichos procesos. Esta magnitud, al igual que muchos parámetros del mundo industrial suele distribuirse según la curva llamada de Pareto.

La característica principal de la representación de los costes en una curva de Pareto radica en que ésta, concentra en un 12% de los procesos un 80% del coste total de transformación.

Es lógico, pues, concentrar las acciones de mejoras de métodos en los procesos pertenecientes a aquella zona, llamada generalmente zona A. Para ello se procede a un listado, ordenado según costes, de todos los procesos que permite determinar la zona de procesos a estudiar en primer lugar.

A los criterios anteriores se anteponen a veces requerimientos, por ejemplo de calidad de producto o de seguridad en el trabajo, que tienen naturalmente, prioridad sobre las demás consideraciones.

También es aconsejable, a veces, proceder al estudio de procesos que, aunque de poca importancia económica en si mismos, constituyen un estrangulamiento (cuellos de botella) en el desarrollo de procesos más importantes.

### **1.3.2.2.- Análisis del trabajo en todos sus detalles**

“Sólo se puede prestar atención a una sola cosa a la vez”. De aquí la necesidad, para un estudio profundo, de descomponer un proceso complejo en elementos simples,

La primera fase de ésta etapa de análisis es determinar cuáles van a ser estos elementos.

La siguiente fase es la de disponer de la información que sobre el terreno se haya recogido de forma sistemática y ordenada que facilite las operaciones posteriores. Para esta disposición sistemática se recurre a la utilización de diversos tipos de impresos.

### **1.3.2.3.- Crítica de cada elemento**

En este punto la actitud interrogativa toma una importancia capital. Se debe someter cada proceso y cada elemento de cada proceso a las preguntas clásicas de qué, dónde, cuándo, quién y cómo seguidas siempre del por qué.

A la crítica del proceso global en sí, seguirá la de todos y cada uno de sus elementos.

#### **1.3.2.4.- Estudio del nuevo método**

Partiendo de las respuestas a las distintas preguntas que se han planteado en la etapa de crítica del método actual del proceso objeto del estudio, se establecerán los elementos de un método que comporte ventajas respecto al actual.

#### **1.3.2.5.- Aplicación el nuevo método**

Ningún método, por perfecto que sea, tiene ningún valor si no se aplica. Pero para aplicarlo hay que atender a dos consideraciones esenciales: la técnica y las personas.

En cuanto a la técnica, conviene someter las mejores propuestas a personas expertas, que no hayan participado en su elaboración, que puedan emitir un juicio crítico imparcial sobre las mismas. Es importante que dichas personas pertenezcan a centros productivos distintos de aquel en que se va a aplicar el método mejorado, ó en su defecto, a personal experto que no haya tenido relación directa con el estudio.

Antes de someter el método creado a la crítica de terceras personas, es preciso proceder a una rigurosa autocrítica haciendo un balance de las ventajas e inconvenientes de aquellas mejoras. Este balance se representa en un documento de fácil comprensión ya que la decisión de la aplicación del nuevo método la tomará otra persona.

### **1.3.3.- Análisis de las operaciones**

Dentro de la secuencia básica para la mejora de métodos, destaca por su importancia y por constituir la base en que ha de apoyarse toda mejora, la etapa de análisis del proceso actual a mejorar. Dicho análisis, que dará paso a la posterior etapa de elaboración de un nuevo método, comprende dos fases fundamentales:

- 1) Registro del método actual en soportes adecuados para el posterior estudio.
- 2) Estudio crítico de todos y cada uno de los elementos del proceso en el método actual.

#### **1.3.3.1.- Medios de registro**

Lógicamente, la información recogida sobre el proceso cuyos métodos se trata de mejorar contendrá una gran variedad de datos: descripción de operaciones, tiempos de ejecución, croquis de emplazamientos, etc.

Es importante sistematizar toda la información recogida de forma que su utilización posterior se vea facilitada, asegurando a la vez que ningún dato interesante será dejado de lado.

El procedimiento más idóneo para estos fines es establecer un dossier para cada estudio, en el que se registra, de forma sistematizada y normalizada, toda la información pertinente.

Cada dossier consta de los siguientes documentos:

- 1) La descripción del proceso
- 2) El esquema de circulación
- 3) El diagrama de avance
- 4) El cuestionario de crítica del método actual
- 5) La descripción del método propuesto
- 6) El esquema de circulación propuesto
- 7) El diagrama de avance propuesto
- 8) El balance de proposición

### **1.3.3.2.- Hoja de descripción**

En ella se refleja de forma concisa pero completa el proceso objeto de estudio con las observaciones que pueden ser útiles para dicho estudio. La información necesaria para cumplimentar este primer documento del dossier de estudio de mejora de métodos ha sido recogida “sobre el terreno”, evitando recurrir a descripciones ya existentes, explicaciones fuera del ámbito del trabajo, referencias de terceros, etc.

En la hoja de descripción no se hace mención de los tiempos de ejecución de las distintas operaciones descritas. Es más ventajoso el registro de dichos tiempos en otro documento del dossier.

El objetivo de esta hoja de descripción es dar una visión global del desarrollo del proceso que sirva de base para el posterior registro y análisis efectuado en el diagrama de avance.

### **1.3.3.3.- Esquema de circulación**

Complemento indispensable de la Hoja de Descripción de un proceso es la representación gráfica de los movimientos de materias y personas en el curso de este proceso.

Consta de una vista en planta croquizada y acotada de todos los elementos que intervienen en el proceso estudiado.

### **1.3.3.4.- Diagrama de avance**

Para el análisis del proceso que se representa en el esquema de Circulación, partiendo de la Hoja de Descripción, el soporte de la información recogida más adecuado es el llamado Diagrama de Avance sobre el cual se registra el resultado de las fases de Análisis, Crítica del método actual, y elaboración de un método.

En este diagrama se procede a la descomposición de las operaciones en elementos, para los cuales se registran todos los datos precisos para el estudio (tiempos, distancias, críticas,...).

Para interpretar el diagrama se empezará leyendo la esquina superior izquierda, en la zona en la que se hace referencia al tipo de diagrama realizado:

- Describiendo las operaciones realizadas por el OBRERO
- Describiendo las operaciones realizadas a la PIEZA

Además en esta esquina se encuentra toda la información relacionada con el proceso analizado.

En la zona superior en el centro se haya un resumen de todos los datos recogidos en la zona inferior del diagrama. Resulta muy útil para realizar comparativas rápidas entre el método actual y el propuesto.

En la zona superior izquierda, se encuentra el registro del estudio, con la fecha de realización, la codificación, la sección en la que se realiza el estudio, etc.

Por último, la zona final se debe analizar en dos bloques, por un lado se encuentra todo el análisis de tiempos y recorridos i por el otro el cuestionario de crítica y las observaciones pertinentes a cada elemento que compone el método analizado.

En el bloque de análisis de elementos situado más a la izquierda se encuentra un diagrama de flujo de las acciones realizadas durante el proceso. En la figura 4 del presente proyecto se describe exactamente el significado de cada anagrama.

#### **1.3.3.5.- Cuestionario de crítica del método**

En este bloque se analiza cada uno de los procesos productivos que se hallan en la nave con la finalidad de detectar las carencias organizativas o de seguridad de que carecen. Para ello se elabora un plantilla con las preguntas a las que todo método debe ser sometido.

## **1.3.4.- Los tiempos de trabajo**

### **Concepto e importancia de la medida de tiempos**

Para la realización de un estudio de métodos de trabajo es preciso una acción paralela de medida de los tiempo, que dan la base para la determinación del contenido del trabajo de cada uno de los elementos que componen dicho trabajo.

De ahí la importancia de la medida del Trabajo según la define la OIT en su obra El Estudio del Trabajo (La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida). Esta importancia, no obstante, no se limita a su absoluta necesidad para el adecuado análisis de los métodos de producción, sino que constituye un elemento imprescindible para el adecuado enfoque de muy variados aspectos del proceso productivo en el conjunto de la empresa, tales como:

- Programación de la producción; determinación de plazos de entrega
- Equilibrado de líneas de producción; dimensionado de equipos.
- Cálculo de costes; formulación de presupuestos.
- Medida de la actuación personal para la determinación de niveles retributivos y (eventualmente) cálculo de incentivos.

En general puede asegurarse que no existe ninguna faceta de la gestión de la empresa que pueda prescindir de una correcta determinación de los tiempos de ejecución de las distintas operaciones que en ella se desarrollan, a través de una adecuada política de medida del trabajo.

La primera de las decisiones a tomar, dentro de esta política, se refiere a la elección de los medios utilizados para aquella medida, dentro de la amplia gama de posibilidades de que se dispone actualmente. Esta elección vendrá determinada fundamentalmente por la exactitud y precisión exigidas según la utilización que se haga de los tiempos obtenidos.

En los casos en los que los tiempos reales de ejecución de las operaciones se comparan con unos tiempos normales, calculados previamente para el establecimiento de un sistema de incentivos pecuniarios de exactitud y precisión de las medidas realizadas para la obtención de aquellos tiempos normales deberían ser mucho mayores que cuando la medida de tiempos se utiliza estrictamente para fines organizativos (planificación, costes, etc.).

#### 1.3.4.1.- Precisión, exactitud y fiabilidad en la medida de tiempos

Siendo la medida de tiempos de trabajo un caso particular de los procesos generales de medida de los fenómenos físicos, serán de aplicación los conceptos fundamentales en que se basa toda medida.

El primer concepto a considerar es el de PRECISIÓN de los instrumentos de medida utilizados. Por PRECISIÓN de un instrumento, se entiende el grado en que concuerdan las distintas medidas de un mismo fenómeno al aplicar repetidas veces el referido instrumento, a aquella medida.

Por EXACTITUD de un instrumento, de medición se entiende el grado, en que el valor obtenido se acerca al valor real del fenómeno medido.

En la figura 1 se representan gráficamente los conceptos de exactitud y precisión, conceptos sobre los que puede existir cierta, confusión, en la mente de los no especialistas.

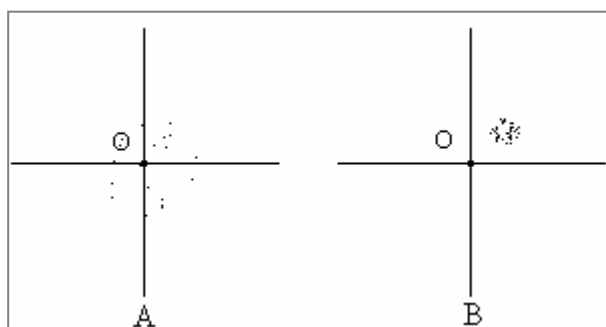


Figura 1



En ella se han representado las distintas medidas de un valor, cuya magnitud real está situada en O, por parte de dos instrumentos A y B. Se Puede apreciar como se puede calificar al instrumento, A de relativamente exacto, pues los distintos valores obtenidos se distribuyen simétricamente alrededor del valor real, pero de muy poco preciso, pues existe una gran dispersión en los distintos valores.

Por el contrario el instrumento B tiene una elevada precisión (los valores de las distintas medidas están fuertemente agrupados) pero una exactitud muy defectuosa (el conjunto de valores se aparta mucho del real).

Tanto para la exactitud como para la precisión de los instrumentos de medida del trabajo, además de los instrumentos materiales (relojes, cronómetros, calculadoras, etc.) interviene un elemento humano que tiene una importancia, muchas veces decisiva, en las características de las medidas.

Otro concepto fundamental en toda medida es el de FIABILIDAD o validez (como a veces se denomina) o sea el grado en que los valores obtenidos en una muestra se acercan al valor real de la población de la que ha sido extraída la muestra.

Para obtener la adecuada fiabilidad en la medida del trabajo son indispensables tres condiciones:

- Estudiar operadores representativos del conjunto, en condiciones de trabajo también representativas de la situación normal.
- Medir el número adecuado de operaciones.
- Proceder a un tratamiento adecuado de los datos obtenidos.

#### **1.3.4.2.- ¿A quién analizar?**

Cuando la operación que se trata de medir es efectuada por gran número de operadores surge la cuestión de elegir el trabajador cuya actuación se va a medir. En general los analistas de tiempos prefieren medir los tiempos de los mejores operarios pues es más difícil de juzgar la actuación de operarios no suficientemente hábiles.

Aunque ello no afecte a los tiempos normales resultantes del estudio, por la introducción de los factores de corrección.

En cuanto a las condiciones en que tienen lugar las operaciones, el analista deberá asegurarse de que las condiciones de trabajo, equipo y piezas utilizadas son representativas de la operación normal y que no se han introducido elementos distorsionadores de la realidad cotidiana (por ejemplo en forma de mayor asistencia al obrero, selección de piezas, mayor cuidado en afilado de herramientas, etc.). También se evitará el estudio de tiempos cuando las condiciones sean anormalmente desfavorables.

Evidentemente todo estudio de tiempos deberá ir precedido del análisis de los métodos empleados y de la determinación precisa, completa y por escrito, de aquellos métodos. Una causa frecuente de invalidez de los valores establecido es la modificación del tiempo, de ciertos detalles de los métodos de ejecución de las operaciones medidas.

#### **1.3.4.3.- Determinación de la cantidad de operaciones a medir**

El número de operaciones medidas para determinar su tiempo de ejecución afecta tanto a la fiabilidad como a la precisión de los valores obtenidos. En general, cuanto mayor el número de lecturas mayor será la fiabilidad. No obstante, el aumento innecesario en el número de observaciones, aparte del aumento consiguiente del coste del estudio, puede plantear problemas de carga de trabajo de los analistas.

Normalmente la experiencia del personal afecto a la medición de tiempos les permite fijar, con un adecuado margen de seguridad, el número de operaciones a observar, pero existen casos en los que es necesario recurrir a medios más precisos para determinar aquel número. Ello se da, principalmente, en operaciones de ciclo muy largo o que aparecen muy de tanto en tanto, con lo que multiplicar innecesariamente el número de observaciones haría incurrir en costes y retrasos antieconómicos.

Siendo el proceso de medida de tiempos análogo a un proceso de muestreo son de aplicación al mismo los conceptos estadísticos propios de aquellos procesos. El número de operaciones a observar es análogo al tamaño de la muestra en un muestreo.

La medida de la fiabilidad de los valores obtenidos vendrá dada por dos parámetros fundamentales:

- 1) Porcentaje de desviación máxima admisible de los valores obtenidos respecto al valor real.
- 2) Probabilidad de no rebasar dicha desviación.

En medidas del trabajo es corriente adoptar  $\pm 5\%$  de desviación, 95% de probabilidad, es decir que se fija el número de observaciones de forma para obtener un 95% de probabilidades de que el valor obtenido no diferirá en más de un 5% del valor real. Para casos en los que la precisión de los resultados tiene poca trascendencia se suele adoptar un valor de  $\pm 100\%$  para la desviación admitida, lo que reduce a una cuarta parte el número de observaciones necesarias.

Mundel desarrollo un método estadístico para el cálculo del número de observaciones necesarios, para el caso de  $\pm 5\%$  -95%. El proceso es el siguiente:

Se mide una primera serie de 5 o 10 operaciones

Se determina el valor más alto (A) y el más bajo (B)

Se calculan los valores  $A-B$ ,  $A+B$  y  $(A-B)/(A+B)$

Se entra con este último valor en la tabla de la figura 2 y en la columna 5 ó 10 según el número de la serie inicial de observaciones) y se lee el número de observaciones necesarias.

| $\frac{(A-B)}{(A+B)}$ | Serie inicial de |    | $\frac{(A-B)}{(A+B)}$ | Serie inicial de |    | $\frac{(A-B)}{(A+B)}$ | Serie inicial de |     |
|-----------------------|------------------|----|-----------------------|------------------|----|-----------------------|------------------|-----|
|                       | 5                | 10 |                       | 5                | 10 |                       | 5                | 10  |
| 0,05                  | 3                | 1  | 0,21                  | 52               | 30 | 0,36                  | 154              | 88  |
| 0,06                  | 4                | 2  | 0,22                  | 57               | 33 | 0,37                  | 162              | 93  |
| 0,07                  | 6                | 3  | 0,23                  | 63               | 36 | 0,38                  | 171              | 98  |
| 0,08                  | 8                | 4  | 0,24                  | 68               | 39 | 0,39                  | 180              | 103 |
| 0,09                  | 10               | 5  | 0,25                  | 74               | 42 | 0,40                  | 190              | 108 |

|      |    |    |      |     |    |      |     |     |
|------|----|----|------|-----|----|------|-----|-----|
| 0,10 | 12 | 7  | 0,26 | 80  | 46 | 0,41 | 200 | 114 |
| 0,11 | 14 | 8  | 0,27 | 86  | 49 | 0,42 | 210 | 120 |
| 0,12 | 17 | 10 | 0,28 | 93  | 53 | 0,43 | 220 | 126 |
| 0,13 | 20 | 11 | 0,29 | 100 | 57 | 0,44 | 230 | 132 |
| 0,14 | 23 | 13 | 0,30 | 107 | 61 | 0,45 | 240 | 138 |
| 0,15 | 27 | 15 | 0,31 | 114 | 65 | 0,46 | 250 | 144 |
| 0,16 | 30 | 17 | 0,32 | 121 | 69 | 0,47 | 262 | 150 |
| 0,17 | 34 | 20 | 0,33 | 129 | 74 | 0,48 | 273 | 156 |
| 0,18 | 38 | 22 | 0,34 | 137 | 78 | 0,49 | 285 | 163 |
| 0,19 | 43 | 24 | 0,35 | 145 | 83 | 0,50 | 296 | 170 |
| 0,20 | 47 | 27 |      |     |    |      |     |     |

Figura 2

#### 1.3.4.4.- Procesado de los datos

La obtención de un grado adecuado de fiabilidad de los valores obtenidos en un estudio de tiempos, es decir, de concordancia entre dichos valores y los reales, presupone un tratamiento adecuado de los datos registrados, sin manipulaciones que los desvirtúen.

Una cuestión muy debatida es la que se refiere a la práctica, muy corriente en algunos analistas, de eliminar los valores extremos en los cálculos subsiguientes a la toma de datos. En otros casos se eliminan solamente los valores extremos por exceso, manteniendo, los valores anormalmente bajos.

El argumento para esta última práctica es que los valores anormalmente altos corresponden a intentos deliberados por parte del operador de confundir al analista y de conseguir tiempos estándar más elevados.

Es difícil pronunciarse de forma tajante respecto la cuestión pero la opinión más general en la profesión es la de conservar en los cálculos todos los valores registrados. Siendo el proceso de medida de tiempos, como se ha citado anteriormente, análogo a un

proceso de muestreo no parece lógico eliminar de la muestra obtenida elemento alguno sólo porque da un valor más alto que la mayoría de los demás tiempos.

La repercusión que sobre el valor final obtenido puede tener el mantenimiento dentro de los cálculos, de los valores extremos, viene muy atenuada por dos circunstancias:

- 1) La existencia de valores que se apartan mucho del grueso de los datos hace crecer la magnitud  $A-B/A+R$  utilizada para el cálculo del número de observaciones necesarias para un determinado nivel de fiabilidad, aumentando correlativamente aquel número con lo que la influencia de la introducción de un dato supuestamente anormal se diluye considerablemente.
- 2) Si, como es la práctica mas corriente, se utilizan métodos de medida de tiempos con introducción de algún factor de corrección ligado a la actuación del operador, la desviación introducida por los valores extremos medidas en el valor final obtenido es, prácticamente nula.

#### **1.3.4.5.- ¿Cómo se miden los tiempos?**

Para la medida de los tiempos de ejecución de las operaciones son numerosos los procedimientos de que se dispone, los cuáles pueden agruparse en dos grandes categorías:

- 1) Determinación de los tiempos de ejecución a partir de la observación directa de las operaciones.
- 2) Utilización de sistemas de tiempos predeterminados.

Cada uno de los procedimientos tiene sus características y campo más apropiado de aplicación.

### **1.3.4.5.1.- Método por observación directa**

Los diversos métodos de esta categoría tienen en común el que la toma de tiempos tiene lugar en el mismo momento en que se efectúan las operaciones cuyos tiempos de ejecución se trata de determinar. Dentro de esta categoría se distinguen dos modalidades:

- a) Observación discontinua del trabajo, según un programa de observaciones aleatorias previamente establecida con anotación del estado de la operación en el instante de la observación. Es el método conocido por Muestreo de Trabajo (Work Sampling) o también de Observaciones Instantáneas.
- b) Observación continua, durante un cierto número de ciclos, de la operación a medir. Comprende las distintas modalidades de cronometraje.

Dentro de los métodos de medida de tiempos de trabajo por observación continua de un determinado número de ciclos de la operación a medir se distinguen dos modalidades:

- Métodos de medida por registro de los tiempos de ejecución, sin aplicación de ningún factor de corrección.
- Métodos de medida por registro de los tiempos de ejecución, con aplicación simultánea de un factor de corrección que depende de la actuación del operador.

La primera modalidad, por su sencillez, es especialmente adecuada para la medida de tiempos de operaciones en los que la intervención del operador no influye en la duración de la operación, por ejemplo, las operaciones ligadas estrechamente al ritmo de trabajo de una máquina.

Los instrumentos de medida utilizados son los tradicionales en la medida de tiempos: cronómetros, cronógrafos, etc. según la precisión que se desea en la medida, pero en la actualidad se dispone de medios más sofisticados que facilitan mucho las operaciones de medida.

Cuando se trata de medir los tiempos de operaciones en las que tiene una influencia determinante la actuación del operador, el simple registro de los tiempos observados no es suficiente en general, para el establecimiento de normas sobre duración de las operaciones, por la gran variabilidad que se puede encontrar según el operador observado y la falta de una base objetiva de comparación.

Se impone, entonces, la "nivelación" de los tiempos observados mediante la introducción de un factor de corrección, dependiente de la actuación del operador. Este factor de corrección puede aplicarse de forma global, al conjunto de elementos que componen una operación o (lo que es más correcto) elemento por elemento en cada una de las observaciones. Esta modalidad es la que corresponde a la modalidad llamada CRONOMETRAJE por antonomasia.

#### **1.3.4.5.2.- Sistemas de Tiempos Predeterminados**

La utilización de sistemas de tiempos predeterminados para la obtención de los tiempos de ejecución de las operaciones limita la observación de las mismas al registro de los gestos necesarios para realizarlos sin proceder a medida alguna de tiempos. A partir de tablas en las que se dan los tiempos de ejecución de cada gesto, según tipo del mismo y ciertas características, se obtienen los tiempos totales para cada operación compleja.

##### **1.3.4.5.2.1.- El estudio de tiempos y Movimientos y los therbligs de Frank y Lillian Gilbreth**

El estudio de Tiempos y Movimientos fue un elemento esencial en la práctica de la dirección científica, cuyo apogeo tuvo lugar a fines del siglo XIX y principios del XX. El estudio de los tiempos, basado en los trabajos de Frederick W. Taylor, se utilizaba sobre todo para establecer estándares de tiempo y unidades de pago para el trabajo a destajo. El estudio de los movimientos, desarrollado por Frank y Lillian Gilbreth, se utilizaba especialmente para analizar y perfeccionar los métodos de trabajo.

Gradualmente, se ha ido extendiendo el uso combinado de los estudios de movimientos y de tiempos, que proporcionan un medio para determinar los mejores métodos de trabajo y para medir sus elementos. Con ellos es posible establecer el estándar para un día de trabajo medio y el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea específica.

La gran expansión de la industria y del comercio ha traído aparejada una mayor aceptación y una aplicación más amplia de los estudios de tiempos y movimientos.

Algunas de sus prácticas, que antes eran exclusivas de las empresas más avanzadas, se han convertido en procedimientos rutinarios.

Los Gilbreth definieron originalmente el estudio de movimientos como el análisis de los movimientos utilizados para llevar a cabo una operación o una actividad, con el fin de eliminar todos los esfuerzos inútiles y de elaborar la secuencia óptima de movimientos que maximizara la eficacia. Sin embargo este estudio no abarca solo el análisis de los movimientos realizados para llevar a cabo el trabajo, sino que considera las herramientas, el equipo y los materiales empleados por el trabajador, así como las condiciones de trabajo. Su objetivo es elaborar un método de trabajo cuyos resultados sean una elevada productividad, un costo reducido y un mínimo cansancio para el operador.

#### **1.3.4.5.2.1.1.- Técnicas del estudio de movimientos.**

Los instrumentos y las técnicas del estudio de movimientos pueden clasificarse en tres categorías:

1. Análisis de procesos
2. Utilización del equipo
3. Análisis de operaciones.



### 1.3.4.5.2.1.2.- Análisis de los micromovimientos

La mayor parte de las tareas se realizan con el concurso de las dos manos, y todas las actividades manuales con unos pocos movimientos fundamentales que se repiten una y otra vez. En sus primeros estudios acerca de los movimientos, Frank B. Gilbreth descubrió que ciertas acciones son comunes a todos los tipos de actividad manual. Acuñó entonces el término therblig ("Gilbreth" escrito al revés) para contar con una palabra corta que sirviera para denominar cualquiera de las acciones elementales en que se divide un ciclo de trabajo. Gilbreth definió diecisiete therbligs y, si bien no todos son elementos fundamentales, en el sentido de que admiten una subdivisión, cada uno cumple con una función útil en el análisis:

- **Buscar.** Es elemento básico de la operación de localizar un objeto. Buscar es therblig que el analista debe tratar de eliminar siempre. Las estaciones de trabajo bien planeadas permiten que el trabajo se lleve a cabo continuamente, de manera que no es preciso que el operario realice este elemento.

- **Seleccionar.** Este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza dentro de dos más semejantes. Este therblig sigue, generalmente, al de "buscar" y es difícil determinar exactamente, aún mediante el método detallado de los micromovimientos, cuando termina la búsqueda y empieza la selección. La selección puede clasificarse dentro de los therbligs ineficientes y debe ser eliminada del ciclo de trabajo por una mejor distribución en la estación de trabajo y un mejor control de las piezas.

- **Tomar.** Este es movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte para asirla en una operación. El tomar es un therblig eficiente y, por lo tanto, no puede ser eliminado, aunque en muchos casos se puede mejorar. El "tomar" casi siempre va precedido de "alcanzar" y seguido de "mover". Estudios detallados han demostrado que existen varias formas de asir, algunas de las cuales requieren tres veces más tiempo que otras. Debe tratarse de reducir al mínimo el número de operaciones de asimiento durante el ciclo de trabajo, y las piezas a tomar o coger deben estar dispuestas a manera que pueda emplearse el tiempo más simple de asir.

- **Alcanzar.** El therblig “alcanzar” principia en el instante en que la mano se mueve hacia un objeto o sitio, y finaliza en cuanto se detiene el movimiento al llegar al objeto o al sitio. Este elemento va precedido casi siempre del de “soltar” y seguido del de “tomar”. Es natural que el tiempo requerido para alcanzar dependa de la distancia recorrida por la mano. Dicho tiempo también depende, en cierto grado, del tipo de alcance. Como tomar, Alcanzar puede clasificarse como un therblig objetivo y, generalmente, no puede ser eliminado del ciclo de trabajo. Sin embargo, si puede ser reducido acortando las distancias requeridas para alcanzar y dando ubicación fija a los objetos.

- **Mover.** Este therblig comienza en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general, y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a sí destino. Mover esta precedido casi siempre de asir y seguido de soltar o colocar en posición. El tiempo requerido para mover depende de la distancia, del peso que se mueve y del tipo de movimiento. Mover es un therblig objetivo y es difícil eliminarlo del ciclo de trabajo.

- **Sostener.** Esta es la división básica que tiene lugar cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra mano ejecuta el trabajo útil. “Sostener” es un therblig ineficiente y puede eliminarse. El sostener comienza en el instante en que una mano ejerce control sobre el objeto, y termina en el momento en que la otra completa su trabajo sobre el mismo.

- **Soltar.** comienza en el momento en el que los dedos comienzan a separarse de la pieza sostenida, y termina en el instante en que todos los dedos quedan libres de ella. Este therblig va casi siempre precedido por mover o colocar en posición y seguido por alcanza.

- **Colocar en posición.** Es el elemento de trabajo que consiste en situar o colocar un objeto de modo que quede orientado propiamente en un sitio específico. El thierblig “colocar en posición” tiene efecto como duda o vacilación mientras la mano, o las manos, tratan de disponer la pieza de modo que el siguiente trabajo puede ejecutarse

con más facilidad, de hecho, colocar en posición puede ser la combinación de varios movimientos muy rápidos.

- **Precolocar en posición.** Este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda llevarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite. La precolocación en posición ocurre frecuentemente junto con otros therbligs, uno de los cuales suele ser mover. Es la división básica que dispone una pieza de manera que quede en posición conveniente a su llegada. Es difícil medir el tiempo necesario para este elemento, ya que es un therblig que difícilmente puede ser aislado.

- **Inspeccionar.** Este therblig es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación. Se lleva a cabo una inspección cuando el fin principal es comparar un objeto dado con un patrón o estándar. El tiempo necesario para la inspección depende primordialmente de la rigurosidad de la comparación con el estándar, y de lo que la pieza en cuestión se parte del mismo.

- **Ensamblar.** El elemento “ensamblar” es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas embonantes. Es otro therblig objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo. El ensamblar suele ir precedido de colocar en posición o mover, y generalmente va seguido de soltar. Comienza en el instante en el que las dos piezas a unir se ponen en contacto, y termina al completarse la unión.

- **Desensamblar.** Este elemento es precisamente lo contrario de ensamblar. Ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. Esta división básica generalmente va precedida de asir y puede estar seguida por mover o soltar. Él desensamblar es de naturaleza objetiva y las posibilidades de mejoramiento son más probables que la eliminación del therblig. Él desensamblar comienza en el momento en el que una o ambas manos tienen el control del objeto después de cogerlo, y termina una vez que finaliza él desensamblar, que generalmente lo evidencia el inicio de mover o soltar.

- **Usar.** Este therblig es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante la parte del ciclo en que se ejecuta trabajo productivo. La duración de este therblig depende de la operación, así como de la destreza del operario. El usar se detecta fácilmente, ya que este therblig hace progresar la operación hacia su objetivo final.

- **Demora (o retraso) inevitable.** La dilatación inevitable es una interrupción que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso.

- **Demora (o retraso) evitable.** Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que sólo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora retraso evitable.

- **Planear.** Es el therblig "planear" es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir. Planear puede aparecer en cualquier etapa del ciclo y suele descubrirse fácilmente en forma de una vacilación o duda, después de haber localizado todos los componentes. Este therblig es característico de la actuación de los operarios noveles y generalmente se elimina del ciclo mediante el entrenamiento adecuado de este personal.

- **Descanso (o hacer alto en el trabajo).** Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse a la fatiga. La duración del descanso para sobrellevar la fatiga variará, como es natural, según la clase de trabajo y según las características del operario que lo ejecuta.

### **1.3.4.5.1.3.- Reglas de la economía de movimientos.**

Los veintidós principios de economía de movimientos desarrollados originariamente por Frank B. Gilbreth, pueden aplicarse adecuadamente a toda situación laboral. Aunque no todos ellos son específicos de cada operación, constituyen una base para mejorar la eficiencia y reducir el cansancio en el trabajo manual.

#### *Utilización del cuerpo humano*

- a. Las manos deberían comenzar y finalizar sus therbligs al mismo tiempo.
- b. Las dos manos no deberían de estar inactivas al mismo tiempo, salvo en los periodos de reposo
- c. Los movimientos de los brazos deberían efectuarse simultáneamente, en direcciones opuestas, en lugar de seguir ambos la misma dirección.
- d. El desplazamiento de las manos se debería reducir al mínimo movimiento que permita realizar la tarea de modo satisfactorio.
- e. Siempre que fuera posible habría que utilizar el impulso para ayudar al trabajador, pero se debería reducir al mínimo si implica esfuerzo muscular
- f. Son preferibles los movimientos curvos y continuos que los movimientos quebrados que implican cambios de dirección bruscos y agudos.
- g. Los movimientos balísticos son más rápidos, más fáciles y más apropiados que los movimientos restringidos o controlados.
- h. El ritmo es esencial para la realización suave y automática de una operación, y el trabajo deberá disponerse de forma que permita un ritmo fácil y natural.

#### *Disposición del lugar de trabajo*

- i. Se deben prever localizaciones definitivas y fijas para todas las herramientas y materiales.
- j. Las herramientas y materiales deberían hallarse junto al lugar de trabajo, lo más cerca posible del punto de montaje o de utilización.
- k. Para entregar los materiales lo más cerca del punto de montaje o de utilización, se deberían utilizar recipientes y contenedores que se alimentan por gravedad.
- l. Los materiales y herramientas se deben colocar de forma que permitan una secuencia óptima de therbligs.

- m. Se deberían utilizar, siempre que fuera posible, sistemas de entrega aéreos.
- n. Se deberían prever las mejores condiciones de visibilidad. Una buena iluminación es el primer requisito para una percepción visual satisfactoria.
- o. La altura del lugar de trabajo y del asiento deberían permitir alternar, lo más sencillamente posible, posturas de pie y sentadas.
- p. Cada trabajador debería disponer de un asiento del tipo y altura necesarios para adoptar una correcta postura.

#### *Diseño de las herramientas y del equipo*

- q. Las manos no deberían realizar todas aquellas operaciones que se pudieran realizar más eficazmente con los pies o demás partes del cuerpo.
- r. Siempre que fuese posible, se deberían combinar dos o más herramientas.
- s. Siempre que fuese posible, las herramientas y los materiales deberían hallarse en sitios preestablecidos.
- t. En aquellas operaciones en que cada uno de los dedos realiza movimientos específicos -mecanografía, por ejemplo-, la carga se debería distribuir según las capacidades de cada dedo.
- u. Los mangos de las llaves o destornilladores se deberían diseñar en tal forma que permitan el mayor contacto posible entre la superficie de la mano y aquellos. Esto es de particular importancia cuando se debe ejercer mucha fuerza sobre la herramienta. Para operaciones de montaje de precisión, la empuñadura de los destornilladores debería ser más estrecha en la base que en la cabeza.
- v. Las palancas y volantes se deberían de colocar de forma tal que el operario los pudiera manipular con el menor cambio de posición corporal y con la mayor ventaja mecánica posible.

#### **1.3.4.5.2.1.4.- Principios de la economía de movimientos.**

Las 22 reglas descritas en el apartado anterior pueden condensarse en 7 principios fundamentales

### *Principio nº 1. Independencia de los movimientos de las manos*

Los movimientos de las manos y de los brazos deben ser simétricos, simultáneos y sin brusquedades.

Es preciso que las manos trabajen simultánea y simétricamente empezando y terminando al mismo tiempo gestos similares. Este método asegura el equilibrio del cuerpo y el ritmo natural de trabajo, disminuye el esfuerzo y la tensión mental.

Consecuencia de este principio es que hay que asegurar la libertad de las manos. Estas deben liberarse de toda tarea que pueda hacerse más fácilmente con un pedal. Siempre que sea posible deben emplearse montajes sencillos y guiar piezas. Sobre todo hay que liberar las manos de toda labor de simple sujeción.

### *Principio nº 2 Economía de gestos*

Los movimientos serán tan cortos y tan escasos como permita la correcta ejecución del trabajo. Deben evitarse siempre que sea posible los cambios agudos y bruscos de dirección del movimiento. Todos los movimientos de las manos y de los brazos se clasifican, para su estudio, en las cinco categorías siguientes:

- a) Movimientos de los dedos, con articulación de las falanjes
- b) Movimiento de los dedos y mano con articulación de la muñeca
- c) Movimientos de los dedos, muñeca y antebrazo con articulación en el codo.
- d) Movimiento del brazo con articulación en el hombro.
- e) Movimientos que comportan el desplazamiento del cuerpo.

Consecuencia de este principio es que las herramientas y los materiales han de situarse lo mas cerca posible del operador. Para el estudio de las distancias mínimas en los movimientos dentro del puesto de trabajo, se existen unas zonas delimitadas que corresponden a las áreas que es posible alcanzar con los movimientos de las distintas categorías.

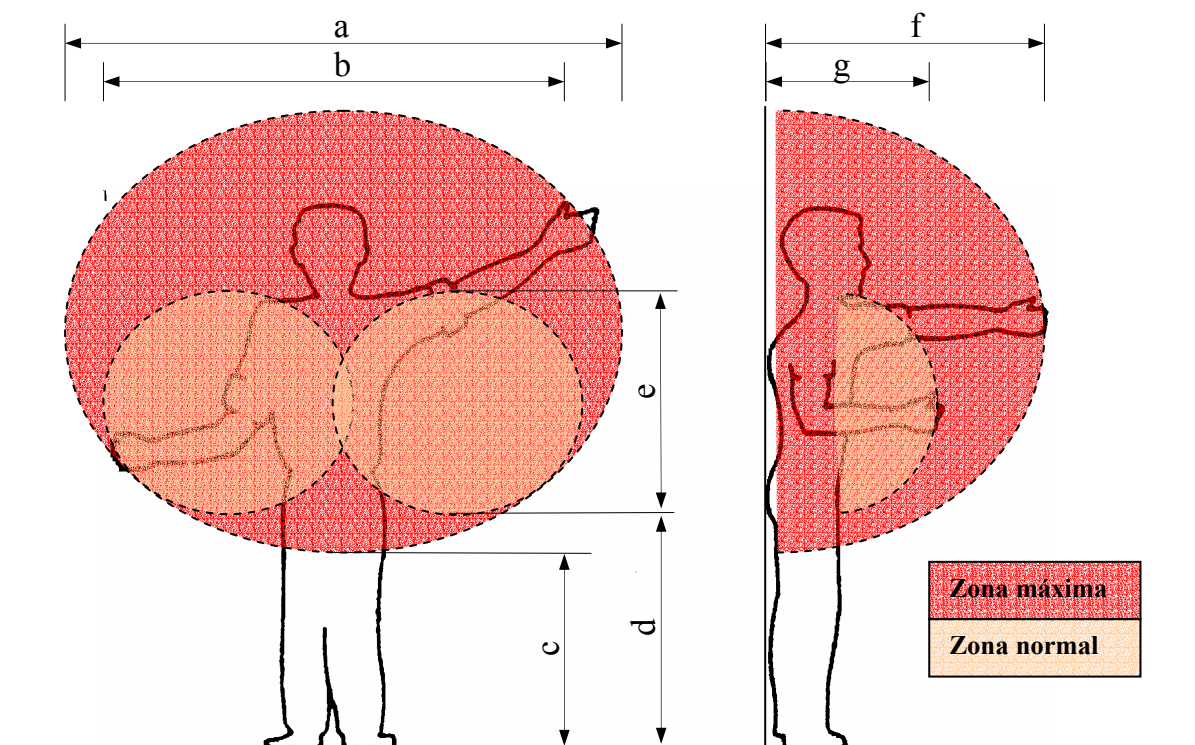
El límite de los movimientos de 3ª categoría es la llamada ZONA NORMAL.

El límite de los movimientos de la 4ª categoría es la llamada ZONA MÁXIMA. Más allá de la zona máxima se requieren movimientos de la 5ª categoría, con desplazamientos de todo el cuerpo.

En las figuras 3 y 4 se representan las distintas zonas de trabajo, en el plano y en el espacio respectivamente, en relación con la estatura del operador.

La zona rayada en la figura 4 que es común a las zonas normales de ambas manos recibe el nombre de ZONA PREFERENTE DE TRABAJO y se procurará localizar en ellas las operaciones más frecuentes y de mayor duración.

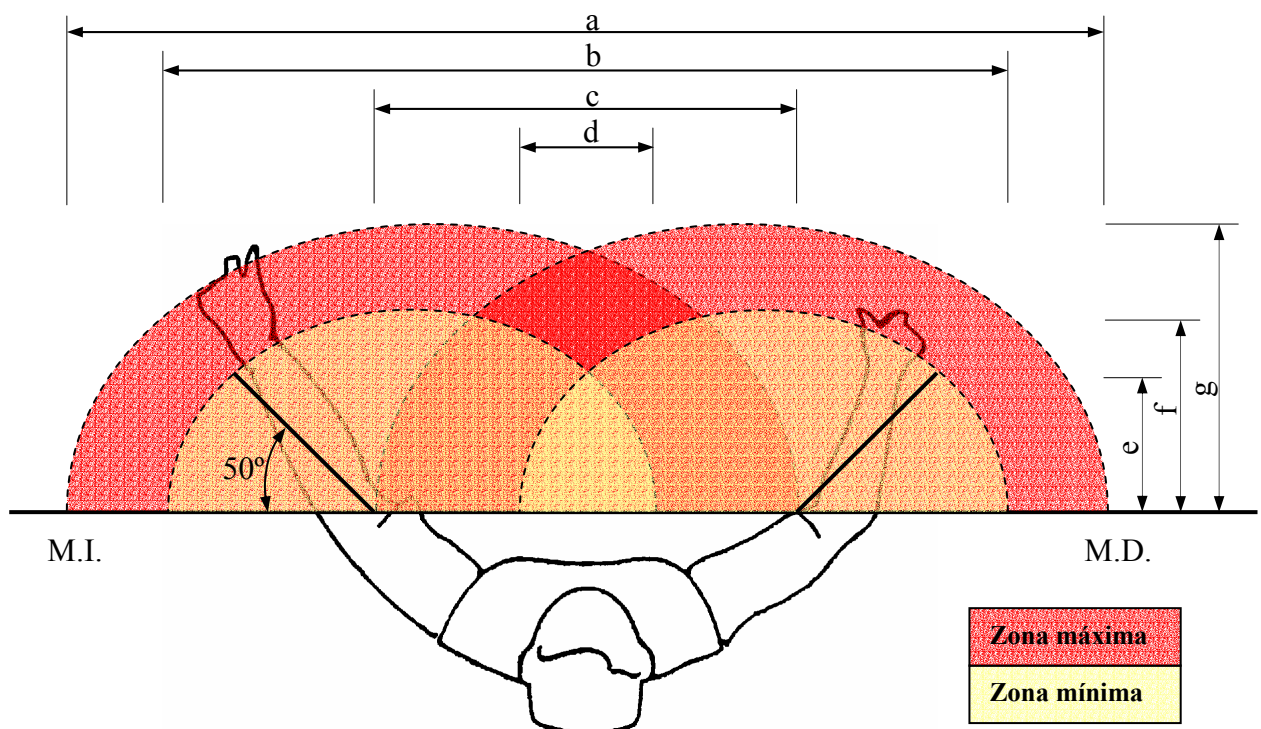
El resto de operaciones se distribuirán por las zonas normales de ambas manos, cuidando de que se pueda cumplir el principio de simetría de los movimientos. Se recurrirá a las zonas máximas para las operaciones de menor frecuencia y se evitará situar elementos de trabajo fuera de dichas zonas.



|        | TALLA | COTAS MEDIDAS EN cm |     |    |    |    |    |    |
|--------|-------|---------------------|-----|----|----|----|----|----|
|        |       | a                   | b   | c  | d  | e  | f  | g  |
| HOMBRE | 1,72m | 150                 | 135 | 70 | 75 | 80 | 80 | 50 |
| MUJER  | 1,60m | 135                 | 105 | 60 | 65 | 70 | 70 | 40 |

Figura 3





|        | TALLA | COTAS MEDIDAS EN cm |     |    |    |    |    |    |
|--------|-------|---------------------|-----|----|----|----|----|----|
|        |       | a                   | b   | c  | d  | e  | f  | g  |
| HOMBRE | 1,72m | 158                 | 135 | 65 | 26 | 27 | 37 | 51 |
| MUJER  | 1,60m | 130                 | 110 | 65 | 20 | 21 | 31 | 47 |

Figura 4

#### *Principio nº 4: Localización estable de los útiles y materiales*

Las herramientas y materiales deben estar en un sitio fijo y bien definido. “Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio”.

Consecuencia de este principio es el preposicionado (disposición de un objeto en un sitio determinado en su posición de empleo) de todos los elementos de trabajo. Tres condiciones a observar:

- aprehensión libre, sencilla y rápida
- exacta posición de empleo
- emplazamiento de no utilización que no represente un estorbo para las otras operaciones.

### *Principio nº 5: Utilización de la gravedad*

La gravedad debe utilizarse para llevar los elementos de trabajo a su localización de empleo y para evacuarlos una vez utilizados. Para ello se hará el máximo uso de:

- a) casilleros de fondo inclinado para la alimentación
- b) tolvas y canales para la evacuación.

La alimentación debe concurrir, siempre que sea posible, con el preposicionado. Los objetos planos se trasladarán siempre que sea factible por deslizamiento.

### *Principio nº 6: Manipulación múltiple de los elementos de trabajo*

Las piezas deben fabricarse de dos en dos, o más, siempre que se pueda.

Especialmente la duplicidad en los elementos manejados en un medio para facilitar los movimientos simétricos y simultáneos, prescritos en el principio nº 1,

### *Principio nº 7: La seguridad es siempre un punto clave*

Aparte del interés intrínseco que presenta por sí mismo el aspecto de la seguridad, por la repercusión económica y sobre todo social de cualquier lesión, el estudio de los riesgos que pueda entrañar la utilización del método propuesto sirve de contraste de la bondad del mismo.

Si no ha aumentado la seguridad respecto a los métodos anteriores deben revisarse cuidadosamente las mejoras propuestas pues ello puede delatar alguna imperfección en el cumplimiento de los principios anteriores.

### **1.3.4.5.2.1.5.- Métodos de análisis**

#### **Work-Factor (Factor de Trabajo)**

Es uno de los organismos precursores en establecer estándares sintéticamente a partir de valores de tiempos de movimientos. Ha alcanzado flexibilidad desarrollando tres diferentes procedimientos de aplicación, dependiendo de los objetivos del análisis y de la exactitud requeridos.

#### **El sistema Detailed Work Factor**

El detailed Work Factor contiene estándares de tiempo precisos para mediciones de trabajo diario para planes de pago con incentivos, y ya que proporciona una herramienta precisa para el análisis de métodos, se usa para operaciones de ciclo corto y trabajo repetitivo, y para el desarrollo de datos estándar.

En la técnica se reconocen las siguientes variables que influyen en el tiempo necesario para realizar una tarea:

- a. La parte del cuerpo que realiza el movimiento
- b. La distancia que se mueve
- c. El peso que se lleva
- d. El control manual

Tiempos de movimiento por Work-Factor en elementos corporales:

- a. Dedos de la mano
- b. Brazo
- c. Giro de antebrazo
- d. Tronco
- e. Pie
- f. Pierna

La siguiente es una lista de los puntos en los que la distancia debe medirse para los diversos elementos o partes del cuerpo:

### Elemento corporal punto de medición

- Dedo o mano punta del dedo
- Brazo nudillos
- Antebrazo nudillo
- Tronco hombro
- Pie dedo
- Pierna tobillo
- Cabeza nariz

El control manual es la variable más difícil de cuantificar, el sistema Work Factor establece en la mayoría de los casos, en los movimientos de trabajo se pueden considerar que interviene uno o más de los siguientes cuatro tipos:

- a. Factor de trabajo para detención definida
- b. Factor de trabajo para control direccional
- c. Factor de trabajo para cuidado o precaución
- d. Factor de trabajo para cambio de dirección

Un factor de trabajo se ha definido como el índice del tiempo adicional requerido sobre el tiempo básico. Es una unidad para identificar el efecto de las variables control manual y peso.

El sistema Work-Factor divide a todas las tareas en ocho elementos estándares de trabajo que son:

1. Trasladar
  - a. Alcanzar
  - b. Mover

## 2. Asir

- a. Asir simple
- b. Asir manipulativo
- c. Asir complejo
- d. Asir especial

Los objetos a tomar o asir se clasifican como sigue:

- a. Objetos cilíndricos o prismáticos
- b. Objetos planos y delgados
- c. Objetos gruesos de forma irregular

## 3. Precolocar

## 4. Ensamblar

- a. Tamaño del receptor
- b. Tamaño o dimensiones del entrador
- c. Relación de tamaños
- d. Tipo del receptor

## 5. Usar

## 6. Desensamblar

## 7. Proceso mental

## 8. Soltar

- a. Soltar de contacto
- b. Soltar por gravedad
- c. Soltar por destrabe

### **Sistema Ready Work-Factor**

El Ready Work-Factor mide el trabajo donde los tiempos de ciclo son mayores o iguales de 0.06 minutos, y no se requiere de gran precisión. Los tiempos en las tablas son promedio y pueden ser relacionadas con las tablas Detailed; las reglas del sistema Detailed se aplican al Ready con algunas excepciones menores.

### **Sistema Brief Work-Factor**

Es una técnica de rápida aplicación para determinar el tiempo aproximado que se requiere para efectuar la porción manual de un trabajo.

El sistema de factor de trabajo abreviado es conveniente para estudiar operaciones de muchos minutos, u horas de duración.

Como con el Ready Work-Factor, en el Brief Work-Factor los valores de tiempo pueden ser relacionados con el sistema Detailed; depende de su rapidez de aplicación de una simple tabla de tiempos y del uso de segmentos de trabajo. Seis de tales segmentos se incluyen:

- Recoger
- Ensamblar
- Mover al lado
- Movimiento de desplazar
- Usar

### **Sistemas Mento-Factor**

Se usa cuando se necesita establecer estándares muy exactos, principalmente para operaciones de contenido mental. Trece procesos mentales fundamentales son la base de este sistema.

1. Movimientos oculares
2. Ver
3. Conducción
4. Discriminar
5. Abarcar
6. Identificar
7. Decidir
8. Convertir
9. Memorizar
10. Recordar

11. Calcular
12. Sostener
13. Transferir

### **Medición de tiempos y métodos (MTM)**

Da valores de tiempo para los movimientos fundamentales, el sistema MTM es un procedimiento que analiza un método o una operación manual en los movimientos básicos requeridos para su realización; un análisis posterior indicó que había cinco casos distintos de alcanzar:

1. Alcanzar un objeto en una situación fija sobre el que descansa la otra mano
2. Alcanzar un objeto en una localización que pueda variar ligeramente de ciclo en ciclo
3. Alcanzar un objeto mezclado con otros objetos de modo que ocurra la búsqueda y la selección
4. Alcanzar un objeto muy pequeño
5. Alcanzar un sitio indefinido para colocar la mano en una posición para el equilibrio del cuerpo

También sobre el elemento mover

1. Mover el objeto a la otra mano o contra un tope
2. Mover el objeto a una localización aproximada o indefinida
3. Mover el objeto a una situación exacta

### MTM-2

Debe hallar aplicación en asignaciones de trabajo en las que:

1. La parte de esfuerzo del ciclo de trabajo es de más de un minuto de duración
2. El ciclo no es altamente repetitivo
3. La parte manual del ciclo de trabajo no implica un gran número de movimientos manuales complejos o simultáneos.

Se consideran 11 clases de acciones denominadas categorías:

- Get
- Put

- Get weight
- Put weight
- Regrasp
- Apply pressure
- Eye action
- Foot action
- Step
- Bend & arise
- Crank

### MTM-3

Se puede utilizar eficazmente para estudiar y mejorar métodos, evaluar métodos en alternativa, desarrollar datos y formular estándares y establecer estándares de actuación.

Solamente consiste en las siguientes cuatro categorías de movimientos manuales:

1. Manejar
2. Transportar
3. Movimientos de pasos y pies
4. Flexionarse y levantarse

### MTM-V

Lo utilizan para establecer tiempos de preparación para todas las máquinas herramientas típicas. Tiene 12 grupos de elementos que componen su sistema de datos estándares. Estos elementos caen en dos categorías: simples y complejos.



Elementos simples:

- Manipular objetos
- Manipular herramientas
- Tomar o devolver
- Rotación
- Inspección
- Operación
- Elementos complejos
- Fijar/soltar
- Medir
- Procesar
- Unir objetos
- Calibrar
- Marcar

### MTM-C

Es un sistema de datos estándares de dos niveles que se usa para establecer estándares de tiempo para trabajar relacionado con tareas de oficina.

Las categorías del nivel 1 son:

- Tomar colocar
- Abrir cerrar
- Unir desunir
- Organizar archivar
- Leer escribir
- Mecnografiar
- Manejar
- Caminar movimientos del cuerpo
- Máquinas

Nivel 2:

- Poner a un lado
- Movimientos del cuerpo
- Cerrar
- Unir
- Tomar
- Manejar
- Identificar
- Localizar
- Abrir
- Colocar
- Leer
- Mecnografiar
- Desunir
- Escribir

### MTM-M

Un sistema de métodos objetivos y datos de estándares de tiempos basados en un análisis de regresión de datos empíricos, para evaluar el trabajo de un operario mediante un microscopio estereoscópico.

Las cinco direcciones de movimiento:

- De dentro hacia dentro
- De dentro hacia afuera
- De fuera hacia afuera
- De fuera hacia adentro
- Del campo interior al objeto final

Los analistas consideran cuatro variables en la selección de los datos apropiados:

1. Tipo de herramienta
2. Condiciones de la herramienta
3. Características terminal de movimiento
4. Relación distancia/tolerancia

### MOST

Los analistas pueden establecer estándares MOST por lo menos cinco veces más rápido que los estándares MTM-1. Utiliza bloques más grandes de movimientos fundamentales que en MTM-2, el análisis del contenido de trabajo de una operación puede hacerse con rapidez

### **1.3.5.- ¿Por qué el MTM-2 como herramienta para medir tiempos?**

Después de la descripción realizada de los diversos métodos de análisis de tiempos citados, para la realización del presente proyecto se ha optado por emplear el método MTM2 de tiempos predeterminados debido a que permite analizar métodos existentes y al mismo tiempo analizar que método y que diseño de puesto de trabajo a crear reúne unas condiciones de productividad, ergonomía y seguridad más aconsejables. Dichas ventajas no se podrían obtener mediante métodos de observación directa como por ejemplo el cronometraje.

Además al tratarse las tareas a analizar de tareas que no requieren unos tiempos estándares excesivamente precisos, el MTM2 se convierte en la herramienta de trabajo ideal.

Asimismo se podrían resumir los usos del “Methods Time Measurement” (MTM) para lograr los siguientes objetivos:

- Establecimiento de métodos eficaces antes de empezar una nueva fabricación.
- Mejora de métodos de trabajo existentes.
- Establecimiento de tiempos estándares.
- Establecimiento de fórmulas o tablas de tiempos estándares.
- Estimación y previsión de tiempos de ejecución.
- Elección de diseños y formas de productos a fabricar.
- Creación de útiles eficaces.
- Selección de maquinaria e instalaciones.
- Solución de conflictos con el personal.
- Investigación en los dominios de métodos, de tiempos de aprendizaje y de la apreciación de la actividad de los operarios.

### **1.3.6.- Suplementos de tiempo**

Los tiempos tomados o medidos de los operarios no pueden aplicarse tal cual en un proceso, estos deben ser corregidos teniendo en cuenta las condiciones de los puestos de trabajo. A esta corrección se le llama MAYORACIÓN y debe realizarse siguiendo unos criterios ergonómicos.

La O.I.T. (Organización Internacional del Trabajo) recomienda la utilización de la Tabla de la *Personnel Administration Ltd (London)* por su rigurosidad científica y su sencilla aplicación en los estudios de procesos (ver figura 5).

Los coeficientes reflejados en la tabla de la página anterior están expresados en porcentajes y solo deben aplicarse a los elementos correspondientes a tiempo hombre, ya bien sean tiempo hombre máquina parada o tiempo hombre máquina marcha, nunca a un tiempo máquina ni aun ciclo a excepción de los suplementos por necesidades personales

Una variación importante que ha tenido lugar a partir de enero de 1999, es que la diferenciación que se realiza en la tabla anterior entre los coeficientes a aplicar de forma diferente para hombres que para mujeres ya ha desaparecido según acordó el *comité* de técnicos de la O.I.T.

Por lo tanto, a pesar de que en la tabla anterior se expresa una diferencia de suplementos a aplicar a hombres y mujeres, siempre se deberán aplicar los mismos coeficientes indistintamente del sexo de los operarios, siendo los suplementos a aplicar *los correspondientes a los indicados para hombres en dicha tabla.*

#### **1.3.6.1.- Suplementos Constantes.**

##### **Suplemento por necesidades personales.**

Este suplemento debe aplicarse sobre el tiempo calculado mediante el método elegido, en este caso el MTM-2, para a cada operario.

Por ejemplo, si tenemos una cadena con 5 operarios, debe aplicarse un 5 % del tiempo a cada uno de ellos.

En el caso de que se utilicen relevistas para sustituir a los operarios de las cadenas y no tener que parar estas, el cálculo del número de relevistas necesarios sería, si suponemos una línea de 5 operarios con un tiempo de ciclo calculado de 0,30 minutos:

$$\frac{0,30 \text{ min.} \times 5}{100} = 0,015 \text{ min.}$$

$$0,015 \text{ min.} \times 5 \text{ operarios} = 0,075 \text{ min.}$$

También hay que calcular la parte proporcional de necesidades personales del relevista respecto a este tiempo:

$$\frac{0,075 \text{ min.} \times 5}{100} = 0,00375 \text{ min.}$$

El tiempo total de relevista será:

$$0,015 \text{ min.} + 0,00375 \text{ min.} = 0,01875 \text{ min}$$

Luego la cantidad de relevistas necesarios se calcula dividiendo el tiempo de relevista por el tiempo del ciclo:

$$0,01875 / 0,30 = 0,0625 \text{ relevistas}$$

### **Suplemento base por fatiga.**

Este suplemento debe aplicarse al Tiempo Hombre, tanto si es Tiempo Hombre Máquina Parada (THMP) como Tiempo Hombre Máquina Marcha (THMM) en todos los casos.

### **1.3.6.2.- Suplementos Variables.**

#### **Suplemento por trabajar de pie.**

El Suplemento por trabajar de pie será de un 2 tanto para Hombres como para Mujeres.

Su aplicación deberá aplicarse operación a operación de los operarios (no sobre los tiempos ciclos), y únicamente en el caso de que los operarios no tengan ninguna posibilidad de realizar su trabajo sentados.

#### **Suplemento por postura anormal.**

Su porcentaje de mayoración ya no variará tanto si es para Hombres o para Mujeres pero sí según las posturas (ver tabla) y al igual que todos los suplementos variables, debe aplicarse operación a operación (nunca sobre los tiempos ciclo) y solo en los elementos en que ocurra la postura expresada en la tabla.

#### **Usa de la fuerza o de la energía muscular.**

Al igual que en el apartado anterior, el porcentaje de mayoración ya no varía según se trate de operarios Hombres u operarios Mujeres (a pesar de la tabla) y su aplicación debe ser operación a operación o elemento a elemento únicamente cuando se de el caso en un elemento de levantar, tirar o empujar aplicando la energía muscular.

La tabla debe entenderse en cada uno de sus niveles como el inferior. Por ejemplo, si un operario debe levantar un peso de 3 kg el porcentaje a mayorar será O, ya que se encuentra entre el intervalo (considerando P el peso):

$$2,5 < P < 5$$

**Mala iluminación.**

En este concepto *la* mayoración siempre ha sido la misma tanto para Hombres como para Mujeres(ver tabla)

**Condiciones atmosféricas.**

Como condiciones atmosféricas nunca se han hecho distinciones entre operarios Hombres y operarios Mujeres, y según la tabla, la mayoración se aplica según el índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de Kata (*milicalorias\*cm2/seg*).

**Cálculo del coeficiente de ambiente.**

Para poder conseguir el coeficiente de ambiente deberá utilizarse la tabla.

- Primero deberán localizarse todos los suplementos por fatiga que deban aplicarse en el elemento en estudio (*excepto* de Condiciones atmosféricas).
- Una vez identificados los suplementos deberán sumarse todos los Suplementos Variables más los Suplementos Constantes.
- Se deberá haber medido la temperatura y el porcentaje de humedad.
- De la tabla se extraerá el Coeficiente de Ambiente a partir de los datos de temperatura y humedad (*se entrará* en la tabla a por el valor máximo del intervalo en que se encuentren los datos).
- Se multiplicará el Coeficiente de Ambiente por la parte que excede de uno de la suma de los Suplementos Variables más los Suplementos Constantes.
- Al resultado de la anterior multiplicación se le restará la suma de los Suplementos Variables mas los Suplementos Variables y se obtendrá el Suplemento por Condiciones Atmosféricas.



**Concentración intensa.**

El Suplemento siempre ha sido el mismo para Hombres que para mujeres (ver tabla) y debe aplicarse elemento a elemento considerando la precisión del trabajo o la penosidad del mismo en función de lo fatigoso que resulte.

**Ruido.**

Al igual que en el apartado anterior, siempre se ha mayorado con los mismos porcentajes para Hombres que para Mujeres según la tabla elemento a elemento.

**Tensión Mental.**

Según la tabla siempre se ha aplicado la misma mayoración para Hombres que para Mujeres aplicándose elemento a elemento.

Principalmente se debe tener en cuenta en elementos de operaciones de control.

**Monotonía.**

En este concepto de Suplemento también siempre se ha mayorado por igual a Hombres que a Mujeres elemento a elemento según la tabla y debe aplicarse en trabajos con ciclos cortos o con muy pocos elementos, es decir, con poca variabilidad de operaciones.

**Tedio.**

Según la tabla se aplican Suplementos distintos para Hombres que para Mujeres, pero como ya se ha comentado anteriormente, esto ha sido abolido por la O.I.T. y se aplican los suplementos de operarios de sexo masculino también al femenino. Se deben integrar elemento a elemento y su filosofía es para trabajos de muy poca atención, eminentemente de control de máquinas automáticas.

**Tabla de la Personnel Administration Ltd. (London)**

| <b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b> |  |  |  | <b>Condiciones atmosféricas (calor y humedad)</b>                                    |           |  |  |
|-------------------------------|--|--|--|--|-----------|--|--|
|                               |  |  |  | <i>Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de Kata (Milicalorías cm2/seg)</i> |           |  |  |
|                               |  |  |  | 16   | 0         |  |  |
|                               |  |  |  | 14   | 0         |  |  |
|                               |  |  |  | 12   | 0         |  |  |
|                               |  |  |  | 10   | 3         |  |  |
|                               |  |  |  | 8  | 10        |  |  |
|                               |  |  |  | 6  | 21        |  |  |
|                               |  |  |  | 5  | 31        |  |  |
|                               |  |  |  | 4  | 45        |  |  |
|                               |  |  |  | 3  | 64        |  |  |
|                               |  |  |  | 2  | 100       |  |  |
|                               |  |  |  | <b>Hombres Mujeres</b>   |           |  |  |
|                               |  |  |  | 0  | 1         |  |  |
|                               |  |  |  | 2  | 3         |  |  |
|                               |  |  |  | 7  | 7         |  |  |
|                               |  |  |  |  |           |  |  |
|                               |  |  |  | <b>Hombres Mujeres</b>   |           |  |  |
|                               |  |  |  | 0  | 1         |  |  |
|                               |  |  |  | 1  | 2         |  |  |
|                               |  |  |  | 2  | 3         |  |  |
|                               |  |  |  | 3  | 4         |  |  |
|                               |  |  |  | 4  | 6         |  |  |
|                               |  |  |  | 5  | 8         |  |  |
|                               |  |  |  | 7  | 10        |  |  |
|                               |  |  |  | 9  | 13        |  |  |
|                               |  |  |  | 11   | 16        |  |  |
|                               |  |  |  | 13   | 20 (máx). |  |  |
|                               |  |  |  | 17   | -         |  |  |
|                               |  |  |  | 22   | -         |  |  |
|                               |  |  |  |  |           |  |  |
|                               |  |  |  | <b>Hombres Mujeres</b>   |           |  |  |
|                               |  |  |  | 0  | 0         |  |  |
|                               |  |  |  | 2  | 2         |  |  |
|                               |  |  |  | 5  | 5         |  |  |
|                               |  |  |  |  |           |  |  |
|                               |  |  |  | <b>Hombres Mujeres</b>   |           |  |  |
|                               |  |  |  | 0  | 0         |  |  |
|                               |  |  |  | 1  | 1         |  |  |
|                               |  |  |  | 4  | 4         |  |  |
|                               |  |  |  |  |           |  |  |
|                               |  |  |  | <b>Hombres Mujeres</b>   |           |  |  |
|                               |  |  |  | 0  | 0         |  |  |
|                               |  |  |  | 2  | 1         |  |  |
|                               |  |  |  | 5  | 2         |  |  |

Figura 5

### **1.3.7.- Distribuciones:**

La actividad productiva que tiene lugar dentro de cualquier organización se puede definir como un conjunto de actividades coordinadas para efectuar la producción con la determinación correcta de medios, de acuerdo con los métodos más adecuados, de manera que se obtenga el producto con la máxima productividad y el mínimo tiempo y coste.

Para lograr estos objetivos se hace imprescindible llevar a cabo un estudio completo de dicho proceso, el cual, de acuerdo con la metodología comúnmente aceptada desde que fue propuesta por *Aldford* consiste en la “subdivisión o la descomposición de un proceso de fabricación o de un procedimiento administrativo, en sus operaciones, componentes y en sus movimientos concomitantes, de modo que cada operación y cada manipulación de material puedan estudiarse aisladamente y averiguar su necesidad y su eficacia en el proceso”.

El proceso de producción puede elegirse y diseñarse libremente o de forma condicionada. En realidad pueden ser de carácter interno, que vienen impuestos por los equipamientos ya instalados para otras líneas de producción de productos similares o no, o incluso, correspondientes a modalidades del mismo producto anterior; los condicionantes internos, además pueden referirse a aspectos no relacionados directamente con la producción, tales como los referidos a las limitaciones financieras, tecnológicas, etc. Por otra parte, pueden darse también condicionantes externos que nos llevan a elegir entre los sistemas disponibles para la empresa para realizar cada tipo de producción debiéndolo hacer en función de la consecución de los objetivos fundamentales de todo el proceso de producción, tales como cantidad, calidad, coste, prestaciones y tiempo preciso. Además, también podremos hablar de otros tipos de condicionantes, tales como los que imponen las limitaciones de diseño y características del producto, de los mercados y la comercialización, de organismos, etc.

Uno de los condicionantes más determinantes es, sin duda, el mayor o menor aprovechamiento de la tecnología implantada en el sistema productivo y las

instalaciones preexistentes. Su aprovechamiento se llevará a cabo teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Adaptación al proceso a implantar y, en consecuencia, que permitan lograr la productividad, calidad, coste y tiempo de ejecución requeridos.
- Grado de valoración de su utilización actual.
- Experiencia acumulada acerca de las técnicas de producción utilizadas, en las instalaciones existentes.

Una vez elegido el proceso de producción, a tenor de los condicionantes citados, su implantación se hará, según se ha dicho, actividad por actividad para todas y cada una de las que componen el proceso, detallando las características y magnitudes que caracterizan el citado proceso.

La representación de los procesos puede llevarse a cabo de dos formas: la analítica o descriptiva y la gráfica:

### **Representación analítica:**

Los procesos de producción pueden representarse descompuestos en sus actividades, de forma analítica o descriptiva a partir de un cuadro de doble entrada con las actividades en fila y los campos de información en columnas. La figura 6 es un ejemplo en el que se analizan las primeras acciones a realizar para confeccionar un producto textil (uno de los arneses mencionados en la introducción).

Además de la información de cada actividad, parte de la cual es cualitativa y parte cuantitativa, puede haber (en la figura, abajo) campos de información global y totalizadores de tiempo; el tiempo es la magnitud con la que se medirán las actividades y su eficacia en la organización y gestión de los sistemas productivos y por supuesto en ingeniería de producción.

Cada actividad puede llevarse a cabo varias veces (indicado en la columna de frecuencia), lo que hace que los tipos unitarios de persona y de máquina del cuadro no indiquen los tiempos reales de proceso ni tampoco los totales.

| DIAGRAMA DE CIRCULACIÓN   |  | ACTUAL - <input type="checkbox"/> PROPUESTO  |                                     |  |                          |  |                  | Estudio núm. 1  |          |                   |            |                             |                |     |       |        |       |      |  |          |          |          |             |
|---|--|--|-------------------------------------|--|--------------------------|--|------------------|---|----------|-------------------|------------|-----------------------------|----------------|-----|-------|--------|-------|------|--|----------|----------|----------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> OBRERO <input type="checkbox"/> PIEZA<br>Trabajo estudiado: <u>Confección I</u>   |  | Resumen por  |                                     | Método actual  |                          | Método propuesto   |                  | Diferencia  |          |                   |            |                             |                |     |       |        |       |      |  |          |          |          |             |
| N° de la Gama _____ Operación <u>Montaje previo</u><br>Empezado en _____<br>Terminado en _____<br>Indicaciones cuantitativas _____ Unidad de producción _____<br><u>Montar 20 arneses/h aprox</u> <u>Lote de 60 arneses/obrero</u><br><u>Coser xx arneses/h aprox</u> |  | Número    Tiempo<br>6    87,91<br>21    49,73<br>25    15,65<br>11    37,37<br>Total    63    190,66 |                                     | Número    Tiempo<br>_____    _____<br>_____    _____<br>_____    _____<br>_____    _____<br>_____    _____ |                          | Número    Tiempo<br>_____    _____<br>_____    _____<br>_____    _____<br>_____    _____<br>_____    _____ |                  | Fecha <u>25-06-2003</u><br>por <u>Roberto Martínez</u><br>Empresa <u>XXXXX</u><br>Sección <u>cosedoras</u><br>Pieza <u>Arnés</u><br>Referencia producto _____<br><u>027.861.001.001</u><br>Núm de PF <u>20701</u> |          |                   |            |                             |                |     |       |        |       |      |  |          |          |          |             |
| DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS  |  | Operación  | Transporte                          | Control  | Demora                   | Almacenaje   | Distancia en mts | Número de obreros   | Cantidad | Tiempo registrado | Frecuencia | Tiempo unitario en segundos | Tiempo en seg. | Qué | Dónde | Cuándo | Quién | Cómo | Observaciones  | Eliminar | Combinar | Invertir | Simplificar |
| QUÉ-DÓNDE-CUÁNDO-QUÉN-CÓMO  |  |  |                                     |  |                          |  |                  |   |          |                   |            |                             |                |     |       |        |       |      |  |          |          |          |             |
| 1 Ir a zona M.P.  |  | <input type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | 27,55            | 1   | 594      | 1/60              |            | 0,3664                      |                |     | X     |        |       |      | Se sale de la máquina de la zona de verificación                           | X        |          |          |             |
| 2 Coger 1 caja de 500 hebillas con nervio y dejarla en mesa montaje   |  | <input type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | 0,70             | 1   | 500      | 845               | 1/500      | 0,0612                      |                |     |       | X      |       |      | 1 caja pesa 28,5 kg  | X        |          |          |             |
| 3 Ir a la zona de montaje   |  | <input type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | 3,15             | 1   | 90       | 1/83              |            | 0,0390                      |                |     |       | X      |       |      |  | X        |          |          |             |
| 4 Bascular 250 unidades en caja situada encima mesa   |  | <input type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                  | 1   | 250      | 330               | 1/250      | 0,0479                      |                |     | X     |        |       |      |  |          |          |          | X           |
| 5 Ir a mesa montaje   |  | <input type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | 3,15             | 1   | 90       | 1/83              |            | 0,0390                      |                |     | X     |        |       |      |  | X        |          |          |             |
| 6 Coger caja y dejarla donde estaba.  |  | <input type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | 0,70             | 1   | 1,55     | 1                 |            | 0,0654                      |                |     | X     |        |       |      | En caso de estar vacía abrirla, doblarla y tirarla al contenedor de cartón | X        |          |          |             |

Figura 6

Por otra parte, el caso de la figura mencionada puede servir para confirmar que los procesos tienen actividades que añaden valor al producto y otras no. De hecho, el cuadro de la figura sólo contiene actividades que no añaden valor al producto. El proceso en realidad tendría más actividades, que si añaden valor al producto, como por ejemplo el proceso de costura o el de etiquetado; de hecho según el tipo de distribución en planta del proceso, pueden haber bastantes más actividades que no aporten valor que las que si lo aportan.

La gestión de la producción y la eficiencia con que se implanta los procesos productivos se están viendo día a día reconocida su importancia y su influencia en el futuro económico, no sólo de las empresas, sino también de los países.

La selección del proceso de producción y sus actividades resulta pues de la mayor importancia; además, y dado que la empresa se hallará normalmente inmersa en un entorno dinámico, el sistema productivo y la ingeniería de producción o los responsables de su organización en general, deberán actualizar procesos, medios, métodos, etc. A medida que las circunstancias y, por supuesto, los productos y su diseño lo aconsejen. Este aspecto es particularmente importante en la actualidad, dado que los productos, mercados, procedimientos tecnológicos y medios de todo tipo evolucionan cada vez más rápidamente, por lo que los sistemas productivos deben estar dotados de una gran flexibilidad.

Esta flexibilidad se acentúa y hace cada vez más compleja la labor de la organización de los sistemas productivos y de la ingeniería de procesos en particular. En efecto, se ha pasado de una época en que la eficiencia se ha basado en la producción de grandes series de pocos productos altamente normalizados con exigencias de calidad moderadas, a la situación actual, en la que todo ello ha sufrido importantes cambios en aras de eliminar, en lo posible, todas aquellas actividades que no añadan valor al producto: esta filosofía ha recibido el nombre de *lean production*, que aunque su traducción sería "producción pobre", hace referencia a sistemas productivos que obtengan el producto planificado con el mínimo empleo de cualquier tipo de recursos y, por supuesto, de actividades; la traducción más extendida para esta filosofía es la de producción ajustada. De acuerdo con la misma, los sistemas productivos y sus procesos se caracterizan por la ejecución de series cortas de productos, gama de productos amplia, personalización del citado producto en lugar de normalización, calidad elevada y en origen (obtenida directamente y no por reprocesado de productos mal fabricados en primera instancia) y los plazos de fabricación muy cortos.

### **Representación de los procesos por medio de diagramas**

En la implantación de procesos de producción, al determinar el tipo de distribución que más puede ajustarse a los mismos, un factor muy importante es la circulación de materiales en el interior de la planta. Dicho flujo determina el coste de su tratamiento, la cantidad empleada en el proceso, el espacio que dicho proceso ocupa y la

duración del tiempo total de producción. Con mucha frecuencia, el diseño de la distribución en planta se inicia con el sistema de circulación de los materiales.

La representación de los procesos por medio de diagramas permite, además de la descomposición en sus actividades, visualizar el recorrido de los materiales a lo largo del proceso productivo, y con ello se puede analizar la secuencia de actividades del proceso para hacerla más eficiente. Uno de los instrumentos de gran interés para ello son los diagramas de proceso, que constituyen una representación gráfica relativa a un proceso industrial, de servicios o administrativo.

Otro punto de gran interés de los diagramas de proceso es la utilización de símbolos especiales para representar las actividades que se realizan durante los procesos productivos. Dichos signos, propuestos por Taylor en su famoso artículo «Shop Management» (Administración del taller), fueron estandarizados por la American Society of Mechanical Engineers (A.S.M.E.), y en la actualidad se hallan homologados por la Oficina Internacional del Trabajo (O.I.T.). Su interés radica en que se catalogan todas las actividades que pueden llevarse a cabo en los procesos, en sólo cinco tipos, cada uno de los cuales tiene asociado un símbolo estandarizado.

La figura 6 es un ejemplo de un diagrama de proceso de un puesto de trabajo en el que se reparan unas máquinas compuestas por tres elementos (A, B y C). Presenta los cinco tipos de actividades de los procesos y sus símbolos. Las actividades son: operación, inspección, transporte, almacenaje y espera, de entre las cuales, solo las operaciones son actividades que añaden valor al producto; a excepción de las operaciones de preparación o manipulación, que no puede decirse que añadan valor al producto.

Además de estos cinco tipos de actividades pueden utilizarse actividades combinadas que, como su denominación indica, se obtienen por combinación entre las cinco actividades básicas y lo mismo ocurre con el símbolo que las representan.

Con estos símbolos puede llevarse a cabo una representación gráfica de los procesos con sus actividades. En la figura 7 se detallan los cinco tipos básicos de



actividades y su símbolo representativo. Además se adjunta un ejemplo de diagrama de proceso.

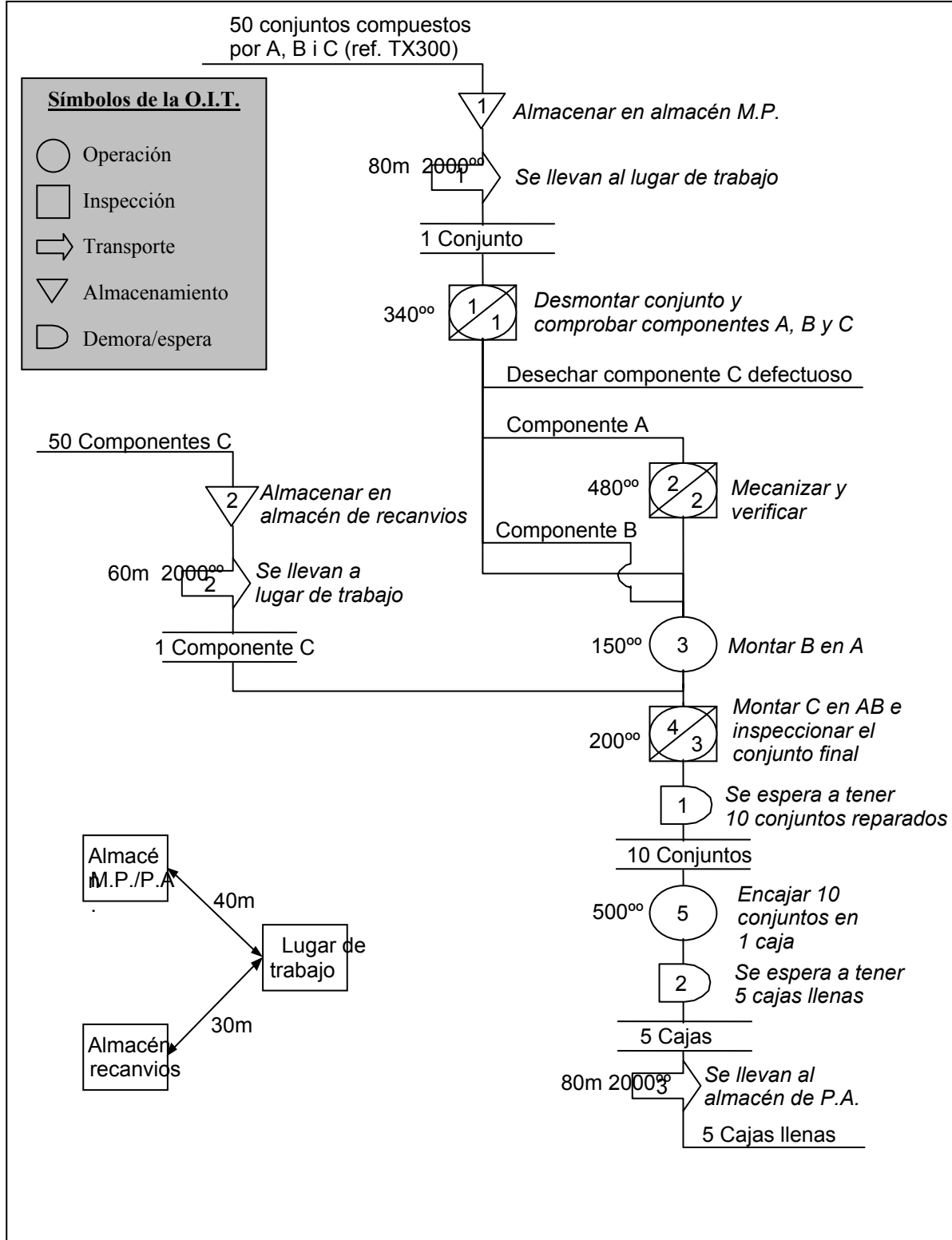


Figura 7

### 1.3.7.1.- Tipos de distribución en planta

La disposición de los procesos y sus actividades en las plantas de producción, lo que suele denominarse su distribución en planta, obedece a dos modelos básicos, aunque en la realidad pueden obtenerse por desdoblamiento de los mismos varios tipos de disposición.

Los dos modelos básicos son:

- Disposición **orientada al proceso**, en que los puestos de trabajo están agrupados funcionalmente, es decir, por el tipo de operaciones que pueden llevar a cabo (su función), pero sin relación alguna con el producto.

- Disposición orientada al producto, en que los puestos de trabajo están dispuestos de acuerdo con la secuencia de operaciones a seguir por el producto a obtener.

Ambos tipos de disposición son antagónicos en su concepción, lo que queda patente, si pensamos, que en la disposición orientada al proceso el producto debe ir hasta el puesto de trabajo que pueda realizar la operación que necesita y en la disposición orientada al producto, es el puesto de trabajo el que se sitúa en la secuencia de operaciones del producto.

#### a) **Distribución funcional**

La distribución funcional está basada en puestos de trabajo integrados por personas y máquinas, representados por círculos y dispuestos funcionalmente en la planta, siendo el producto el que a base de recorridos más o menos complejos y diferenciados, pasa de un puesto a otro; cada producto tiene así su itinerario distinto, en principio, de uno a otro y además cada uno de ellos puede salir de la última actividad de su proceso por un lugar distinto. Este tipo de disposición, en el caso de fabricaciones, es la que tradicionalmente se da en los talleres, por lo que también se la denomina distribución por talleres.

Como ejemplos de la distribución funcional que ayuden a comprender su filosofía se puede citar:

- En producción industrial: cualquier taller (mecanizado soldadura, etc.).
- En producción de servicios: aquellos en los que es la persona la que se desplaza a puestos de atención fijos: sucursales bancarias, hipermercados, etc.

La distribución funcional se caracteriza por el hecho de que ningún puesto de trabajo (y por tanto ninguna máquina o equipo) está dedicado a algún producto en concreto; por él pasan todos los productos que precisen del puesto, y por tanto, ninguno tienen la exigencia de ocupar el puesto o la máquina, lo que exigiría un mínimo de volumen. Los equipamientos muy costosos y especializados y la mano de obra experta y especializada son especialmente indicados para ajustarse a este tipo de disposición, en la que prevalecen éstos frente a la secuencia del proceso del producto. Por otra parte, dado que los productos pueden seguir rutas muy distintas, podrán estar sometidos a operaciones, asimismo distintas, lo que supondrá una gran variedad de productos a poder obtener. Finalmente, como los productos siguen rutas muy variables, no será difícil cambiar una máquina o puesto de trabajo que se halle en la ruta del producto cuando tenga problemas (avería, saturación, etc.), es decir, que las incidencias no representarán un problema.

Por el contrario, como aspecto negativo, este tipo de disposición tiene el inconveniente de la lentitud en el desarrollo del proceso, consecuencia de que habitualmente se operará por lotes de producto, dado que al no estar cercanos los puestos de trabajo, será incómodo enviar una sola unidad de producto hasta el puesto siguiente cada vez que se termina la operación a realizar en cada unidad; resulta más razonable hacer un lote de ellas (una caja, contenedor, etc.) y transportar la caja cuando esté terminada, lo que supone que cada unidad de producto deberá estar en cada puesto de trabajo el tiempo necesario para llevar a cabo su operación, más el de todas las unidades del lote (en un lote de 100 piezas, cada una de las cuales requiriera 1 minuto, cada pieza estará 100 minutos en el puesto); de hecho es aún peor, ya que para que los puestos no estén parados cuando llegue la caja a un puesto, deberá "hacer cola" y esperar a que el puesto termine con el lote o lotes que tiene para procesar.

Otro aspecto negativo de la distribución en planta funcional es el costo, pues es el tipo de disposición de procesos que requiere mayor proporción de actividades complementarias a las operaciones, las cuales, como sabemos, no aportan valor añadido pero en cambio tienen un coste, por lo cual, han sido calificadas de «despilfarros»: efectivamente, cada unidad de producto debe esperar a que sea su turno, deberá situarse en el contenedor, deberá transportarse de un puesto a otro con distancias más o menos largas, deberá permanecer en stock gran parte del tiempo, etc.

## **b) Disposición en línea**

La disposición, básicamente alternativa a la anterior, es la disposición en línea, muy típica en las cadenas de montaje, por lo que también se la conoce por distribución en cadena.

Su filosofía es totalmente antagónica a la anterior, por lo que no nos deberá sorprender que sus ventajas e inconvenientes serán los contrarios.

En ella, los puestos de trabajo (y los equipos que éstos requieran) están situados uno al lado del otro, de acuerdo con la secuencia de operaciones de un producto dado. El producto pasa de un puesto a otro rápidamente, pero ahora todos ellos tienen la misma secuencia de operaciones y salen del proceso por el mismo puesto de trabajo.

Al contrario que la disposición anterior, el tipo de distribución en planta, en línea o cadena permite llevar a cabo el proceso con recorridos, tiempos y coste mínimos, lo que comentaremos con mayor detalle a propósito de las ventajas e inconvenientes; ello, en principio, exige un producto con un alto grado de homogeneidad (normalización), intercambiabilidad de componentes, volumen de producción elevado, demanda constante y gran organización en el proceso, en especial, en el tiempo de proceso de cada línea de producción y el abastecimiento de materiales. Además, este tipo de implantación exige, con gran frecuencia, una gran inversión, la necesidad de una gran organización y sincronización en las operaciones y el problema que supondrá tener que detener el proceso por una avería en algún equipo o falta de abastecimiento, por lo que,

al contrario que en la implantación funcional, aquí las incidencias sí que son importantes. Asimismo, se destaca el coste por la complejidad en caso de cambio en el diseño del producto o en la tecnología del proceso.

Como ejemplos de la distribución en línea que ayuden a comprender su filosofía se pueden citar:

- En producción industrial: cualquier cadena de montaje (automóviles, televisores, etc.).
- En producción de servicios: aquellos que se prestan asimismo "en cadena", como por ejemplo, en un restaurante «self service».

Como características básicas de este tipo de distribución, en principio los productos tienen rutas iguales (o muy similares), lo que exige homogeneidad (en detrimento de la variedad y flexibilidad); además los puestos de trabajo (y sus equipos) están "dedicados" al producto objeto de la producción en cadena, lo que hace que si éste no tiene un volumen elevado a llevar a cabo, los puestos y sus equipos quedarían infrutilizados.

Como aspectos positivos, ahora ya no será necesario operar por lotes, dada la proximidad de los puestos entre sí, de forma que cada unidad de producto pasará al puesto siguiente cuando termine su proceso en uno dado, sin esperar a que terminen otros; sin embargo, si los tiempos de operación de los distintos puestos de trabajo no son iguales o muy similares (de serlo, se dice que el proceso está equilibrado), se acabarán acumulando materiales en proceso entre puesto y puesto igualmente. El producto, de llevarse a cabo la implantación de su proceso correctamente, avanzará unidad a unidad y el tiempo de proceso será mucho menor que en la distribución funcional.

Además, la producción distribuida en línea o cadena tiene muy pocas actividades complementarias a las operaciones, que no añaden valor al producto; por esto, su coste es asimismo muy inferior al de la producción funcional.

### c) Disposiciones derivadas

Los dos tipos de disposición citados son, como ha sido expuesto, los modelos básicos de distribución en planta, de los que se pueden derivar otros.

Otros dos obtenidos por desdoblamiento de estos dos tipos básicos, uno por cada uno, de ellos, con un criterio dado: el volumen de producción exigido. Los cuatro tipos de disposición del proceso resultantes, con los dos últimos obtenidos por desdoblamiento darán lugar a cuatro alternativas con un volumen exigido de producción creciente: muy bajo y bajo los de tipo funcional y elevado y muy elevado los que surgen de la disposición en línea.

- Disposición puesto fijo o cadena de puestos fijos, disposición que como la funcional puede llevar a cabo lotes muy pequeños de producto variado, en la cual, a cada producto se le realizan las actividades que sea conveniente. La diferencia estaba en que los productos ahora pueden ser voluminosos y pesados y puede convenir que no se muevan, por lo que serán los operarios, materiales y herramientas o equipos los que se muevan hacia el producto.

Puede darse la circunstancia de que se trate de una única unidad de producto muy compleja, que de hecho, constituirá un proyecto, por lo que una variante de este tipo de producción será la producción por proyecto.

Como ejemplos de estos tipos de producción que ayuden a comprender su filosofía, se puede citar:

- En producción industrial: Fabricación de locomotoras o generadores de vapor. Por proyecto: un trasatlántico o un edificio.

- En producción de servicios: Organizar un congreso o un espectáculo circense. Por proyecto: organizar unas olimpiadas.

- Disposición en flujo continuo, obtenida por desdoblamiento de la producción en línea o cadena: el volumen de producción es aquí elevadísimo, mientras que el

producto es tan insignificante y homogéneo que pierde su identidad y se acaba midiendo por medidas de flujo (toneladas, metros, litros, etc.).

Como ejemplos de estos tipos de producción que ayuden a comprender su filosofía se puede citar:

- En producción industrial: Fabricación de cualquier producto que se obtenga en flujo continuo: cemento, hilo, azúcar, pintura, etc.
- En producción de servicios: Aunque este tipo de producción es muy propia de la producción industrial, podemos imaginar un servicio que se acomodara al mismo, tal como pintar varios kilómetros de un oleoducto o gasoducto.

En el cuadro de la figura 8 vemos resumidas las características de los tipos de producción expuestos.

| Tipo de proceso                 | Tipo de producto                         | Volumen de producción             | Orientación de la producción               | Tipo de puesto de trabajo | Ciclo de producción                |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|
| <i>PUESTOS FIJOS / PROYECTO</i> | Individual. No estandarizado             | Una unidad o muy bajo             | Fija. Orientada al proceso                 | Itinerantes               | Único ± largo                      |
| <i>FUNCIONAL (por talleres)</i> | A medida. Poco estandarizado             | Pocas unidades o series cortas    | Orientación al proceso por lotes           | Fijos. Grupos homogéneos  | Largo (esperas y colas)            |
| <i>EN CADENA</i>                | Estandarizado Mas o menos personalizable | Grande. Series más o menos largas | Orientación al Producto. Flujo en unidades | Fijos (según producto)    | Corto (Flujo unitario sin esperas) |
| <i>CONTINUO</i>                 | Identificable en flujo. Homogéneo        | Muy elevado e ininterrumpible     | Orientación al Producto por flujo continuo | Flujo automatizado        | Corto (Flujo continuo sin esperas) |

Figura 8

Referente a la preferencia por uno u otro tipo de distribución en planta, conviene tener en cuenta que a propósito de los sistemas de gestión de la producción, la tendencia actual parte de la base de adaptar la producción a una demanda variable, producto personalizado y series cortas, para todo lo cual, parece en principio mejor una disposición flexible, como la orientada al proceso. Sin embargo, la rapidez (otra

característica que trata de imprimir las directrices actuales de gestión) y el bajo costo, así como la simplicidad de recorrido del producto, han permitido desarrollar sistemas para aprovechar al máximo las ventajas de la disposición orientada al producto y conjugarlas con el logro de la mayor flexibilidad en su diseño.

Habitualmente es corriente aplicar este tipo de disposición en el montaje del producto, mientras la fabricación de cada componente se lleva a cabo en disposiciones de tipo proceso; sin embargo, en los sistemas más avanzados, también en la fabricación se ha ido encontrando la forma de compaginar los bajos tiempos y costes de la disposición en línea con la necesaria flexibilidad. En efecto, el interés por conjugar procesos de producción orientados al producto con la flexibilidad que exigen en la actualidad productos y mercados, y en definitiva de disponer procesos con las ventajas de la flexibilidad y personalización de la disposición orientada al proceso y la simplicidad y tiempos y costes bajos de la orientada al producto, ha llevado a desarrollar recientemente, sobre todo para los procesos de fabricación, un tipo de disposición del proceso que supone un compromiso entre ambas en un intento de hacerse con las ventajas de una y otra, conocido con el nombre de «células de fabricación y en general «células flexibles».

Se trata de un tipo de distribución estructurada básicamente en una disposición de tipo producto, en la que se lleva a cabo un proceso, de forma que, los equipos de fabricación que están involucrados en este proceso se hallan dispuestos en línea, habitualmente en forma de U. Para que los equipos involucrados en la célula no exijan un volumen elevado de determinado tipo de producto en aras de su dedicación exclusiva, podrán ser procesados en la célula todos aquellos productos o modelos que requieran el proceso que efectúa la célula (por ejemplo, soldadura, tallado de engranajes, fabricación de circuitos impresos, pintura, etc.), siempre que haya la suficiente similitud entre los procesos de tales productos o modelos y para que pueda determinarse un recorrido básico que seguido con las mínimas variaciones por los productos de la célula; estas variaciones podrán darse dentro de unas limitaciones en aras de una mayor universalidad de aplicación del proceso de dicha célula, siendo las más frecuentes las que siguen:



- Algún producto puede no pasar por algún(os) puesto(s) de trabajo.
- Algún producto puede requerir algún retroceso o diferenciación de recorrido.
- Algún producto, puede precisar alguna operación fuera de la célula.

A fin de que haya la máxima homogeneidad, de forma que la implantación pueda beneficiarse al máximo de las ventajas de las disposiciones orientas al producto, es habitual agrupar los productos en familias asignadas a células distintas, de manera que cada familia esté formada por productos suficientemente homogéneos u homogeneizables. Otra característica de los productos que constituyan una misma familia deberá ser la de que la preparación del proceso para el cambio de producto pueda llevarse a cabo con rapidez.

En resumen, en la elección del tipo de disposición del proceso se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Producto y su diseño.
- Grado de estandarización del producto.
- Volumen de producción
- Proceso de producción adecuado y tipos de equipamiento.
- Puestos de trabajo y tareas de cada uno.

## 1.3.8.- Crítica de la situación actual

### 1.3.8.1.- Diagramas de Pareto

Uno de las herramientas más efectivas, y en la actualidad, más utilizadas para determinar que métodos analizar dentro de un proceso productivo es el llamado Diagrama de Costes de Pareto.

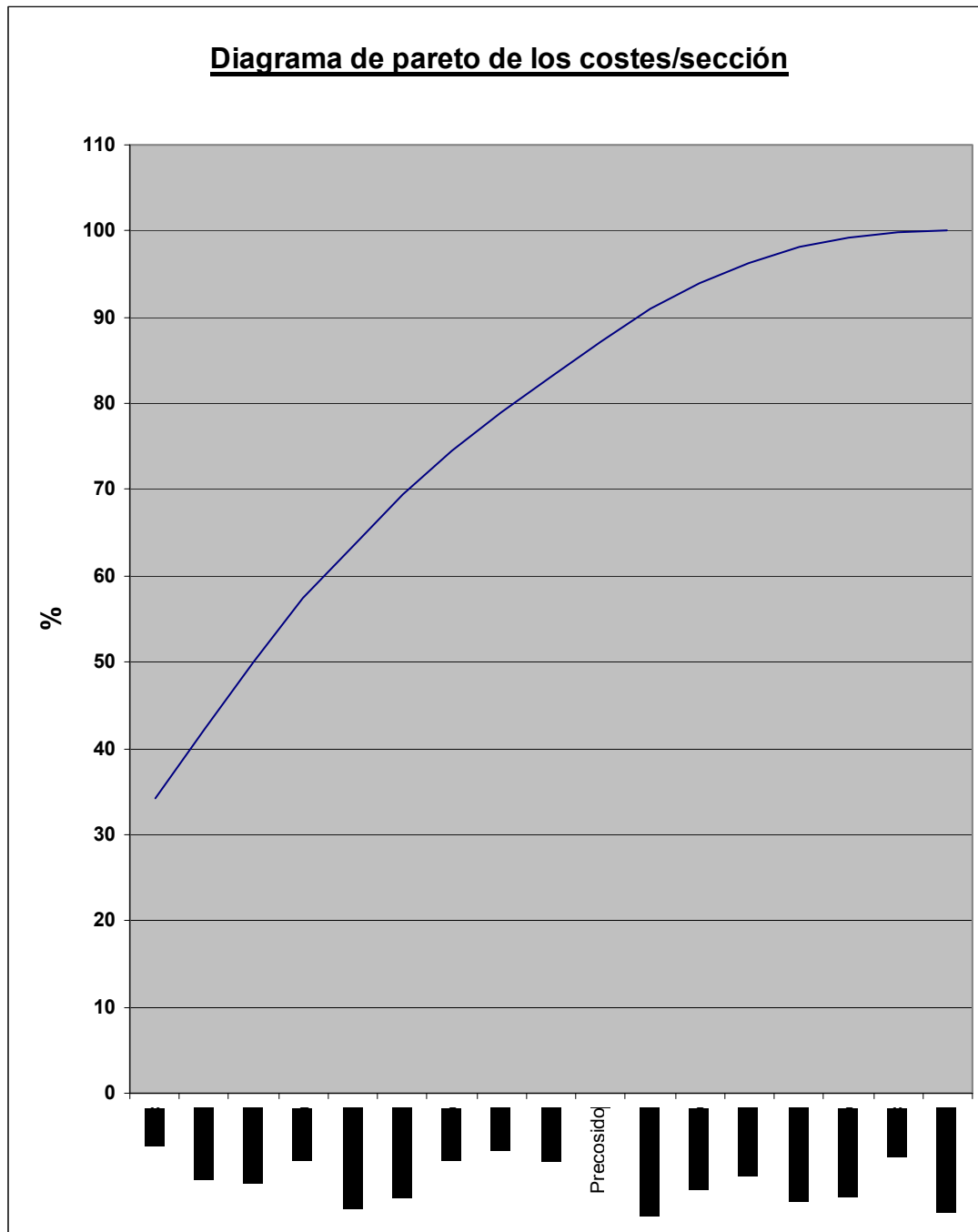
En el se representan los costes imputables a cada sección, una vez obtenidos se ordenan de mayor a menor coste (en %) y se representan en un gráfico lineal acumulado que tiene por abscisas las diferentes secciones y por ordenadas el porcentaje de coste que representan sobre el coste total.

La propiedad principal de este gráfico (del gráfico ideal) es que el 12% de las secciones acumulan el 80% de los costes totales.

Para el análisis de la planta de confección se han tenido en cuenta los siguientes conceptos:

| Sección       | Largo (m) | Ancho (m) | Sup. (m <sup>2</sup> ) | Turno mañana | Turno tarde | Sueldo bruto/persona (Euros/mes) | Sueldo bruto (Euros/mes) | Electricidad (Euros/mes) | Impuestos (Euros/mes) | Alquiler nave (Euros/mes) | Coste total sección (Euros/mes) | % coste respecto el coste total |
|---------------|-----------|-----------|------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Corte         | 5,7       | 16        | 91,2                   | 1            | 1           | 955,53                           | 1911,06                  | 229,13                   | 22,80                 | 27,36                     | 2190,35                         | 4,45                            |
| Montaje arnés | 5,7       | 2,3       | 13,11                  | 1            | 1           | 955,53                           | 1911,06                  | 5,04                     | 3,28                  | 3,93                      | 1923,31                         | 3,91                            |
| Cosido arnés  | 4,5       | 5         | 22,5                   | 2            | 1           | 955,53                           | 2866,59                  | 99,13                    | 5,63                  | 6,75                      | 2978,09                         | 6,06                            |
| Precosido     | 4,5       | 11,4      | 51,3                   | 1            | 1           | 955,53                           | 1911,06                  | 66,63                    | 12,83                 | 15,39                     | 2005,90                         | 4,08                            |
| Eslingas 1    | 5,5       | 7,8       | 42,9                   | 2            | 2           | 955,53                           | 3822,12                  | 49,56                    | 10,73                 | 12,87                     | 3895,28                         | 7,92                            |
| Eslingas 2    | 3,5       | 5,1       | 17,85                  | 2            | 2           | 955,53                           | 3822,12                  | 49,40                    | 4,46                  | 5,36                      | 3881,34                         | 7,89                            |
| Ratchets      | 3,7       | 7         | 25,9                   | 1            | 0           | 955,53                           | 955,53                   | 146,25                   | 6,48                  | 7,77                      | 1116,03                         | 2,27                            |
| Almacén aros  | 5,8       | 15,4      | 89,32                  | 0            | 0           | 0                                | 0                        | 16,25                    | 22,33                 | 26,80                     | 65,38                           | 0,13                            |
| Aros          | 29,6      | 10,2      | 301,92                 | 9            | 8           | 955,53                           | 16244,01                 | 406,25                   | 75,48                 | 90,58                     | 16816,32                        | 34,20                           |
| Expedición 1  | 2         | 5         | 10                     | 2            | 1           | 955,53                           | 2866,59                  | 81,25                    | 2,50                  | 3,00                      | 2953,34                         | 6,01                            |
| Expedición 2  | 13,8      | 2,2       | 30,36                  | 1            | 0           | 955,53                           | 955,53                   | 34,13                    | 7,59                  | 9,11                      | 1006,35                         | 2,05                            |
| Prensa        | 5,7       | 5,4       | 30,78                  | 1            | 1           | 955,53                           | 1911,06                  | 117,00                   | 7,70                  | 9,23                      | 2044,99                         | 4,16                            |
| Laboratorio   | 10,2      | 2,6       | 26,52                  | 0,5          | 0           | 955,53                           | 477,77                   | 24,38                    | 6,63                  | 7,96                      | 516,73                          | 1,05                            |
| Oficina       | 4,8       | 6         | 28,8                   | 2            | 0           | 1785                             | 3570,00                  | 56,88                    | 7,20                  | 8,64                      | 3642,72                         | 7,41                            |
| Encargado     |           |           |                        | 1            | 0           | 1388,34                          | 1388,34                  |                          | 0,00                  |                           | 1388,34                         | 2,82                            |
| Torero        |           |           |                        | 1            | 1           | 1190                             | 2380,00                  | 81,25                    | 0,00                  |                           | 2461,25                         | 5,01                            |
| Varios        |           |           | 217,54                 |              |             |                                  |                          | 162,50                   | 54,39                 | 65,26                     | 282,15                          | 0,57                            |
| <b>Total</b>  | <b>20</b> | <b>50</b> | <b>1000</b>            | <b>28</b>    | <b>19</b>   |                                  | <b>46993</b>             | <b>1625</b>              | <b>250</b>            | <b>300</b>                | <b>49168</b>                    | <b>100</b>                      |

Una vez procesados y ordenados todos los datos, se ha obtenido el siguiente diagrama de Pareto:



A partir de este diagrama se establece la sección de confección de aros para la elevación de cargas como objeto de estudio, puesto que podemos observar que acumula casi el 35% de los costes totales.

### **1.3.8.2.- Flujos de movimientos**

En el anexo I se recogen todos los transportes que se realizan en los diferentes puestos de trabajo de la planta de confección, en los que se puede observar como uno de los puestos con más movimiento de personas y materiales se concentra en la sección de montaje de arneses; teniendo en cuenta que uno de los causantes de procesos productivos no rentables o con índices de productividad mínimos es el excesivo movimiento de personas y materiales, en este proyecto se han centrado los esfuerzos para lograr reducir todos estos movimientos superfluos, o a veces excesivamente largos, reduciendo así los tiempos productivos, los que beneficiará por un lado a la productividad general de la sección, y por otro lado reducirá de forma significativa el esfuerzo que han de realizar los operarios, logrando de este modo una fatiga menor al finalizar la jornada.

Se observa también, como en la sección de confección de aros existe un movimiento repetitivo que cada operaria ha de realizar cada cierto tiempo y que es exactamente igual independientemente del tipo de producto confeccionado. Esta operación es la de montaje de cajas para albergar los productos confeccionados, cierre de cajas y paletizado. Puesto que en esta sección la cantidad de operarias varía entre las 5 y las 15 operarias por turno y todas realizan estas tareas, este proceso productivo también será fruto de estudio.

## **1.4.- Normas y referencias**

s

### **1.4.1.- Disposiciones legales y normas aplicadas**

- Nota Técnica de Prevención **NTP 434-1996 Superficies de Trabajo Seguras (I)**
- Nota Técnica de Prevención **NTP 435 Superficies de trabajo seguras (II)**
- Real Decreto **R.D. 485/1997, 14 abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo**
- Real Decreto **R.D. 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.**

### **1.4.2.- Bibliografía**

|            |                           |
|------------|---------------------------|
| Título:    | Distribución en planta    |
| Autor:     | Richard Muther            |
| Editorial: | Editorial Hispano Europea |

|            |   |
|------------|---|
| Título:    | Organización de la producción y dirección de operaciones (sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva) |
| Autor:     | Luís Cuatrecasas Arbós  |
| Editorial: | Centro de estudios Ramón Areces, S.A.   |
| ISBN:      | 84-8004-413-6   |

|            |   |
|------------|---|
| Título:    | Organización Empresarial vol. III (Organización de la Producción) |
| Autor:     | Aurelio Abancens López  |
| Editorial: | Donostiarra, S.A.   |
| ISBN:      | 84-7063-165-9   |

|            |   |
|------------|---|
| Título:    | Administración de la producción y operaciones (Manufactura y servicios)<br>Octava edición |
| Autor:     | Richard B. Chase, Nicholas J. Aquilano, F. Robert Jacobs                                  |
| Editorial: | Mc Graw Hill  |
| ISBN:      | 958-41-0071-8   |

|            |  |
|------------|--|
| Título:    | Enciclopedia de gestión y Administración de Empresas |
| Autor:     | Carl Heyel   |
| Editorial: | Grijalbo   |
| ISBN:      |  |

### **1.4.3.- Programas de cálculo**

- Todos los cálculos concernientes a este proyecto han sido realizados con Microsoft Excel XP
- Los Layout han sido diseñados con Microsoft Excel XP
- Todos los planos han sido diseñados con AutoCAD 2000

## **2. Dossier mejora métodos:**

### **Arnés EN-361**

#### Contenido:

##### *2.1.- Método actual:*

- 2.1.1.- Hoja de descripción*
- 2.1.2.- Esquema de circulación*
- 2.1.3.- Estudio de tiempos mediante MTM-2*
- 2.1.4.- Diagrama de avance*
- 2.1.5.- Suplementos aplicables*
- 2.1.6.- Cuestionario de crítica*

##### *2.2.- Método propuesto:*

- 2.2.1.- Hoja de descripción*
- 2.2.2.- Esquema de circulación*
- 2.2.3.- Estudio de tiempos mediante MTM-2*
- 2.2.4.- Diagrama de avance*
- 2.2.5.- Suplementos aplicables*
- 2.2.6.- Cuestionario de crítica*

##### *2.3.- Requerimientos de seguridad y salud*

##### *2.4.- Resumen de las mejoras obtenidas*

## **2.1.- Método actual**

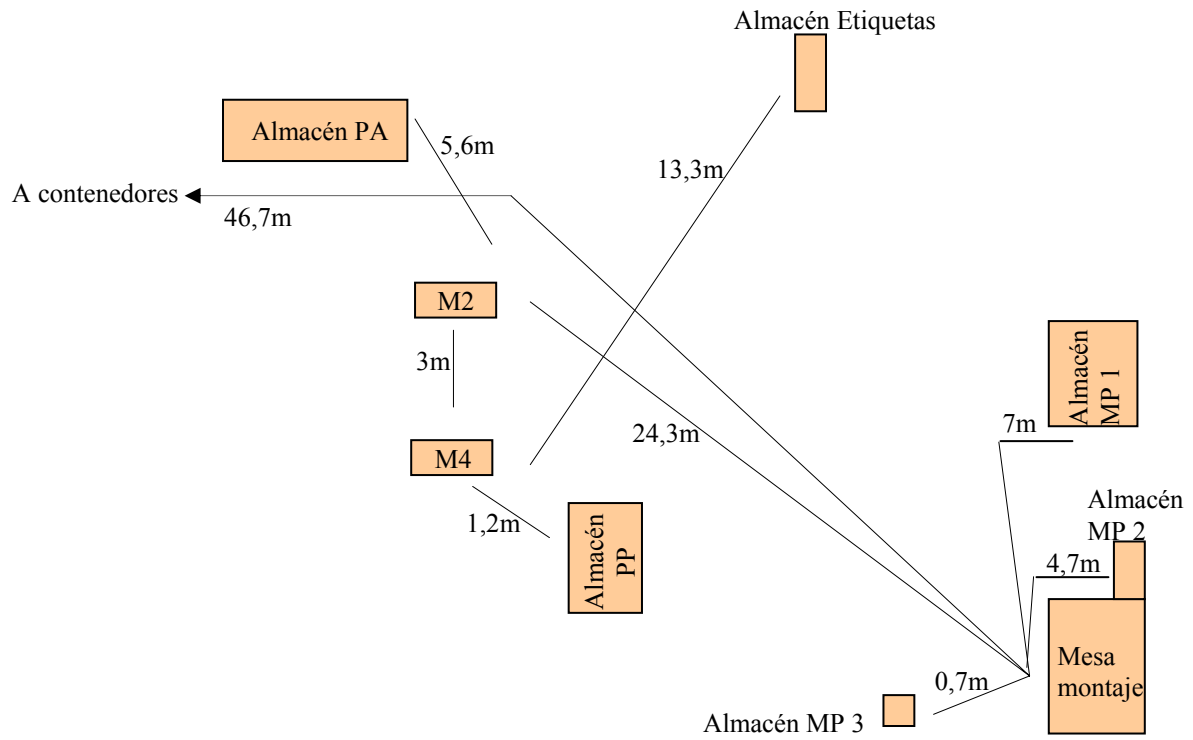


## 2.1.1- Hoja de descripción

| Trabajo estudiado: Montaje de arneses conformes a la Normativa Europea EN-361                                      | Estudio por: operario<br>Fecha: 15-12-2003                  |
|--|---|
| DESCRIPCIÓN  | OBSERVACIONES   |
| - Ir a zona MP 2 coger 1 caja de hebillas c/n y dejarla en la mesa de montaje (1, 2)                               | 1 caja pesa 28,5kg<br>500 hebillas/caja<br>3 hebillas/arnés |
| - Situarse en la mesa de montaje y bascular media caja en el recipiente de hebillas c/n (3, 4)                     | A ojo   |
| - Ir al borde de la mesa, coger la caja y dejarla en zona MP 2 (5, 6)  | Si está vacía dejarla apartada                              |
| - Ir a zona MP 2 coger 1 caja de hebillas s/n y dejarla en la mesa de montaje (7, 8)                               | 1 caja pesa 22,5kg<br>500 hebillas/caja<br>3 hebillas/arnés |
| - Situarse en la mesa de montaje y bascular media caja en el recipiente de hebillas s/n (9, 10)                    | A ojo   |
| - Ir al borde de la mesa, coger la caja y dejarla en zona MP 2 (11)  | Si está vacía dejarla apartada                              |
| - Ir a zona MP 2 coger 1 caja de reguladores y dejarla en la mesa de montaje (12)                                  | 300 reguladores/caja<br>1 regulador/arnés                   |
| - Sacar 20 reguladores de la caja, revisar su perfecto estado y dejarlos encima de la mesa de montaje (13, 14, 15) |   |
| - Ir a la zona MP 2 coger 1 caja de piquetas y dejarla en la mesa de montaje (16, 17)                              | 1 caja pesa 23kg<br>300 piquetas/caja<br>1 piqueta/arnés    |
| - Situarse en la mesa de montaje y bascular media caja en el recipiente de piquetas (18, 19)                       | A ojo   |
| - Ir al borde de la mesa, coger la caja y dejarla en zona MP 2 (20, 21)  | Si está vacía dejarla apartada                              |
| - Ir a la zona MP1 coger 70 cintas de 19cm y dejarlas en un pilote en la mesa de montaje (22, 23)                  |   |

|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ir a la zona MP1 coger 70 cintas de 19cm y dejarlas en un pilote en la mesa de montaje (24, 25)</li> <li>- Ir a la zona MP1 coger 70 cintas de 19cm y dejarlas en un pilote en la mesa de montaje (26, 27)</li> <li>- Ir a la zona MP3 coger 2 cintas de 265cm, comprobar ausencia de taras y dejarlas en mesa montaje (28, 29, 30, 31, 32, 33)</li> <li>- Estirar las 2 cintas en la mesa montaje (34, 35)</li> <li>- Obtener 1 regulador e introducir las cintas (36)</li> <li>- Obtener 1 piqueta e introducir las cintas (37, 38, 39)</li> <li>- Realizar las marcas en las cintas (40)</li> <li>- Obtener cinta amarilla y adherirla a las verdes (41, 42, 43)</li> <li>- Coger 2 hebillas c/n e introducirla en las cintas verdes (44, 45, 46, 47, 48, 49)</li> <li>- Coger hebilla c/n y cinta 50cm, montar conjunto y adherir a cintas verdes (50, 51, 52, 53, 54, 55)</li> <li>- Coger hebilla s/n y cinta 19cm, montar conjunto y adherir a cintas verdes (56, 57, 58, 59, 60, 61)</li> <li>- Obtener montaje y dejarlo en el carro (62)</li> <li>- Cuando se hayan acabado los reguladores, llevar el carro a zona PP (63)</li> <li>- Volver a zona montaje e iniciar un nuevo ciclo (64)</li> </ul> | <p>Comprobar perfecto estado</p> <p>Comprobar perfecto estado</p> <p>Comprobar perfecto estado</p> <p>Comprobar perfecto estado</p> <p>Comprobar perfecto estado</p> <p>Comprobar perfecto estado</p> <p>Comprobar perfecto estado</p> <p>20 arneses en carro</p> |
|--|---|

## 2.1.2.- Esquema de circulación



### 2.1.3.- Estudio de tiempos mediante MTM-2

| Operación: Montaje Arnés         |                                   | Observaciones: |       | Unidades de tiempo utilizadas: TMU (Time Measurement Unit) |       |       |                               |                        |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------|--|-------|-------|-------------------------------|------------------------|
| Estudio: 1                       |                                   |                |       | Factor de conversión: 1 TMU = 0,036 segundos               |       |       |                               |                        |
| Fecha: 20 - 06 - 2003            |                                   |                |       |  |       |       |                               |                        |
| Analista: Roberto Martínez Baños |                                   |                |       |  |       |       |                               |                        |
| MANO IZQUIERDA                   |                                   | F              | SÍMB. | TMU  | SÍMB. | F     | MANO DERECHA                  |                        |
| 1                                | Ir a zona M.P.                    | 33/60          | S     | 9,90   |       |       |                               |                        |
| 2                                | Agacharse                         | 1/83           | B     | 0,73   |       |       | Coger caja hebillas c/n       |                        |
|                                  | Coger caja hebillas c/n (28,5 kg) | 1/83           | GB30  | 0,17   | GB30  | 1/83  |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | GW15  | 0,09   | GW15  | 1/166 |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | GW8   | 0,05   | GW8   | 1/166 |                               |                        |
|                                  | Levantarse                        | 1/166          | PW15  | 0,02   |       |       |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | PW10  | 0,01   |       |       |                               |                        |
|                                  | Ir a mesa montaje                 | 2/83           | S     | 0,43   |       |       |                               |                        |
|                                  | Dejar hebillas en mesa            | 1/166          | PW15  | 0,02   |       |       |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | PW10  | 0,01   | PA30  | 1/83  |                               | Dejar hebillas en mesa |
|                                  |                                   | 1/166          | PW15  | 0,02   | PW15  | 1/166 |                               |                        |
| 1/166                            |                                   | PW10           | 0,01  | PW10   | 1/166 |       |                               |                        |
| 3                                | Ir a zona montaje                 | 5/83           | S     | 1,08   |       |       |                               |                        |
| 4                                | Coger caja hebillas c/n           | 1/83           | GB30  | 0,17   | GB30  | 1/83  | Coger caja hebillas c/n       |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | GW15  | 0,09   | GW15  | 1/166 |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | GW8   | 0,05   | GW8   | 1/166 |                               |                        |
|                                  | Situar caja en tope ubicación     | 1/83           | PA80  | 0,24   | PA80  | 1/83  | Situar caja en tope ubicación |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | PW15  | 0,02   | PW15  | 1/166 |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | PW10  | 0,01   | PW10  | 1/166 |                               |                        |
|                                  | Girar caja unos 100°              | 1/166          | GW15  | 0,09   | GW15  | 1/166 | Girar caja unos 100°          |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | GW8   | 0,05   | GW8   | 1/166 |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/83           | PA30  | 0,13   | PA30  | 1/83  |                               |                        |
|                                  | Enderezar caja                    | 1/166          | PW15  | 0,02   | PW15  | 1/166 | Enderezar caja                |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | PW10  | 0,01   | PW10  | 1/166 |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | GW8   | 0,05   | GW8   | 1/166 |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/83           | PA30  | 0,13   | PA30  | 1/83  |                               |                        |
|                                  | Dejar caja encima mesa            | 1/166          | PW10  | 0,01   | PW10  | 1/166 | Dejar caja encima mesa        |                        |
|                                  |                                   | 1/83           | PA80  | 0,24   | PA80  | 1/83  |                               |                        |
|                                  | 1/166                             | PW10           | 0,01  | PW10   | 1/166 |       |                               |                        |
| 5                                | Ir a mesa montaje                 | 5/83           | S     | 1,08   |       |       |                               |                        |
| 6                                | Coger caja hebillas c/n           | 1/83           | GB30  | 0,17   | GB30  | 1/83  | Coger caja hebillas c/n       |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | GW8   | 0,05   | GW8   | 1/166 |                               |                        |
|                                  | Ir a zona M.P.                    | 2/83           | S     | 0,43   |       |       |                               |                        |
|                                  | Agacharse                         | 1/83           | B     | 0,73   |       |       |                               |                        |
|                                  | Dejar caja en el suelo            | 1/166          | PW10  | 0,01   |       |       |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/83           | PA30  | 0,13   | PA30  | 1/83  |                               |                        |
| 1/166                            | PW10                              | 0,01           | PW10  | 1/166  |       |       |                               |                        |
| 7                                | Coger caja hebillas s/n (22,5kg)  | 1/83           | GB30  | 0,17   | GB30  | 1/83  | Coger caja hebillas s/n       |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | GW12  | 0,07   | GW12  | 1/166 |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | GW6   | 0,04   | GW6   | 1/166 |                               |                        |
|                                  | Levantarse                        | 1/166          | PW15  | 0,02   |       |       |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | PW10  | 0,01   |       |       |                               |                        |
|                                  | Ir a mesa montaje                 | 2/83           | S     | 0,43   |       |       |                               |                        |
|                                  | Dejar hebillas en mesa            | 1/166          | PW15  | 0,02   |       |       |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | PW10  | 0,01   | PA30  | 1/83  |                               | Dejar hebillas en mesa |
|                                  |                                   | 1/166          | PW15  | 0,02   | PW15  | 1/166 |                               |                        |
|                                  |                                   | 1/166          | PW10  | 0,01   | PW10  | 1/166 |                               |                        |

|                              |                                  |       |      |       |       |                        |                               |
|------------------------------|----------------------------------|-------|------|-------|-------|------------------------|-------------------------------|
| 8                            | Ir a zona montaje                | 5/83  | S    | 1,08  |       |                        |                               |
| 9                            | Coger caja hebillas s/n          | 1/83  | GB30 | 0,17  | GB30  | 1/83                   | Coger caja hebillas s/n       |
|                              |                                  | 1/166 | GW12 | 0,07  | GW12  | 1/166                  |                               |
|                              |                                  | 1/166 | GW6  | 0,04  | GW6   | 1/166                  |                               |
|                              | Situat caja en tope ubicación    | 1/83  | PA80 | 0,24  | PA80  | 1/83                   | Situat caja en tope ubicación |
|                              |                                  | 1/166 | PW15 | 0,02  | PW15  | 1/166                  |                               |
|                              |                                  | 1/166 | PW10 | 0,01  | PW10  | 1/166                  |                               |
|                              | Girar caja unos 100°             | 1/166 | GW12 | 0,07  | GW12  | 1/166                  | Girar caja unos 100°          |
|                              |                                  | 1/166 | GW6  | 0,04  | GW6   | 1/166                  |                               |
|                              |                                  | 1/83  | PA30 | 0,13  | PA30  | 1/83                   |                               |
|                              |                                  | 1/166 | PW15 | 0,02  | PW15  | 1/166                  |                               |
|                              |                                  | 1/166 | PW10 | 0,01  | PW10  | 1/166                  |                               |
|                              | Enderezar caja                   | 1/166 | GW6  | 0,04  | GW6   | 1/166                  | Enderezar caja                |
|                              |                                  | 1/83  | PA30 | 0,13  | PA30  | 1/83                   |                               |
|                              | 1/166                            | PW10  | 0,01 | PW10  | 1/166 |                        |                               |
| Dejar caja encima mesa       | 1/83                             | PA80  | 0,24 | PA80  | 1/83  | Dejar caja encima mesa |                               |
|                              | 1/166                            | PW10  | 0,01 | PW10  | 1/166 |                        |                               |
| 10                           | Ir a mesa montaje                | 5/83  | S    | 1,08  |       |                        |                               |
| 11                           | Coger caja hebillas s/n          | 1/83  | GB30 | 0,17  | GB30  | 1/83                   | Coger caja hebillas s/n       |
|                              |                                  | 1/166 | GW6  | 0,04  | GW6   | 1/166                  |                               |
|                              | Ir a zona M.P.                   | 2/83  | S    | 0,43  |       |                        |                               |
|                              |                                  | 1/166 | PW10 | 0,01  |       |                        |                               |
|                              | Agacharse                        | 1/83  | B    | 0,73  |       |                        |                               |
|                              |                                  | 1/166 | PW10 | 0,01  |       |                        |                               |
| Dejar caja en el suelo       | 1/83                             | PA30  | 0,13 | PA30  | 1/83  | Dejar caja en el suelo |                               |
|                              | 1/166                            | PW10  | 0,01 | PW10  | 1/166 |                        |                               |
| 12                           | Coger caja regulador arnés       | 1/300 | GB30 | 0,05  | GB30  | 1/300                  | Coger caja regulador arnés    |
|                              |                                  | 1/300 | GW3  | 0,01  | GW3   | 1/300                  |                               |
|                              | Levantarse                       | 1/300 | PW5  | 0,00  |       |                        |                               |
|                              | Ir a mesa montaje                | 2/300 | S    | 0,12  |       |                        |                               |
|                              |                                  | 1/300 | PW5  | 0,00  |       |                        |                               |
| Dejar caja regulador en mesa | 1/300                            | PA30  | 0,04 | PA30  | 1/300 | Dejar hebillas en mesa |                               |
|                              | 1/300                            | PW5   | 0,00 | PW5   | 1/300 |                        |                               |
| 13                           | Obtener 1 regulador arnés (hasta | 1/1   | GC80 | 32,00 |       |                        |                               |
| 14                           | Verificar perfecto estado        | 1/1   | E    | 7,00  |       |                        |                               |
|                              | Reasir                           | 1/1   | R    | 6,00  |       |                        |                               |
|                              | Verificar perfecto estado        | 1/1   | E    | 7,00  |       |                        |                               |
| 15                           | Situat cerca de mesa             | 1/1   | PA80 | 20,00 |       |                        |                               |
| 16                           | Ir a zona M.P.                   | 2/150 | S    | 0,24  |       |                        |                               |
| 17                           | Agacharse                        | 1/150 | B    | 0,41  |       |                        |                               |
|                              | Coger caja piquetas              | 1/150 | GB30 | 0,09  | GB30  | 1/150                  | Coger caja piquetas           |
|                              |                                  | 1/300 | GW12 | 0,06  | GW9   | 1/150                  |                               |
|                              |                                  | 1/300 | GW6  | 0,04  | GW6   | 1/150                  |                               |
|                              | Levantarse                       | 1/300 | PW15 | 0,01  |       |                        |                               |
|                              |                                  | 1/300 | PW10 | 0,01  |       |                        |                               |
|                              | Ir a mesa montaje                | 2/150 | S    | 0,24  |       |                        |                               |
|                              |                                  | 1/300 | PW15 | 0,01  |       |                        |                               |
| Dejar piquetas en mesa       | 1/150                            | PA30  | 0,07 | PA30  | 1/150 | Dejar piquetas en mesa |                               |
|                              | 1/300                            | PW15  | 0,01 | PW15  | 1/300 |                        |                               |
|                              | 1/300                            | PW10  | 0,01 | PW10  | 1/300 |                        |                               |
| 18                           | Ir a zona montaje                | 5/150 | S    | 0,60  |       |                        |                               |

|                        |                                     |       |       |       |       |                        |                               |
|------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------|-------------------------------|
| 19                     | Coger caja piquetas                 | 1/150 | GB30  | 0,09  | GB30  | 1/150                  | Coger caja piquetas           |
|                        |                                     | 1/300 | GW12  | 0,04  | GW9   | 1/300                  |                               |
|                        |                                     | 1/300 | GW6   | 0,02  | GW6   | 1/300                  |                               |
|                        | Situat caja en tope ubicación       | 1/150 | PA80  | 0,13  | PA80  | 1/150                  | Situat caja en tope ubicación |
|                        |                                     | 1/300 | PW15  | 0,01  | PW15  | 1/300                  |                               |
|                        |                                     | 1/300 | PW10  | 0,01  | PW10  | 1/300                  |                               |
|                        | Girar caja unos 100°                | 1/300 | GW12  | 0,04  | GW9   | 1/300                  | Girar caja unos 100°          |
|                        |                                     | 1/300 | GW6   | 0,02  | GW6   | 1/300                  |                               |
|                        |                                     | 1/150 | PA30  | 0,07  | PA30  | 1/150                  |                               |
|                        |                                     | 1/300 | PW15  | 0,01  | PW15  | 1/300                  |                               |
|                        |                                     | 1/300 | PW10  | 0,01  | PW10  | 1/300                  |                               |
|                        | Enderezar caja                      | 1/300 | GW6   | 0,02  | GW6   | 1/300                  | Enderezar caja                |
|                        |                                     | 1/150 | PA30  | 0,07  | PA30  | 1/150                  |                               |
|                        |                                     | 1/300 | PW10  | 0,01  | PW10  | 1/300                  |                               |
| Dejar caja encima mesa | 1/150                               | PA80  | 0,13  | PA80  | 1/150 | Dejar caja encima mesa |                               |
|                        | 1/300                               | PW10  | 0,01  | PW10  | 1/300 |                        |                               |
| 20                     | Ir a mesa montaje                   | 5/150 | S     | 0,60  |       | 1/150                  |                               |
| 21                     | Coger caja piquetas                 | 1/150 | GB30  | 0,09  | GB30  | 1/150                  | Coger caja piquetas           |
|                        |                                     | 1/300 | GW6   | 0,02  | GW6   | 1/300                  |                               |
|                        | Ir a zona M.P.                      | 2/150 | S     | 0,24  |       |                        |                               |
|                        |                                     | 1/300 | PW10  | 0,01  |       |                        |                               |
|                        | Agacharse                           | 1/150 | B     | 0,41  |       |                        |                               |
|                        | 1/300                               | PW10  | 0,01  |       |       |                        |                               |
| Dejar caja en el suelo | 1/150                               | PA30  | 0,07  | PA30  | 1/150 | Dejar caja en el suelo |                               |
|                        | 1/300                               | PW10  | 0,01  | PW10  | 1/300 |                        |                               |
| 22                     | Ir a la zona de cintas cortadas     | 5/70  | S     | 1,29  |       |                        |                               |
| 23                     | Inclinarse                          | 1/70  | B     | 0,87  |       |                        |                               |
|                        | Coger 70 cintas de 19cm             | 1/70  | GC30  | 0,33  | GC30  | 1/70                   | Coger 70 cintas de 19cm       |
|                        | Ir a zona montaje                   | 7/70  | S     | 1,80  |       |                        |                               |
|                        | Dejar cintas en mesa                | 1/70  | PB45  | 0,34  | PB45  | 1/70                   | Dejar cintas en mesa          |
| 24                     | Ir a la zona de cintas cortadas     | 7/70  | S     | 1,80  |       |                        |                               |
| 25                     | Inclinarse                          | 1/70  | B     | 0,87  |       |                        |                               |
|                        | Coger 70 cintas de 50cm             | 1/70  | GC30  | 0,33  | GC30  | 1/70                   | Coger 70 cintas de 19cm       |
|                        | Ir a zona montaje                   | 7/70  | S     | 1,80  |       |                        |                               |
|                        | Dejar cintas en mesa                | 1/70  | PB45  | 0,34  | PB45  | 1/70                   | Dejar cintas en mesa          |
| 26                     | Ir a la zona de cintas cortadas     | 7/70  | S     | 1,80  |       |                        |                               |
| 27                     | Inclinarse                          | 1/70  | B     | 0,87  |       |                        |                               |
|                        | Coger 70 cintas de 90cm             | 1/70  | GC30  | 0,33  | GC30  | 1/70                   | Coger 70 cintas de 90cm       |
|                        | Ir a zona montaje                   | 7/70  | S     | 1,80  |       |                        |                               |
|                        | Dejar cintas en mesa                | 1/70  | PB80  | 0,43  | PB80  | 1/70                   | Dejar cintas en mesa          |
| 28                     | Ir a la caja de cinta verde cortada | 4     | S     | 72,00 |       |                        |                               |
| 29                     | Inclinarse                          | 1/1   | B     | 61,00 |       |                        |                               |
|                        | Coger cinta                         | 1/1   | GC30  | 23,00 |       |                        |                               |
|                        | Buscar extremo                      | 1/1   | PA5   | 3,00  | GB30  | 1/1                    | Buscar extremo                |
|                        |                                     | 1/1   | GB45  | 18,00 | PA45  | 1/1                    |                               |
| 30                     | Comprobar ausencia taras en cint    | 7/1   | E     | 49,00 |       |                        |                               |
|                        |                                     | 1/1   | PA80  | 20,00 |       |                        |                               |
|                        |                                     | 1/1   | GB80  | 23,00 |       |                        |                               |
|                        |                                     | 1/1   | PA80  | 20,00 |       |                        |                               |
|                        |                                     | 7/1   | E     | 49,00 |       |                        |                               |
|                        |                                     | 1/1   | GB80  | 23,00 |       |                        |                               |
|                        |                                     | 1/1   | PA80  | 20,00 |       |                        |                               |
|                        |                                     | 7/1   | E     | 49,00 |       |                        |                               |
|                        |                                     | 1/1   | GB80  | 23,00 |       |                        |                               |
|                        |                                     | 1/1   | PA80  | 20,00 |       |                        |                               |
|                        | 6/1                                 | E     | 42,00 |       |       |                        |                               |

|               |                                   |                 |       |       |       |                 |                           |                           |
|---------------|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-----------------|---------------------------|---------------------------|
| 31            | Dejar cinta en canto caja         | 1/1             | PB45  | 24,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Inclinarse                        | 1/1             | B     | 61,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Coger cinta                       | 1/1             | GC30  | 23,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Buscar extremo                    |                 | 1/1   | PA5   | 3,00  | GB30            | 1/1                       | Buscar extremo            |
|               |                                   |                 | 1/1   | GB45  | 18,00 | PA45            | 1/1                       |                           |
| 32            | Comprobar ausencia taras en cinta | 7/1             | E     | 49,00 |       |                 |                           |                           |
|               |                                   | 1/1             | PA80  | 20,00 |       |                 |                           |                           |
|               |                                   | 1/1             | GB80  | 23,00 |       |                 |                           |                           |
|               |                                   | 1/1             | PA80  | 20,00 |       |                 |                           |                           |
|               |                                   | 7/1             | E     | 49,00 |       |                 |                           |                           |
|               |                                   | 1/1             | GB80  | 23,00 |       |                 |                           |                           |
|               |                                   | 1/1             | PA80  | 20,00 |       |                 |                           |                           |
|               |                                   | 7/1             | E     | 49,00 |       |                 |                           |                           |
|               |                                   | 1/1             | GB80  | 23,00 |       |                 |                           |                           |
|               |                                   | 1/1             | PA80  | 20,00 |       |                 |                           |                           |
| 33            | Soltar cinta                      | 1/1             | PA5   | 3,00  |       |                 |                           |                           |
|               | Coger cinta de borde caja         | 1/1             | GB45  | 18,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Ir a zona montaje                 | 4/1             | S     | 72,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Dejar cintas en mesa              | 1/1             | PA30  | 11,00 | PA30  | 1/1             | Dejar cintas en mesa      |                           |
| 34            | Coger extremo 1 cinta             | 1/1             | GC15  | 23,00 | GC30  | 1/1             | Coger cinta               |                           |
|               | Situar extremo en borde mesa      | 1/1             | PB80  | 30,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Sujetar cinta por la mitad        | 1/1             | PB80  | 30,00 | PA5   | 1/1             | Soltar cinta              |                           |
|               |                                   | 1/1             | A     | 23,00 | GC30  | 1/1             | Obtener extremo           |                           |
|               |                                   |                 |       | 30,00 | PB80  | 1/1             | Situar extremo en marca   |                           |
|               |                                   |                 | 14,00 | A     | 1/1   | Aplicar presión |                           |                           |
|               | Obtener cinta                     | 1/1             | GC30  | 23,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Estirar cinta                     | 1/1             | PA45  | 15,00 |       |                 |                           |                           |
| Obtener cinta | 1/1                               | GC15            | 32,00 | GC80  | 1/1   | Obtener cinta   |                           |                           |
| Soltar cinta  | 1/1                               | PA5             | 3,00  | PA80  | 1/1   | Orientar cinta  |                           |                           |
| 35            | Obtener cinta                     | 1/1             | GC30  | 23,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Estirar cinta                     | 1/1             | PA45  | 15,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Obtener cinta                     | 1/1             | GC15  | 32,00 | GC80  | 1/1             | Obtener cinta             |                           |
|               |                                   |                 |       | 20,00 | PA80  | 1/1             | Orientar cinta            |                           |
|               | Soltar cinta                      | 1/1             | PA5   | 3,00  |       |                 |                           |                           |
| 36            | Obtener regulador arnés           | 1/1             | GC45  | 27,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Situar cerca mesa                 | 1/1             | PA30  | 11,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Cambiar regulador de mano         |                 | 1/1   | PA5   | 3,00  | GB15            | 1/1                       | Cambiar regulador de mano |
|               |                                   |                 | 1/1   | GC80  | 32,00 |                 |                           |                           |
|               |                                   |                 | 1/1   | PC80  | 41,00 |                 |                           |                           |
|               | Cambiar regulador de mano         |                 | 1/1   | GB15  | 10,00 |                 |                           | Cambiar regulador de mano |
|               |                                   |                 |       | 3,00  | PA5   | 1/1             |                           |                           |
|               |                                   |                 |       | 10,00 | GB15  | 1/1             | Obtener extremo           |                           |
|               |                                   |                 |       | 20,00 | PA80  | 1/1             | Tensar cinta              |                           |
|               |                                   |                 |       | 23,00 | GB80  | 1/1             |                           |                           |
|               |                                   |                 |       | 20,00 | PA80  | 1/1             |                           |                           |
|               |                                   |                 |       | 19,00 | GC15  | 1/1             | Obtener extremo           |                           |
|               | Cambiar regulador de mano         |                 |       | 41,00 | PC80  | 1/1             | Pasar extremo por ranura  |                           |
|               |                                   |                 |       | 10,00 | GB15  | 1/1             | Cambiar regulador de mano |                           |
|               |                                   | Obtener extremo | 1/1   | PA5   | 3,00  |                 |                           |                           |
|               |                                   | Obtener extremo | 1/1   | GB15  | 10,00 |                 |                           |                           |
|               |                                   | Tensar cinta    | 1/1   | PA80  | 20,00 |                 |                           |                           |
|               |                                   | 1/1             | GB80  | 23,00 |       |                 |                           |                           |
|               |                                   | 1/1             | PA80  | 20,00 |       |                 |                           |                           |
|               | Obtener 1 extremo cinta           | 1/1             | GC80  | 32,00 |       |                 |                           |                           |

|    |                                       |     |      |       |      |     |                              |
|----|---------------------------------------|-----|------|-------|------|-----|------------------------------|
|    | Pasar extremo por ranura              | 1/1 | PC80 | 41,00 |      |     |                              |
|    | Cambiar regulador de mano             | 1/1 | GB15 | 10,00 |      |     | Cambiar regulador de mano    |
|    |                                       |     |      | 3,00  | PA5  | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 10,00 | GB15 | 1/1 | Obtener extremo              |
|    |                                       |     |      | 20,00 | PA80 | 1/1 | Tensar cinta                 |
|    |                                       |     |      | 23,00 | GB80 | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 20,00 | PA80 | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 19,00 | GC15 | 1/1 | Obtener extremo              |
|    | Cambiar regulador de mano             |     |      | 41,00 | PC80 | 1/1 | Pasar extremo por ranura     |
|    |                                       |     |      | 10,00 | GB15 | 1/1 | Cambiar regulador de mano    |
|    |                                       | 1/1 | PA5  | 3,00  |      |     |                              |
|    | Obtener extremo                       | 1/1 | GB15 | 10,00 |      |     |                              |
|    | Tensar cinta                          | 1/1 | PA80 | 20,00 |      |     |                              |
|    |                                       | 1/1 | GB80 | 23,00 |      |     |                              |
|    |                                       | 1/1 | PA80 | 20,00 |      |     |                              |
| 37 |                                       |     |      | 27,00 | GC45 | 1/1 | Obtener 1 piqueta            |
| 38 |                                       |     |      | 7,00  | E    | 1/1 | Verificar el perfecto estado |
|    |                                       |     |      | 6,00  | R    | 1/1 | Reasir                       |
|    |                                       |     |      | 7,00  | E    | 1/1 | Verificar el perfecto estado |
| 39 | Obtener extremo                       | 1/1 | GC80 | 32,00 |      |     |                              |
|    | Pasar extremo por piqueta             | 1/1 | PC80 | 41,00 |      |     |                              |
|    | Cambiar piqueta de mano               | 1/1 | GB15 | 10,00 |      |     | Cambiar piqueta de mano      |
|    |                                       |     |      | 3,00  | PA5  | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 10,00 | GB15 | 1/1 | Obtener extremo              |
|    |                                       |     |      | 20,00 | PA80 | 1/1 | Tensar cinta                 |
|    |                                       |     |      | 23,00 | GB80 | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 20,00 | PA80 | 1/1 |                              |
|    | Soltar piqueta                        | 1/1 | PA5  | 3,00  |      |     |                              |
|    |                                       |     |      | 19,00 | GC15 | 1/1 | Obtener extremo              |
|    | Verificar que cinta no está retorcida | 1/1 | E    | 7,00  |      |     |                              |
|    | Cambiar extremo de mano               |     |      | 20,00 | PA80 | 1/1 | Cambiar extremo de mano      |
|    |                                       | 1/1 | GB5  | 7,00  |      |     |                              |
|    |                                       |     |      | 14,00 | GB30 | 1/1 | Obtener regulador            |
|    | Pasar extremo por ranura              | 1/1 | PC30 | 30,00 |      |     |                              |
|    | Cambiar regulador de mano             | 1/1 | GB15 | 10,00 |      |     | Cambiar regulador de mano    |
|    |                                       |     |      | 3,00  | PA5  | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 10,00 | GB15 | 1/1 | Obtener extremo              |
|    |                                       |     |      | 20,00 | PA80 | 1/1 | Tensar cinta                 |
|    |                                       |     |      | 23,00 | GB80 | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 20,00 | PA80 | 1/1 |                              |
|    | Soltar regulador                      | 1/1 | PA5  | 3,00  |      |     |                              |
|    | Obtener extremo                       | 1/1 | GC80 | 32,00 |      |     |                              |
|    |                                       |     |      | 14,00 | GB30 | 1/1 | Obtener piqueta              |
|    | Pasar extremo por piqueta             | 1/1 | PC80 | 41,00 |      |     |                              |
|    |                                       |     |      | 3,00  | PA5  | 1/1 | Soltar piqueta               |
|    |                                       |     |      | 10,00 | GB15 | 1/1 | Obtener regulador            |
|    | Pasar extremo por regulador           | 1/1 | PC15 | 26,00 |      |     |                              |
|    | Cambiar regulador de mano             | 1/1 | GB15 | 10,00 |      |     | Cambiar regulador de mano    |
|    |                                       |     |      | 3,00  | PA5  | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 10,00 | GB15 | 1/1 | Obtener extremo              |
|    |                                       |     |      | 20,00 | PA80 | 1/1 | Tensar cinta                 |
|    |                                       |     |      | 23,00 | GB80 | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 20,00 | PA80 | 1/1 |                              |
|    | Situar regulador en marca             | 1/1 | PB80 | 30,00 |      |     |                              |
|    |                                       |     |      | 18,00 | GB45 | 1/1 | Obtener cera (marcador)      |
|    |                                       |     |      | 19,00 | PB30 | 1/1 | Realizar las marcas          |
|    |                                       |     |      | 14,00 | A    | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 3,00  | PA5  | 1/1 |                              |
|    |                                       |     |      | 15,00 | PB15 | 1/1 |                              |



|                       |                                     |      |       |       |      |                       |                              |
|-----------------------|-------------------------------------|------|-------|-------|------|-----------------------|------------------------------|
|                       |                                     |      |       | 14,00 | A    | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 3,00  | PA5  | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 11,00 | PA30 | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 14,00 | A    | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 3,00  | PA5  | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 15,00 | PB15 | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 14,00 | A    | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 3,00  | PA5  | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 24,00 | PB45 | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 14,00 | A    | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 3,00  | PA5  | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 20,00 | PA80 | 1/1                   | Dejar cera                   |
| 41                    | Obtener cinta amarilla              | 1/1  | GC45  | 32,00 | GC80 | 1/1                   | Obtener cinta amarilla       |
| 42                    | Verificar ausencia de taras         | 9/1  | E     | 63,00 |      |                       |                              |
|                       | Reasir                              | 1/1  | R     | 6,00  |      |                       |                              |
|                       | Verificar ausencia de taras         | 9/1  | E     | 63,00 |      |                       |                              |
| 43                    | Situar cinta en marca               | 1/1  | PB45  | 24,00 | PB45 | 1/1                   | Situar cinta en marca        |
|                       | Obtener cinta justo en marca        | 1/1  | GC15  | 32,00 | GC80 | 1/1                   | Obtener extremo              |
|                       | Situar marca 1 en marca 2           | 1/1  | PB15  | 15,00 | PB15 | 1/1                   | Doblar extremo               |
|                       | Situar cinta amarilla sobre verde   | 1/1  | PB30  | 23,00 | GC30 | 1/1                   | Obtener cinta verde en marca |
|                       | Atrapar las 2 cintas                | 1/1  | GB5   | 7,00  | PA5  | 1/1                   | Dejar cinta                  |
|                       |                                     |      |       | 14,00 | GB30 | 1/1                   | Obtener grapadora            |
|                       |                                     |      |       | 30,00 | PC30 | 1/1                   | Situar grapadora             |
|                       |                                     |      |       | 14,00 | A    | 1/1                   | Grapar                       |
|                       |                                     |      |       | 15,00 | PB15 | 1/1                   | Situar grapadora             |
|                       |                                     |      |       | 14,00 | A    | 1/1                   | Grapar                       |
|                       |                                     |      |       | 19,00 | PB30 | 1/1                   | Dejar grapadora              |
|                       | Dejar cintas                        | 1/1  | PA5   | 3,00  |      |                       |                              |
|                       |                                     |      |       | 27,00 | GC45 | 1/1                   | Obtener extremo              |
|                       |                                     |      |       | 24,00 | PB45 | 1/1                   | Situar extremo en marca      |
|                       | Obtener cinta de marca 1            | 1/1  | GC30  | 23,00 |      |                       |                              |
|                       |                                     |      |       | 15,00 | PB15 | 1/1                   | Doblar cinta                 |
|                       | Coger doblez                        | 1/1  | GC5   | 14,00 |      |                       |                              |
|                       |                                     |      |       | 3,00  | PA5  | 1/1                   | Soltar cinta                 |
|                       |                                     |      |       | 23,00 | GC30 | 1/1                   | Obtener cinta verde          |
|                       | Situar cinta amarilla sobre verde   | 1/1  | PB30  | 19,00 |      |                       |                              |
|                       | Obtener conjunto                    | 1/1  | GC5   | 14,00 |      |                       |                              |
|                       |                                     |      | 3,00  | PA5   | 1/1  | Soltar conjunto       |                              |
|                       |                                     |      | 14,00 | GB30  | 1/1  | Obtener grapadora     |                              |
|                       |                                     |      | 30,00 | PC30  | 1/1  | Situar grapadora      |                              |
|                       |                                     |      | 14,00 | A     | 1/1  | Grapar                |                              |
|                       |                                     |      | 26,00 | PC15  | 1/1  | Situar grapadora      |                              |
|                       |                                     |      | 14,00 | A     | 1/1  | Grapar                |                              |
| Soltar conjunto       | 1/1                                 | PA5  | 11,00 | PA30  | 1/1  | Dejar grapadora       |                              |
|                       |                                     |      | 3,00  |       |      |                       |                              |
| 44                    |                                     |      |       | 32,00 | GC80 | 1/1                   | Obtener hebilla con nervio   |
| 45                    |                                     |      |       | 7,00  | E    | 1/1                   | Verificar el perfecto estado |
|                       |                                     |      |       | 6,00  | R    | 1/1                   | Reasir                       |
|                       |                                     |      |       | 7,00  | E    | 1/1                   | Verificar el perfecto estado |
| 46                    | Situar hebilla sobre mesa (sin solt | 1/1  | PA80  | 32,00 | GC80 | 1/1                   | Obtener extremo              |
|                       |                                     |      |       | 41,00 | PC80 | 1/1                   | Pasar extremo por ranura     |
|                       | Cambiar hebilla de mano             |      |       | 10,00 | GB15 | 1/1                   | Cambiar hebilla de mano      |
|                       |                                     | 1/1  | PA5   | 3,00  |      |                       |                              |
|                       | Obtener extremo                     | 1/1  | GB5   | 7,00  |      |                       |                              |
|                       | Tensar cinta                        | 1/1  | PA30  | 11,00 |      |                       |                              |
|                       | Introducir extremo por ranura       | 1/1  | PC30  | 30,00 |      |                       |                              |
|                       | Cambiar hebilla de mano             | 1/1  | GB15  | 10,00 |      |                       | Cambiar hebilla de mano      |
|                       |                                     |      |       | 3,00  | PA5  | 1/1                   |                              |
|                       |                                     |      |       | 7,00  | GB5  | 1/1                   | Obtener cinta                |
|                       |                                     |      | 3,00  | PA5   | 1/1  | Tensar cinta          |                              |
| Dejar montaje en mesa | 1/1                                 | PA80 | 20,00 | PA80  | 1/1  | Dejar montaje en mesa |                              |

|    |                                       |     |       |       |      |                   |                                  |
|----|---------------------------------------|-----|-------|-------|------|-------------------|----------------------------------|
| 47 |                                       |     |       | 32,00 | GC80 | 1/1               | Obtener hebilla con nervio       |
| 48 |                                       |     |       | 7,00  | E    | 1/1               | Verificar el perfecto estado     |
|    |                                       |     |       | 6,00  | R    | 1/1               | Reasir                           |
|    |                                       |     |       | 7,00  | E    | 1/1               | Verificar el perfecto estado     |
| 49 | Situar hebilla sobre mesa (sin solta) | 1/1 | PA80  | 32,00 | GC80 | 1/1               | Obtener extremo                  |
|    | Cambiar hebilla de mano               |     |       | 41,00 | PC80 | 1/1               | Pasar extremo por ranura         |
|    |                                       |     |       | 10,00 | GB15 | 1/1               | Cambiar hebilla de mano          |
|    | Obtener extremo                       | 1/1 | PA5   | 3,00  |      |                   |                                  |
|    | Tensor cinta                          | 1/1 | GB5   | 7,00  |      |                   |                                  |
|    | Introducir extremo por ranura         | 1/1 | PA30  | 11,00 |      |                   |                                  |
|    | Cambiar hebilla de mano               | 1/1 | PC30  | 30,00 |      |                   |                                  |
|    |                                       | 1/1 | GB15  | 10,00 |      |                   | Cambiar hebilla de mano          |
|    |                                       |     |       | 3,00  | PA5  | 1/1               |                                  |
|    |                                       |     |       | 7,00  | GB5  | 1/1               | Obtener cinta                    |
|    |                                       |     | 3,00  | PA5   | 1/1  | Tensor cinta      |                                  |
|    | Dejar montaje en mesa                 | 1/1 | PA80  | 20,00 | PA80 | 1/1               | Dejar montaje en mesa            |
| 50 | Obtener cinta 50cm                    | 1/1 | GC80  | 32,00 | GC45 | 1/1               | Obtener cinta 50cm               |
| 51 | Verificar ausencia de taras           | 5/1 | E     | 35,00 |      |                   |                                  |
|    | Reasir                                | 1/1 | R     | 6,00  |      |                   |                                  |
|    | Verificar ausencia de taras           | 5/1 | E     | 35,00 |      |                   |                                  |
| 52 | Situar cinta en mesa                  | 1/1 | PA80  | 20,00 | PA45 | 1/1               | Situar cinta en mesa             |
| 53 |                                       |     |       | 23,00 | GB80 | 1/1               | Obtener hebilla con nervio       |
| 54 |                                       |     |       | 7,00  | E    | 1/1               | Verificar el perfecto estado     |
|    |                                       |     |       | 6,00  | R    | 1/1               | Reasir                           |
|    |                                       |     |       | 7,00  | E    | 1/1               | Verificar el perfecto estado     |
| 55 | Coger extremo                         | 1/1 | GC45  | 20,00 | PA80 | 1/1               | Situar cerca de mesa             |
|    | Pasar extremo por ranura              | 1/1 | PC30  | 27,00 |      |                   |                                  |
|    | Cambiar hebilla de mano               | 1/1 | GB15  | 30,00 |      |                   |                                  |
|    |                                       |     |       | 10,00 |      |                   | Cambiar hebilla de mano          |
|    |                                       |     |       | 3,00  | PA5  | 1/1               |                                  |
|    |                                       |     |       | 7,00  | GB5  | 1/1               | Obtener extremo                  |
|    | Cambiar hebilla de mano               |     |       | 26,00 | PC15 | 1/1               | Pasar extremo por ranura         |
|    |                                       | 1/1 | PA5   | 10,00 | GB15 | 1/1               | Cambiar hebilla de mano          |
|    |                                       | 1/1 | PA5   | 3,00  |      |                   |                                  |
|    | Obtener extremo                       | 1/1 | GB5   | 7,00  |      |                   |                                  |
|    | Tensor cinta                          | 1/1 | PA15  | 6,00  |      |                   |                                  |
|    | Obtener extremo                       | 1/1 | GC30  | 23,00 |      |                   |                                  |
|    | Situar montaje sobre cinta verde      | 1/1 | PB15  | 15,00 | PB15 | 1/1               | Situar montaje sobre cinta verde |
|    |                                       |     |       | 3,00  | PA5  | 1/1               | Soltar                           |
|    |                                       |     |       | 23,00 | GC30 | 1/1               | Obtener cinta verde              |
|    | Doblar extremo                        | 1/1 | PB15  | 15,00 |      |                   |                                  |
|    | Sujetar conjunto                      | 1/1 | GB5   | 7,00  |      |                   |                                  |
|    |                                       |     | 3,00  | PA5   | 1/1  | Soltar            |                                  |
|    |                                       |     | 14,00 | GB30  | 1/1  | Obtener grapadora |                                  |
|    |                                       |     | 30,00 | PC30  | 1/1  | Situar grapadora  |                                  |
|    |                                       |     | 14,00 | A     | 1/1  | Grapar            |                                  |
|    |                                       |     | 26,00 | PC15  | 1/1  | Situar grapadora  |                                  |
|    |                                       |     | 14,00 | A     | 1/1  | Grapar            |                                  |
|    | Soltar conjunto                       | 1/1 | PA5   | 3,00  |      |                   |                                  |
|    |                                       |     | 11,00 | PA30  | 1/1  | Dejar grapadora   |                                  |
| 56 | Coger cinta 19cm                      | 1/1 | GC45  | 27,00 | GC45 | 1/1               | Coger cinta 19cm                 |
| 57 | Verificar ausencia de taras           | 2/1 | E     | 14,00 |      |                   |                                  |
|    | Reasir                                | 1/1 | R     | 6,00  |      |                   |                                  |
|    | Verificar ausencia de taras           | 2/1 | E     | 14,00 |      |                   |                                  |

|    |                                 |       |       |       |      |                  |                                 |
|----|---------------------------------|-------|-------|-------|------|------------------|---------------------------------|
| 58 | Situar sobre cinta verde        | 1/1   | PB30  | 19,00 | PB30 | 1/1              | Situar sobre cinta verde        |
|    | Atrapar conjunto                | 1/1   | GC30  | 23,00 |      |                  |                                 |
|    | Elevar                          | 1/1   | PA15  | 6,00  |      |                  |                                 |
|    |                                 |       |       | 15,00 | PB15 | 1/1              | Doblar                          |
|    |                                 |       | 7,00  | GB5   | 1/1  | Sujetar conjunto |                                 |
|    | Soltar conjunto                 | 1/1   | PA5   | 3,00  |      |                  |                                 |
| 59 | Obtener hebilla sin nervio      | 1/1   | GC45  | 27,00 |      |                  |                                 |
| 60 | Verificar perfecto estado       | 1/1   | E     | 7,00  |      |                  |                                 |
|    | Reasir                          | 1/1   | R     | 6,00  |      |                  |                                 |
|    | Verificar perfecto estado       | 1/1   | E     | 7,00  |      |                  |                                 |
| 61 | Introducir extremo por ranura   | 1/1   | PC45  | 36,00 |      |                  |                                 |
|    | Obtener extremo                 | 1/1   | GB15  | 10,00 |      |                  |                                 |
|    | Doblar extremo                  | 1/1   | PB15  | 15,00 |      |                  |                                 |
|    | Obtener conjunto                | 1/1   | GC5   | 14,00 |      |                  |                                 |
|    |                                 |       |       | 3,00  | PA5  | 1/1              | Soltar conjunto                 |
|    |                                 |       |       | 14,00 | GB30 | 1/1              | Obtener grapadora               |
|    |                                 |       |       | 30,00 | PC30 | 1/1              | Situar grapadora                |
|    |                                 |       |       | 14,00 | A    | 1/1              | Grapar                          |
|    |                                 |       | 11,00 | PA30  | 1/1  | Dejar grapadora  |                                 |
|    | Soltar conjunto                 | 1/1   | PA5   | 3,00  |      |                  |                                 |
| 62 | Obtener montaje                 | 1/1   | GC80  | 32,00 | GC80 | 1/1              | Obtener montaje                 |
|    | Ir a carro                      | 3/1   | S     | 54,00 |      |                  |                                 |
|    |                                 | 1/1   | B     | 61,00 |      |                  |                                 |
|    | Dejar conjunto montado en carro | 1/1   | PB30  | 19,00 | PB30 | 1/1              | Dejar conjunto montado en carro |
| 63 | Obtener carro                   | 1/20  | PA45  | 0,75  | PA45 | 1/20             | Obtener carro                   |
|    | Llevar carro a zona PP          | 45/20 | S     | 40,50 |      |                  |                                 |
| 64 | Volver a zona MP                | 45/20 | S     | 40,50 |      |                  |                                 |

## **Resumen**

**Tiempo unitario:**  
**TMU:** **5307**  
**Min, seg:** **3' 32"**





|    |  |         |       |  |   |       |       |        |        |        |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |
|----|--|---------|-------|--|---|-------|-------|--------|--------|--------|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|
| 54 | Verificar perfecto estado                        | ○ → □ ▽ |       |  | 1 | 20,0  | 1     |        |        |        |  |  |  |  |  |  | X | X |   | X | X |   |
| 55 | Introducir cinta por hebilla y grapar a conjunto | ● → □ ▽ |       |  | 1 | 359,0 | 1     | 13,986 |        |        |  |  |  |  |  |  | X |   | X |   | X |   |
| 56 | Obtener cinta 19cm                               | ○ → □ ▽ |       |  | 1 | 1     | 27,0  | 1      | 1,0789 |        |  |  |  |  |  |  | X |   |   |   | X |   |
| 57 | Verificar ausencia de taras                      | ○ → □ ▽ |       |  | 1 | 34,0  | 1     |        |        |        |  |  |  |  |  |  | X | X |   |   | X |   |
| 58 | Situar sobre conjunto                            | ○ → □ ▽ |       |  | 1 | 80,0  | 1     |        | 1,0789 | 2,9171 |  |  |  |  |  |  | X |   |   |   |   | X |
| 59 | Obtener hebilla sin nervio                       | ○ → □ ▽ |       |  | 1 | 1     | 27,0  | 1      | 1,0789 |        |  |  |  |  |  |  | X |   |   |   |   | X |
| 60 | Verificar perfecto estado                        | ○ → □ ▽ |       |  | 1 | 20,0  | 1     |        |        |        |  |  |  |  |  |  | X | X |   |   | X | X |
| 61 | Introducir cinta por hebilla doblar y grapar     | ○ → □ ▽ |       |  | 1 | 150,0 | 1     |        | 5,9940 |        |  |  |  |  |  |  | X |   | X |   |   | X |
| 62 | Coger el conjunto montado y dejarlo en el carro  | ○ → □ ▽ | 0,70  |  | 1 | 1     | 166,0 | 1      |        | 6,6334 |  |  |  |  |  |  | X |   |   |   |   | X |
| 63 | Llevar carro a zona PP                           | ○ → □ ▽ | 28,50 |  | 1 |       | 825,0 | 1/20   |        | 1,6484 |  |  |  |  |  |  | X | X |   |   | X | X |
| 64 | Volver a zona M.P.                               | ○ → □ ▽ | 28,50 |  | 1 |       | 810,0 | 1/20   |        | 1,6184 |  |  |  |  |  |  | X | X |   |   | X | X |







|   |    |       |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |
|---|----|-------|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|
| - Cuando se hayan acabado los reguladores, llevar el carro a zona PP (63) | 63 | 41,25 | 4 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 43,73 |
| - Volver a la zona MP (64)  | 64 | 40,5  | 4 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 42,93 |

*Total = 5627,04*

Aplicar suplemento por Necesidades Personales 5%

**Total T.M.U. = 5908,39**

Conversión de unidades: 1 T.M.U. = 1,11/100.000 horas

Por lo tanto una vez contemplados los suplementos de tiempo que se ha de conceder a los operarios que realizan la tarea de montar arneses para su posterior cosido, se puede establecer un tiempo tipo para esta operación de:

$$5908,39 \text{ T.M.U.} \times \frac{1,11}{100000} \frac{\text{horas}}{\text{T.M.U.}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 3,93499 \text{ minutos}$$

En conclusión, se está preparando actualmente 1 arnés conforme a la Normativa Europea EN-361 cada 3,93499 minutos, o dicho de otro modo, se están montando en una hora 15 arneses, que si se tiene en cuenta que la jornada productiva es de 7,75 horas (excluyendo el descanso), actualmente se están montando 118 arneses.

Se establece como objetivo de este dossier lograr un equilibrio entre la cantidad de arneses preparados y la cantidad de arneses cosidos, para eliminar la descompensación que existe en la actualidad que provoca paros por falta de material en la sección de cosido de arnés, debido a que, como se comprueba a simple vista, el tiempo de procesado de montaje es muy superior al de cosido, la relación que existe, es aproximadamente de 2 a 1; cuando en la sección de montaje se ensambla 1 arnés en la sección de cosido se cosen 2.

## 2.1.6.- Cuestionario de crítica

### Cuestionario de crítica del MÉTODO ACTUAL (Arnés)

#### Proceso:

- *Objetivo del proceso.*

Montaje de arneses de protección anticaídas de alturas para su posterior cosido

- *¿El resultado buscado ha sido obtenido?*

Sí

- *Si no lo ha sido ¿por qué?*

- *¿Puede obtenerse mejor de otra manera?*

Sí

- *El proceso ¿es consecuencia de un proceso anterior defectuoso?*

No

- *¿Ha sido establecido para reducir el coste de un proceso anterior o posterior?*

Sí

#### Gama de operaciones:

- *La sucesión de operaciones ¿es la mejor?*

No

- *¿Se pueden combinar operaciones?*

Sí

- *Cambiando el orden de operaciones ¿puede suprimirse o simplificarse alguna de ellas?*

Sí

- *La localización del proceso ¿es la idónea?*

No

### **Diseño:**

- *¿Puede modificarse el diseño para suprimir o simplificar el proceso?*

No

- *¿Se utilizan al máximo componentes normalizados?*

Sí

### **Materias:**

- *La materia especificada ¿es la más conveniente?*

Sí

- *¿No podría sustituirse por otra más ventajosa?*

No

- *¿Se utilizan las materias en cantidades y dimensiones que hagan mínimos los sobrantes y desechos?*

Sí

- *¿Cómo se recuperan y utilizan los desechos?*

En las cintas taradas se corta la tara y aprovecha la cinta.

En los componentes metálicos no existe posibilidad de reprocesado

- *La variedad de materias ¿puede reducirse mediante la normalización?*

No

- *¿Ha hecho el proveedor una operación inútil para el proceso?*

No

- *¿Puede modificarse ventajosamente la forma de entrega de las materias?*

No

- *Las materias consumibles ¿son las mas adecuadas?*

No

### **Transportes internos:**

- *¿Se puede, combinando operaciones, suprimir o reducir algún transporte?*

Sí

- *¿Se pueden suprimir o reducir transportes cambiando la localización de las operaciones?*

Sí

- *¿Se puede utilizar la gravedad?*

No

- *¿Son idóneos los contenedores para el transporte?*

Sí

- *Las entradas y salidas de piezas y materias ¿se efectúan al nivel de trabajo de los distintos puestos?*

No

- *El uso de cajas normalizadas, ¿puede suprimir recuentos o pesadas?*

No

- *¿Pueden utilizarse ventajosamente tolvas, planos inclinados o cintas?*

No

- *¿Se puede mejorar el manejo de los desperdicios y desechos?*

No

**Máquinas:**

- *La maquinaria utilizada en el proceso ¿es la más adecuada, dentro de aquella que se dispone?*

En este proceso no interviene maquinaria

- *¿Podrían mejorarse los montajes y dispositivos?*

- *¿Están equipadas para trabajar a las velocidades requeridas?*

- *Las velocidades de trabajo ¿están especificadas?*

- *¿Podría reducirse el número y duración de los reglajes?*

**Herramientas:**

- *¿Son adecuadas las herramientas?*

Cómo norma general no se precisan herramientas en este proceso a excepción de una grapadora que es sustituida cada vez que se estropea.

- *En las herramientas de corte ¿a cargo de quién está el afilado?*

- *¿Se utilizan herramientas normalizadas?*

- *El número de piezas a fabricar ¿justifica el uso de herramientas especiales?*

- *¿Puede hacerse un herramental polivalente?*

**Instrucciones:**

- *¿Cómo se distribuye el trabajo?*

Se realiza constantemente el mismo trabajo

- *¿Cómo se comunican las instrucciones al operador?*

El encargado indica personalmente de forma verbal a cada operario/a las tareas a realizar

- *¿Cómo se facilitan los dibujos y herramientas?*

No se precisan dibujos al ensamblar siempre el mismo tipo de arnés, de todos modos el jefe de producción dispone de planos de todos los productos

- *¿Cómo se anota el principio y el fin del trabajo?*

Al final de la jornada cada operario/a anota la producción diaria.

- *¿Está bien establecida la transmisión de responsabilidades en los cambios de equipo o turno?*

Sí

### **Control:**

- *¿Puede combinarse la ejecución y el control de las operaciones?*

Sí

- *¿Quién efectúa el control?*

La operaria encargada de la costura

- *Las tolerancias y normas de acabado ¿son las adecuadas?*

Sí

- *¿Se obtienen en la práctica las tolerancias especificadas?*

Sí

- *¿Son bien conocidas las normas de control y sus motivos?*

Sí, cada vez que se efectúa un cambio se comunica por escrito a los/las operarios/as

- *Los calibres, reglas y otros instrumentos de control ¿son los adecuados?*

Sí

- *¿Cuáles son las instrucciones de control para las operaciones anterior y posterior?*

Anteriores: Asegurar la longitud de corte de las cintas

Posteriores: Una vez cosido el arnés se comprueba su correcto estado en la sección de expedición

- *¿Existen duplicidades?*

No

**Condiciones de trabajo:**

- *¿Están bien estudiados los medios de seguridad?*

No

- *El suelo de los puestos de trabajo ¿está libre de obstáculos?*

No

- *Los dispositivos de paro de las máquinas son fácilmente accesibles y manejables, en caso de urgencias?*

No se utiliza maquinaria

- *El alumbrado ¿es suficiente y sin reflejos?*

No

- *Las alturas de los planos de trabajo ¿son las correctas?*

Sí

- *¿Está asegurada una temperatura adecuada?*

Sí

- *¿Es suficiente la ventilación?*

Sí

- *¿Puede disminuirse el nivel de ruido?*

No

## **2.2.- Método propuesto**

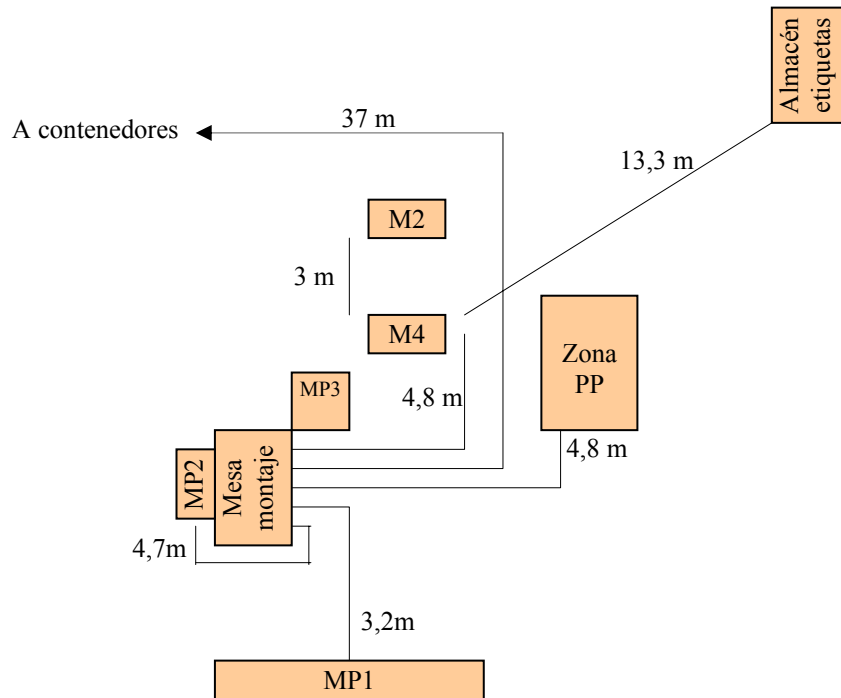


## 2.2.1.- Hoja de descripción

| Trabajo estudiado: Montaje de arneses conformes a la Normativa Europea EN-361                             | Estudio por: operario<br>Fecha: 08-07-2003                  |
|---|---|
| DESCRIPCIÓN   | OBSERVACIONES   |
| - Ir a zona MP 2 coger 1 caja de hebillas c/n y dejarla en la mesa de montaje (1, 2)                      | 1 caja pesa 28,5kg<br>500 hebillas/caja<br>3 hebillas/arnés |
| - Coger 1 caja de hebillas c/n y dejarla en la mesa de montaje (3)  | 1 caja pesa 28,5kg<br>500 hebillas/caja<br>3 hebillas/arnés |
| - Coger 1 caja de hebillas c/n y dejarla en la mesa de montaje (4,5)                                      | 1 caja pesa 28,5kg<br>500 hebillas/caja<br>3 hebillas/arnés |
| - Coger 1 caja de hebillas s/n y dejarla en la mesa de montaje (6)  | 1 caja pesa 22,5kg<br>500 hebillas/caja<br>3 hebillas/arnés |
| - Coger 1 caja de reguladores y dejarla en la mesa de montaje (7, 8)                                      | 300 reguladores/caja<br>1 regulador/arnés                   |
| - Coger 1 caja de piquetas y dejarla en la mesa de montaje (9)  | 1 caja pesa 23kg<br>300 piquetas/caja<br>1 piqueta/arnés    |
| - Ir a la zona MP1 coger 50 cintas de 19cm y dejarlas en un pilote en la mesa de montaje (10, 11, 12, 13) |   |
| - Ir a la zona MP1 coger 50 cintas de 19cm y dejarlas en un pilote en la mesa de montaje (14, 15, 16, 17) |   |
| - Ir a la zona MP1 coger 50 cintas de 19cm y dejarlas en un pilote en la mesa de montaje (18, 19, 20, 21) |   |
| - Coger 2 hebillas c/n y encajarlas en sus alojamientos (22, 23, 24)                                      | Verificar perfecto estado                                   |

|   |                           |
|---|---------------------------|
| - Obtener 1 cinta 265cm de MP3 y pasarla por la hebilla (25, 26, 27)                                    | Verificar perfecto estado |
| - Pasar cinta por primer cilindro (28)  |                           |
| - Pasar cinta por segundo cilindro (29, 30)   |                           |
| - Coger 1 piqueta y 1 regulador y encajarlos en sus alojamientos (31, 32, 33)                           | Verificar perfecto estado |
| - Obtener extremo cinta y pasarlo por regulador y piqueta (34)  |                           |
| - Obtener 1 cinta 265cm y pasarla por la otra hebilla c/n (25, 36, 37, 38)                              | Verificar perfecto estado |
| - Pasar la cinta por el primer cilindro (39)  |                           |
| - Pasar la cinta por el segundo cilindro (40, 41)   |                           |
| - Introducir extremo por regulador y piqueta (42)   |                           |
| - Obtener cinta amarilla, doblar 1 extremo y graparlo a una de las cintas de 265cm (43, 44, 45, 46, 47) | Verificar perfecto estado |
| - Doblar el otro extremo y graparlo a la otra cinta de 265cm (48, 49)                                   |                           |
| - Obtener 1 hebilla c/n y una cinta de 50cm (50, 51, 52, 53)  | Verificar perfecto estado |
| - Pasar cinta por hebilla (54)  |                           |
| - Doblar cinta y graparla a una de las cintas de 265cm (55, 56)   |                           |
| - Obtener cinta de 19cm y sobreponerla a la otra cinta de 265cm (57, 58, 59)                            | Verificar perfecto estado |
| - Obtener hebilla s/n e introducir la cinta de 19cm por ella y grapar conjunto (60, 61, 62, 63)         | Verificar perfecto estado |
| - Realizar las marcas (64)  |                           |
| - Coger conjunto y dejarlo en carro (65)  |                           |
| - Llevar carro a zona PP (66, 67, 68)   |                           |
| - Volver a zona MP (69)   | 20 arneses/carro          |

## 2.2.2.- Esquema de circulación



## 2.2.3.- Estudio de tiempos mediante MTM-2

| Operación: Montaje Arnés         |                                   | Observaciones:                               |       |      |       |       | Unidades de tiempo utilizadas: TMU (Time Measurement Unit) |  |
|----------------------------------|-----------------------------------|--|-------|------|-------|-------|--|--|
| Estudio: 1                       |                                   | Factor de conversión: 1 TMU = 0,036 segundos |       |      |       |       |  |  |
| Fecha: 10 - 07 - 2003            |                                   |  |       |      |       |       |  |  |
| Analista: Roberto Martínez Baños |                                   |  |       |      |       |       |  |  |
| MANO IZQUIERDA                   |                                   | F  | SIMB. | TM   | SIMB. | F     | MANO DERECHA   |  |
| 1                                | Ir a zona MP2                     | 27/100                                       | S     | 1,80 |       |       |  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/250  | B     | 0,24 |       |       |  |  |
|                                  | Coger caja hebillas c/n (28,5 kg) | 1/250  | GB3   | 0,06 | GB30  | 1/250 | Coger caja hebillas c/n (28,5kg)                           |  |
| 2                                | Levantarse                        | 1/250  | GW15  | 0,06 |       |       |  |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/250  | PW15  | 0,01 |       |       |  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/250  | PB45  | 0,10 | PB45  | 1/250 | Dejar caja en alojamiento                                  |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/250  | PW15  | 0,01 |       |       |  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/250  | B     | 0,24 |       |       |  |  |
|                                  | Coger caja hebillas c/n (28,5 kg) | 1/250  | GB3   | 0,06 | GB30  | 1/250 | Coger caja hebillas s/n (22,5 kg)                          |  |
| 3                                | Levantarse                        | 1/250  | GW15  | 0,06 | GW1   | 1/250 |  |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/250  | PW15  | 0,01 | 2     |       |  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/250  | PB45  | 0,10 | PB45  | 1/250 | Dejar caja en alojamiento                                  |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/250  | PW15  | 0,10 | PW15  | 1/250 |  |  |
| 4                                | 2 pasos a la derecha              | 2/500  | S     | 0,07 |       |       |  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/500  | B     | 0,12 |       |       |  |  |
|                                  | Coger caja hebillas c/n (28,5 kg) | 1/500  | GB3   | 0,03 | GB30  | 1/500 | Coger caja hebillas c/n (28,5kg)                           |  |
| 5                                | Levantarse                        | 1/500  | GW15  | 0,03 |       |       |  |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/500  | PW15  | 0,01 |       |       |  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/500  | PB45  | 0,05 | PB45  | 1/500 | Dejar caja en alojamiento                                  |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/500  | PW15  | 0,01 |       |       |  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/500  | B     | 0,12 |       |       |  |  |
|                                  | Coger caja hebillas s/n (22,5 kg) | 1/500  | GB3   | 0,03 | GB30  | 1/500 | Coger caja hebillas s/n (22,5 kg)                          |  |
| 6                                | Levantarse                        | 1/500  | GW12  | 0,02 | GW12  | 1/500 |  |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/500  | PW15  | 0,01 |       |       |  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/500  | PB45  | 0,05 | PB45  | 1/500 | Dejar caja en alojamiento                                  |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/500  | PW15  | 0,01 | PW15  | 1/500 |  |  |
| 7                                | 2 pasos a la derecha              | 2/1500                                       | S     | 0,01 |       |       |  |  |
|                                  | Ir a zona MP2                     | 28/1500                                      | S     | 0,05 |       |       |  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/300  | B     | 0,20 |       |       |  |  |
| 8                                | Coger caja reguladores            | 1/300  | GB30  | 0,05 | GB30  | 1/300 | Coger caja reguladores                                     |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/300  | PB45  | 0,08 | PB45  | 1/300 | Dejar caja en alojamiento                                  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/300  | B     | 0,20 |       |       |  |  |
|                                  | Coger caja piquetas (23kg)        | 1/300  | GB30  | 0,05 | GB30  | 1/300 | Coger caja piquetas  |  |
| 9                                | Levantarse                        | 1/300  | GW12  | 0,04 |       |       |  |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/300  | PW15  | 0,01 |       |       |  |  |
|                                  | Agacharse                         | 1/300  | PB45  | 0,08 | PB45  | 1/300 | Dejar caja en alojamiento                                  |  |
|                                  | Dejar caja en alojamiento         | 1/300  | PW15  | 0,01 |       |       |  |  |
| 10                               | Ir a la zona MP1                  | 5/50   | S     | 1,80 |       |       |  |  |
| 11                               | Inclinarse                        | 1/50   | B     | 1,22 |       |       |  |  |
|                                  | Coger 50 cintas de 19cm           | 1/50   | GC30  | 0,46 | GC30  | 0,02  | Coger 70 cintas de 19cm                                    |  |
| 12                               | Ir a zona montaje                 | 5/50   | S     | 1,80 |       |       |  |  |
| 13                               | Dejar cintas en mesa              | 1/50   | PB45  | 0,48 | PB45  | 1/50  | Dejar cintas en mesa                                       |  |
| 14                               | Ir a la zona MP1                  | 5/50   | S     | 1,80 |       |       |  |  |
| 15                               | Inclinarse                        | 1/50   | B     | 1,22 |       |       |  |  |
|                                  | Coger 50 cintas de 50cm           | 1/50   | GC30  | 0,46 | GC30  | 1/50  | Coger 70 cintas de 19cm                                    |  |
| 16                               | Ir a zona montaje                 | 5/50   | S     | 1,80 |       |       |  |  |
| 17                               | Dejar cintas en mesa              | 1/50   | PB45  | 0,48 | PB45  | 1/50  | Dejar cintas en mesa                                       |  |
| 18                               | Ir a la zona MP1                  | 5/50   | S     | 1,80 |       |       |  |  |
| 19                               | Inclinarse                        | 1/50   | B     | 1,22 |       |       |  |  |
|                                  | Coger 50 cintas de 90cm amarilla  | 1/50   | GC30  | 0,46 | GC30  | 1/50  | Coger 70 cintas de 90cm                                    |  |

|     |                                       |       |      |       |      |      |                                       |
|-----|---------------------------------------|-------|------|-------|------|------|---------------------------------------|
| 20  | Ir a zona montaje                     | 5/50  | S    | 1,80  |      |      |                                       |
| 21  | Dejar cintas en mesa                  | 1/50  | PB80 | 0,60  | PB80 | 1/50 | Dejar cintas en mesa                  |
| 22  | Obtener hebilla c/n                   | 1/1   | GC30 | 23,00 | GC30 | 1/1  | Obtener hebilla c/n                   |
| 23  | Verificar                             | 1/1   | E    | 7,00  |      |      |                                       |
|     | Reasir                                | 1/1   | R    | 7,00  | E    | 1/1  | Verificar                             |
|     | Verificar                             | 1/1   | E    | 7,00  | R    | 1/1  | Reasir                                |
|     |                                       |       |      | 7,00  | E    | 1/1  | Verificar                             |
| 24  | Alojar hebilla                        | 1/1   | PB30 | 19,00 | PB30 | 1/1  | Alojar hebilla                        |
| 25  | Coger cinta                           | 1/1   | GC30 | 23,00 |      |      |                                       |
|     | Buscar extremo                        | 1/1   | PA5  | 3,00  | GB30 | 1/1  | Buscar extremo                        |
|     |                                       | 1/1   | GB45 | 18,00 | PA45 | 1/1  |                                       |
|     |                                       | 1/1   |      |       |      |      |                                       |
| 26  | Comprobar ausencia taras en cinta     | 7/1   | E    | 49,00 |      |      |                                       |
|     |                                       | 1/1   | PA80 | 20,00 |      |      |                                       |
|     |                                       | 1/1   | GB80 | 23,00 |      |      |                                       |
|     |                                       | 1/1   | PA80 | 20,00 |      |      |                                       |
|     |                                       | 7/1   | E    | 49,00 |      |      |                                       |
|     |                                       | 1/1   | GB80 | 23,00 |      |      |                                       |
|     |                                       | 1/1   | PA80 | 20,00 |      |      |                                       |
|     |                                       | 7/1   | E    | 49,00 |      |      |                                       |
|     |                                       | 1/1   | GB80 | 23,00 |      |      |                                       |
|     |                                       | 1/1   | PA80 | 20,00 |      |      |                                       |
| 6/1 | E                                     | 42,00 |      |       |      |      |                                       |
| 27  | Dejar cinta en mesa                   | 1/1   | PA30 | 11,00 |      |      |                                       |
|     | Obtener extremo cinta                 | 1/1   | GC45 | 27,00 |      |      |                                       |
|     | Introducir extremo por ranura hebilla | 1/1   | PB45 | 24,00 |      |      |                                       |
|     |                                       |       |      | 18,00 | GB45 | 1/1  | Obtener extremo                       |
|     |                                       |       |      | 26,00 | PC15 | 1/1  | Introducir extremo por ranura hebilla |
|     | Obtener extremo cinta                 | 1/1   | GB15 | 10,00 |      |      |                                       |
|     | Tensar cinta                          | 1/1   | PA30 | 11,00 |      |      |                                       |
| 28  |                                       |       |      | 14,00 | GB30 | 1/1  | Obtener cinta                         |
|     | Obtener cinta                         | 1/1   | GB30 | 14,00 | PB30 | 1/1  | Pasar cinta por cilindro              |
|     | Pasar cinta por mesa                  | 1/1   | PB30 | 19,00 |      |      |                                       |
| 29  | 2 Pasos a la izquierda                | 2/1   | S    | 36,00 |      |      |                                       |
| 30  |                                       |       |      | 23,00 | GC30 | 1/1  | Obtener cinta                         |
|     |                                       |       |      | 24,00 | PB45 | 1/1  | Pasar cinta por cilindro              |
|     | Obtener cinta                         | 1/1   | GB30 | 14,00 |      |      |                                       |
|     | Pasar cinta por mesa                  | 1/1   | PB30 | 19,00 |      |      |                                       |
| 31  | Obtener piqueta                       | 1/1   | GB30 | 14,00 | GB30 | 1/1  | Obtener regulador                     |
| 32  | Verificar                             | 1/1   | E    | 7,00  |      |      |                                       |
|     | Reasir                                | 1/1   | R    | 7,00  | E    | 1/1  | Verificar                             |
|     | Verifiar                              | 1/1   | E    | 7,00  | R    | 1/1  | Reasir                                |
|     |                                       |       |      | 7,00  | E    | 1/1  | Verificar                             |
| 33  | Ubicar piqueta                        | 1/1   | PA30 | 19,00 | PB30 | 1/1  | Ubicar regulador                      |
|     |                                       | 1/1   | PC15 | 26,00 |      |      |                                       |
| 34  |                                       |       |      | 32,00 | GC80 | 1/1  | Obtener cinta                         |
|     |                                       |       |      | 41,00 | PC80 | 1/1  | Pasar extremo cinta x reg y piqueta   |
|     | Obtener extremo                       | 1/1   | GB15 | 10,00 |      |      |                                       |
|     | Tensar cinta                          | 1/1   | PA80 | 20,00 |      |      |                                       |
|     | Reasir                                | 1/1   | R    | 6,00  |      |      |                                       |
|     | Pasar por ranura                      | 1/1   | PC80 | 41,00 |      |      |                                       |
|     |                                       |       |      | 10,00 | GB15 | 1/1  | Obtener extremo                       |
|     |                                       |       |      | 20,00 | PA80 | 1/1  | Tensar                                |
|     |                                       |       |      | 6,00  | R    | 1/1  | Reasir                                |
|     |                                       |       |      | 41,00 | PC80 | 1/1  | Introducir extremo por ranura         |
|     | Obtener extremo                       | 1/1   | GB15 | 10,00 |      |      |                                       |
|     | Tensar                                | 1/1   | PA80 | 20,00 |      |      |                                       |

|     |  |       |      |  |  |   |  |
|-----|--|-------|------|--|--|---|--|
| 35  | 2 Pasos a la derecha   | 2/1   | S    | 36,00                                    |  |   |  |
| 36  | Coger cinta  | 1/1   | GC45 | 27,00                                    | GB30<br>PA45                               | 1/1<br>1/1                                    | Buscar extremo   |
|     | Buscar extremo   | 1/1   | PA5  | 14,00<br>3,00                            |  |   |  |
|     |  | 1/1   | GB45 | 15,00<br>18,00                           |  |   |  |
|     |  | 1/1   |      |  |  |   |  |
| 37  | Comprobar ausencia taras en cinta  | 7/1   | E    | 49,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | PA80 | 20,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | GB80 | 23,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | PA80 | 20,00                                    |  |   |  |
|     |  | 7/1   | E    | 49,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | GB80 | 23,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | PA80 | 20,00                                    |  |   |  |
|     |  | 7/1   | E    | 49,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | GB80 | 23,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | PA80 | 20,00                                    |  |   |  |
| 6/1 | E  | 42,00 |      |  |  |   |  |
| 38  | Soltar cinta   | 1/1   | PA5  | 3,00                                     | PA30<br>GB30<br>PC15                       | 1/1<br>1/1<br>1/1                             | Dejar cinta en mesa<br>Obtener extremo<br>Introducir extremo por ranura hebilla  |
|     | Dejar cinta en mesa  | 1/1   | PA30 | 11,00                                    |  |   |  |
|     | Obtener extremo cinta  | 1/1   | GC45 | 27,00                                    |  |   |  |
|     | Introducir extremo por ranura hebilla  | 1/1   | PB45 | 24,00<br>14,00<br>26,00                  |  |   |  |
|     | Obtener extremo cinta  | 1/1   | GB15 | 10,00                                    |  |   |  |
|     | Tensar cinta   | 1/1   | PA30 | 11,00                                    |  |   |  |
| 39  | Obtener cinta<br>Pasar cinta por mesa  | 1/1   | GB30 | 14,00                                    | GB30<br>PB30                               | 1/1<br>1/1                                    | Obtener cinta<br>Pasar cinta por cilindro  |
|     |  | 1/1   | PB30 | 19,00                                    |  |   |  |
| 40  | 2 Pasos a la izquierda   | 2/1   | S    | 36,00                                    |  |   |  |
| 41  | Obtener cinta<br>Pasar cinta por mesa  | 1/1   | GB30 | 14,00                                    | GB30<br>PB45                               | 1/1<br>1/1                                    | Obtener cinta<br>Pasar cinta por cilindro  |
|     |  | 1/1   | PB30 | 19,00                                    |  |   |  |
| 42  | Obtener extremo<br>Tensar cinta<br>Reasir<br>Pasar por ranura<br><br>Obtener extremo<br>Tensar | 1/1   | GB30 | 27,00<br>41,00<br>14,00                  | GC45<br>PC80<br>GB15<br>PA80<br>R<br>PC80  | 1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1 | Obtener cinta<br>Pasar extremo cinta x reg y piqueta<br><br>Obtener extremo<br>Tensar<br>Reasir<br>Introducir extremo por ranura |
|     |  | 1/1   | PA80 | 20,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | R    | 6,00                                     |  |   |  |
|     |  | 1/1   | PC80 | 41,00<br>10,00<br>20,00<br>6,00<br>41,00 |  |   |  |
|     |  | 1/1   | GB15 | 10,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | PA80 | 20,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | GB15 | 10,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | PA80 | 20,00                                    |  |   |  |
| 43  | 2 Pasos a la derecha   | 2/1   | S    | 36,00                                    |  |   |  |
| 44  | Obtener cinta amarilla   | 1/1   | GC30 | 23,00                                    | GC30                                       | 1/1   | Obtener cinta amarilla   |
| 45  | Verificar ausencia de taras  | 9/1   | E    | 63,00                                    | R  | 1/1   | Reasir   |
|     | Reasir   | 1/1   | R    | 6,00                                     |  |   |  |
|     | Verificar ausencia de taras  | 9/1   | E    | 63,00                                    |  |   |  |
| 46  | Situarla en marca  | 1/1   | PB30 | 19,00                                    | PB30<br>PB45<br>GC5<br>PA30<br>PC30<br>PA5 | 1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1        | Situarla en marca<br>Situar dedo en marca<br>Atrapar conjunto<br>Situar conjunto en marca<br>Atrapar conjunto<br>Soltar conjunto |
|     |  | 1/1   |      | 24,00                                    |  |   |  |
|     | Doblar extremo hasta dedo M.D.   | 1/1   | PA30 | 11,00<br>14,00                           |  |   |  |
|     | Atrapar conjunto   | 1/1   | GB15 | 10,00                                    |  |   |  |
|     | Situar conjunto en marca   | 1/1   | PA30 | 11,00                                    |  |   |  |
|     |  | 1/1   | PC30 | 30,00                                    |  |   |  |
|     | Atrapar conjunto   | 1/1   | GC5  | 14,00<br>3,00                            |  |   |  |

|    |                             |     |      |  |  |  |  |
|----|-----------------------------|-----|------|--|--|--|--|
| 47 | Soltar conjunto             | 1/1 | PA5  | 10,00<br>30,00<br>14,00<br>15,00<br>14,00<br>19,00<br>3,00 | GB15<br>PC30<br>A<br>PB15<br>A<br>PB30 | 1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1 | Obtener grapadora<br>Situar grapadora<br>Grapar<br>Situar grapadora<br>Grapar<br>Dejar grapadora |
| 48 | Atrapar conjunto            | 1/1 | GB30 | 18,00<br>19,00<br>14,00                                    | GB45<br>PB30                           | 1/1<br>1/1                             | Obtener extremo<br>Situar extremo en marca   |
|    | Atrapar conjunto            | 1/1 | GB5  | 10,00<br>15,00<br>7,00                                     | GB15<br>PB15                           | 1/1<br>1/1                             | Obtener cinta<br>Doblar cinta  |
| 49 |                             |     |      | 14,00<br>30,00<br>14,00<br>15,00<br>14,00<br>11,00         | GB30<br>PC30<br>A<br>PB15<br>A<br>PA30 | 1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1 | Coger grapadora<br>Situar grapadora<br>Grapar<br>Situar grapadora<br>Grapar<br>Dejar grapadora   |
| 50 |                             |     |      | 23,00  | GC30                                   | 1/1                                    | Obtener hebilla c/n  |
| 51 |                             |     |      | 7,00<br>6,00<br>7,00                                       | E<br>R<br>E                            | 1/1<br>1/1<br>1/1                      | Verificar perfecto estado<br>Reasir<br>Verificar perfecto estado                                 |
| 52 | Obtener cinta 50cm          | 1/1 | GC30 | 23,00  |  |  |  |
| 53 | Verificar ausencia de taras | 5/1 | E    | 35,00  |  |  |  |
|    | Reasir                      | 1/1 | R    | 6,00   |  |  |  |
|    | Verificar ausencia de taras | 5/1 | E    | 35,00  |  |  |  |
| 54 | Pasar extremo por ranura    | 1/1 | PC15 | 26,00  |  |  |  |
|    | Obtener hebilla             | 1/1 | GB15 | 10,00  |  |  |  |
|    |                             |     |      | 10,00  | GB15                                   | 1/1                                    | Obtener extremo  |
|    |                             |     |      | 6,00   | PA15                                   | 1/1                                    | Tensar   |
|    |                             |     |      | 26,00  | PC15                                   | 1/1                                    | Pasar extremo por ranura   |
|    |                             |     |      | 10,00  | GB15                                   | 1/1                                    | Obtener hebilla  |
|    | Obtener extremo             | 1/1 | GB15 | 10,00  |  |  |  |
|    | Tensar                      | 1/1 | PA15 | 6,00   |  |  |  |
| 55 | Obtener extremo opuesto     | 1/1 | GB30 | 14,00  |  |  |  |
|    | Llevar conjunto sobre cinta | 1/1 | PB30 | 19,00  | PB30                                   | 1/1                                    | Llevar conjunto sobre cinta  |
|    |                             |     |      | 14,00  | GB30                                   | 1/1                                    | Atrapar cintas   |
|    | Doblar cinta                | 1/1 | PA15 | 6,00   |  |  |  |
|    | Atrapar cintas              | 1/1 | GB5  | 7,00   |  |  |  |
| 56 |                             |     |      | 14,00<br>23,00<br>14,00<br>10,00<br>14,00<br>11,00         | GB30<br>GC30<br>A<br>GB15<br>A<br>PA30 | 1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1<br>1/1 | Obtener grapadora<br>Situar grapadora<br>Grapar<br>Situar grapadora<br>Grapar<br>Dejar grapadora |
| 57 | Coger cinta 19cm            | 1/1 | GC30 | 23,00  | GC30                                   | 1/1                                    | Coger cinta 19cm   |
| 58 | Verificar ausencia de taras | 2/1 | E    | 14,00  |  |  |  |
|    | Reasir                      | 1/1 | R    | 6,00   |  |  |  |
|    | Verificar ausencia de taras | 2/1 | E    | 14,00  |  |  |  |
| 59 | Situvar sobre cinta verde   | 1/1 | PB30 | 19,00  | PB30                                   | 1/1                                    | Situvar sobre cinta verde  |
|    | Atrapar conjunto            | 1/1 | GC15 | 19,00  |  |  |  |
|    |                             |     |      | 15,00  | PB15                                   | 1/1                                    | Doblar   |
|    |                             |     |      | 7,00   | GB5                                    | 1/1                                    | Sujetar conjunto   |
|    | Soltar conjunto             | 1/1 | PA5  | 3,00   |  |  |  |
| 60 | Obtener hebilla sin nervio  | 1/1 | GC30 | 23,00  |  |  |  |
| 61 | Verificar perfecto estado   | 1/1 | E    | 7,00   |  |  |  |
|    | Reasir                      | 1/1 | R    | 6,00   |  |  |  |
|    | Verificar perfecto estado   | 1/1 | E    | 7,00   |  |  |  |

|                |                                 |       |                         |       |      |            |                                 |
|----------------|---------------------------------|-------|-------------------------|-------|------|------------|---------------------------------|
| 62             | Introducir extremo por ranura   | 1/1   | PC30                    | 30,00 |      |            |                                 |
|                | Obtener extremo                 | 1/1   | GB15                    | 10,00 |      |            |                                 |
|                | Doblar extremo                  | 1/1   | PB15                    | 15,00 |      |            |                                 |
|                | Obtener conjunto                | 1/1   | GC5                     | 14,00 |      |            |                                 |
|                |                                 |       |                         | 3,00  | PA5  | 1/1        | Soltar conjunto                 |
| 63             |                                 |       |                         | 14,00 | GB30 | 1/1        | Obtener grapadora               |
|                |                                 |       |                         | 30,00 | PC30 | 1/1        | Situar grapadora                |
|                |                                 |       |                         | 14,00 | A    | 1/1        | Grapar                          |
|                |                                 |       |                         | 11,00 | PA30 | 1/1        | Dejar grapadora                 |
|                | Soltar conjunto                 | 1/1   | PA5                     | 3,00  |      |            |                                 |
| 64             |                                 |       |                         | 10,00 | GB15 | 1/1        | Obtener cera                    |
|                |                                 |       |                         | 19,00 | PB30 | 1/1        | Situar cera                     |
|                |                                 |       |                         | 14,00 | A    | 1/1        | Aplicar presión                 |
|                |                                 |       |                         | 3,00  | PA5  | 1/1        | Realizar marca                  |
|                |                                 |       |                         | 19,00 | PB30 | 1/1        | Situar cera                     |
|                |                                 |       |                         | 14,00 | A    | 1/1        | Aplicar presión                 |
|                |                                 |       |                         | 3,00  | PA5  | 1/1        | Realizar marca                  |
|                |                                 |       |                         | 30,00 | PB80 | 1/1        | Situar cera                     |
|                |                                 |       |                         | 14,00 | A    | 1/1        | Aplicar presión                 |
|                |                                 |       |                         | 3,00  | PA5  | 1/1        | Realizar marca                  |
|                |                                 |       | 20,00                   | PA80  | 1/1  | Dejar cera |                                 |
| 65             | Obtener montaje                 | 1/1   | GC80                    | 32,00 | GC80 | 1/1        | Obtener montaje                 |
|                | Liberar regulador y piqueta     | 1/1   | PA30                    | 11,00 | PA30 | 1/1        | Liberar hebillas                |
| 66             | Ir a carro                      | 3/1   | S                       | 54,00 |      |            |                                 |
| 67             |                                 | 1/1   | B                       | 61,00 |      |            |                                 |
|                | Dejar conjunto montado en carro | 1/1   | PB30                    | 19,00 | PB30 | 1/1        | Dejar conjunto montado en carro |
| 68             | Obtener carro                   | 1/100 | PA45                    | 0,75  | PA45 | 1/20       | Obtener carro                   |
|                | Llevar carro a zona PP          | 8/100 | S                       | 1,44  |      |            |                                 |
| 69             | Volver a zona MP2               | 8/100 | S                       | 1,44  |      |            |                                 |
| <b>Resumen</b> |                                 |       | <b>Tiempo unitario:</b> |       |      |            |                                 |
|                |                                 |       | TMU: <b>3806</b>        |       |      |            |                                 |
|                |                                 |       | Min, seg: <b>2' 32"</b> |       |      |            |                                 |















## 2.2.6.- Cuestionario de crítica

### Cuestionario de crítica del MÉTODO ACTUAL (Arnés)

#### Proceso:

- *Objetivo del proceso.*

Montaje de arneses de protección anticaídas de alturas conformes a la Normativa Europea En-361 para su posterior cosido

- *¿El resultado buscado ha sido obtenido?*

Sí

- *Si no lo ha sido ¿por qué?*

- *¿Puede obtenerse mejor de otra manera?*

Si no se realiza una inversión en tecnología muy importante no.

- *El proceso ¿es consecuencia de un proceso anterior defectuoso?*

No

- *¿Ha sido establecido para reducir el coste de un proceso anterior o posterior?*

Sí

#### Gama de operaciones:

- *La sucesión de operaciones ¿es la mejor?*

Sí

- *¿Se pueden combinar operaciones?*

No

- *Cambiando el orden de operaciones ¿puede suprimirse o simplificarse alguna de ellas?*

No

- *La localización del proceso ¿es la idónea?*

Sí

### **Diseño:**

- *¿Puede modificarse el diseño para suprimir o simplificar el proceso?*

No

- *¿Se utilizan al máximo componentes normalizados?*

Sí

### **Materias:**

- *La materia especificada ¿es la más conveniente?*

Sí

- *¿No podría sustituirse por otra más ventajosa?*

No

- *¿Se utilizan las materias en cantidades y dimensiones que hagan mínimos los sobrantes y desechos?*

Sí

- *¿Cómo se recuperan y utilizan los desechos?*

En las cintas taradas se corta la tara y aprovecha la cinta.

En los componentes metálicos no existe posibilidad de reprocesado

- *La variedad de materias ¿puede reducirse mediante la normalización?*

No

- *¿Ha hecho el proveedor una operación inútil para el proceso?*

No



- *¿Puede modificarse ventajosamente la forma de entrega de las materias?*

No

- *Las materias consumibles ¿son las mas adecuadas?*

Sí

### **Transportes internos:**

- *¿Se puede, combinando operaciones, suprimir o reducir algún transporte?*

No

- *¿Se pueden suprimir o reducir transportes cambiando la localización de las operaciones?*

No

- *¿Se puede utilizar la gravedad?*

No

- *¿Son idóneos los contenedores para el transporte?*

Sí

- *Las entradas y salidas de piezas y materias ¿se efectúan al nivel de trabajo de los distintos puestos?*

Sí

- *El uso de cajas normalizadas, ¿puede suprimir recuentos o pesadas?*

No

- *¿Pueden utilizarse ventajosamente tolvas, planos inclinados o cintas?*

No

- *¿Se puede mejorar el manejo de los desperdicios y desechos?*

No

**Máquinas:**

- *La maquinaria utilizada en el proceso ¿es la más adecuada, dentro de aquella que se dispone?*

En este proceso no interviene maquinaria

- *¿Podrían mejorarse los montajes y dispositivos?*

- *¿Están equipadas para trabajar a las velocidades requeridas?*

- *Las velocidades de trabajo ¿están especificadas?*

- *¿Podría reducirse el número y duración de los reglajes?*

**Herramientas:**

- *¿Son adecuadas las herramientas?*

Cómo norma general no se precisan herramientas en este proceso a excepción de una grapadora que es sustituida cada vez que se estropea.

- *En las herramientas de corte ¿a cargo de quién está el afilado?*

- *¿Se utilizan herramientas normalizadas?*

- *El número de piezas a fabricar ¿justifica el uso de herramientas especiales?*

- *¿Puede hacerse un herramental polivalente?*

**Instrucciones:**

- *¿Cómo se distribuye el trabajo?*

Se realiza constantemente el mismo trabajo

- *¿Cómo se comunican las instrucciones al operador?*

El encargado indica personalmente de forma verbal a cada operario/a las tareas a realizar

- *¿Cómo se facilitan los dibujos y herramientas?*

No se precisan dibujos al ensamblar siempre el mismo tipo de arnés, de todos modos el jefe de producción dispone de planos de todos los productos

- *¿Cómo se anota el principio y el fin del trabajo?*

Al final de la jornada cada operario/a anota la producción diaria.

- *¿Está bien establecida la transmisión de responsabilidades en los cambios de equipo o turno?*

Sí

### **Control:**

- *¿Puede combinarse la ejecución y el control de las operaciones?*

Sí

- *¿Quién efectúa el control?*

La operaria encargada de la costura

- *Las tolerancias y normas de acabado ¿son las adecuadas?*

Sí

- *¿Se obtienen en la práctica las tolerancias especificadas?*

Sí

- *¿Son bien conocidas las normas de control y sus motivos?*

Sí, cada vez que se efectúa un cambio se comunica por escrito a los/las operarios/as

- *Los calibres, reglas y otros instrumentos de control ¿son los adecuados?*

Sí

- *¿Cuáles son las instrucciones de control para las operaciones anterior y posterior?*

Anteriores: Asegurar la longitud de corte de las cintas

Posteriores: Una vez cosido el arnés se comprueba su correcto estado en la sección de expedición

- *¿Existen duplicidades?*

No

**Condiciones de trabajo:**

- *¿Están bien estudiados los medios de seguridad?*

Sí

- *El suelo de los puestos de trabajo ¿está libre de obstáculos?*

Sí

- *Los dispositivos de paro de las máquinas son fácilmente accesibles y manejables, en caso de urgencias?*

No se utiliza maquinaria

- *El alumbrado ¿es suficiente y sin reflejos?*

Sí

- *Las alturas de los planos de trabajo ¿son las correctas?*

Sí

- *¿Está asegurada una temperatura adecuada?*

Sí

- *¿Es suficiente la ventilación?*

Sí

- *¿Puede disminuirse el nivel de ruido?*

No

## **2.3.- Requerimientos de seguridad y salud**

- La nueva distribución de la planta de confección recogida en el apartado Layout propuesto, ha sido diseñada conforme a las Notas Técnicas de Prevención **NTP 434-1996 Superficies de Trabajo Seguras (I)** y la **NTP 435 Superficies de trabajo seguras (II)**, al Real Decreto **R.D. 485/1997, 14 abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo**
  
- La evaluación de los niveles de iluminación ha sido realizada por Mutual Cyclops quien utiliza como patrón los niveles establecidos en el Real Decreto **R.D. 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.**
  
- De acuerdo con la **NTP 435: Superficies de trabajo seguras (II)** se exige que todo el personal del Áreas centro de trabajo y en especial el personal de mantenimiento que mantenga ordenado su puesto de trabajo y deje libre el suelo de herramientas, cables, etc. Utilizados para realizar su trabajo

## **2.4.- Resumen de las mejoras obtenidas**

### **Tiempo de montaje 1 arnés:**

- Método actual: 3 minutos 57 segundos
- Método propuesto: 2 minutos 46 segundos
- Disminución de tiempo lograda: 1 minuto 11 segundos. 30% menos de tiempo

### **Producción en jornada de 7,75 horas:**

- Método actual: 118,17 arneses
- Método propuesto: 168.85 arneses
- Aumento de producción por jornada: 50,68 arneses más montados → 42,89% más de arneses montados

Para lograr alcanzar estas mejoras es preciso la construcción de una **mesa de montaje especial**, que tiene por características:

- Fácil montaje (solo se requieren operaciones de corte de material, soldadura y ensamblaje)
- No se requieren materiales especiales (acero y madera)
- Bajo coste
- Facilidad de regulación de altura, lo que permite adaptarla a las diferentes alturas de los operarios
- Facilita el montaje de los arneses. Las distancias a la que están situados los cilindros y los soportes para las hebillas, reguladores y piquetas, así como las aberturas y las marcas en la bandeja están diseñadas para eliminar todas las mediciones que hasta ahora se precisan para el montaje de arneses.
- Incorpora una bandeja específica para el montaje de este tipo de arnés. En caso de iniciar el montaje de un nuevo tipo de arnés sólo sería preciso cambiar la bandeja, la mesa continuaría siendo útil gracias al sistema de soporte de bandejas.
- Se construirán unos soportes para las cajas de modo que puedan situarse sobre la mesa con un ángulo de 45° que facilite al operario obtener las hebillas, piquetas y reguladores.

**La mesa se colocará a 1 metro de la pared para facilitar la carga de cajas por su parte trasera.**

## **3. Dossier mejora métodos:**

### **Aros**

#### Contenido:

##### *3.1.- Método actual:*

- 3.1.1.- Hoja de descripción*
- 3.1.2.- Esquema de circulación*
- 3.1.3.- Estudio de tiempos mediante MTM-2*
- 3.1.4.- Diagrama de avance*
- 3.1.5.- Suplementos aplicables*
- 3.1.6.- Cuestionario de crítica*

##### *3.2.- Método propuesto:*

- 3.2.1.- Hoja de descripción*
- 3.2.2.- Esquema de circulación*
- 3.2.3.- Estudio de tiempos mediante MTM-2*
- 3.2.4.- Diagrama de avance*
- 3.2.5.- Suplementos aplicables*
- 3.2.6.- Cuestionario de crítica*

##### *3.3.- Requerimientos de seguridad y salud*

##### *3.4.- Resumen de las mejoras obtenidas*

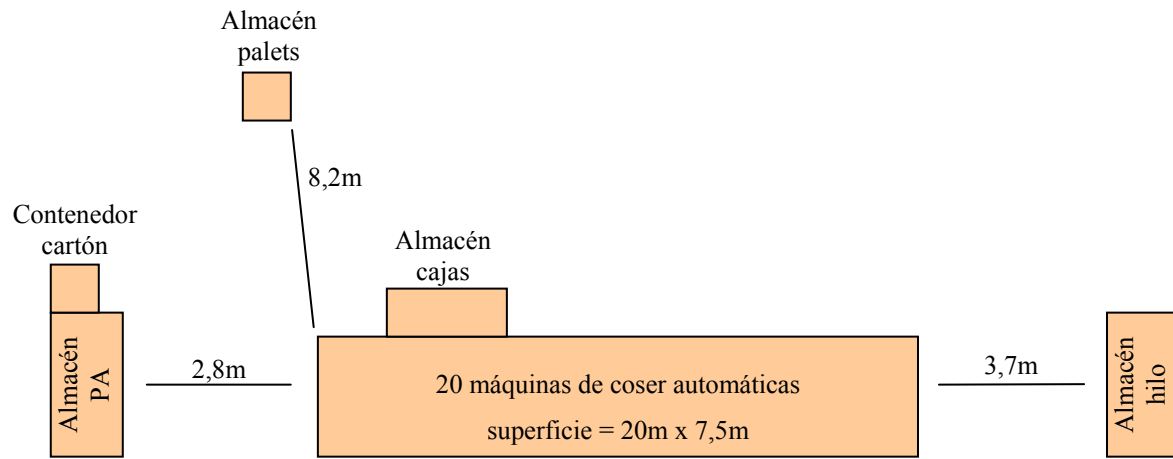
## **3.1.- Método actual**



### 3.1.1.- Hoja de descripción

| Trabajo estudiado: Confección aros para la elevación de cargas   | Estudio por: operario   |
|--|---|
|  | Fecha: 15-12-2003   |
| DESCRIPCIÓN  | OBSERVACIONES   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ir a zona MP4 coger un fardo de cartones (cajas montables) y llevarlo a la maquina de coser (1, 2, 3, 4)</li> <li>- Abrir el fardo (5)</li> <li>- Montar 1 caja, precintarla y dejarla a pié de máquina (6, 7)</li> <li>- Coger 1 cinta de la caja de cinta cortada y cabalgar el tramo a coser (8, 9, 10)</li> <li>- Introducir en el tramo una etiqueta identificativa (11)</li> <li>- Coser el tramo 12</li> <li>- Dejar el aro cosido en la caja (13)</li> <li>- Cerrar la caja y precintarla (14, 15)</li> <li>- Montar la caja en el palet (16, 17, 18)</li> <li>- Pegar adhesivos en caja (19, 20, 21, 22)</li> <li>- Ir a máquina coser (23)</li> </ul> | <p>10 cajas/fardo</p> <p>Tener en cuenta Tiempo Máquina</p> <p>50 aros/caja</p> <p>6 cajas/altura</p> <p>4 alturas/palet</p> <p>24 cajas/palet</p> <p>1 adhesivo/caja</p> |

### 3.1.2.- Esquema de circulación



### 3.2.3.- Estudio de tiempos mediante MTM2

| Operación: Confección Aros       |  | Observaciones: |       |       |       |                         | Unidades de tiempo utilizadas: TMU (Time Measurement Unit) |  |
|----------------------------------|--|----------------|-------|-------|-------|-------------------------|--|--|
| Estudio: 1                       |  |                |       |       |       |                         | Factor de conversión: 1 TMU = 0,03996 segundos             |  |
| Fecha: 15 - 09 - 2003            |  |                |       |       |       |                         |  |  |
| Analista: Roberto Martínez Baños |  |                |       |       |       |                         |  |  |
| MANO IZQUIERDA                   |  | F              | SIMB. | TMU   | SÍMB. | F                       | MANO DERECHA   |  |
| 1                                | Ir a almacén cajas cartón              | 27/500         | S     | 0,97  |       |                         |  |  |
| 2                                | Obtener fardo cajas cartón             | 1/500          | GB45  | 0,04  |       |                         |  |  |
|                                  | Separar fardo del montón               | 1/500          | PA30  | 0,02  | PA30  | 1/500                   | Separar fardo del montón                                   |  |
| 3                                | Ir a Máquina coser                     | 27/500         | S     | 0,97  |       |                         |  |  |
| 4                                | Agacharse                              | 1/500          | B     | 0,12  |       |                         |  |  |
|                                  | Dejar fardo en suelo al lado máq.      | 1/500          | PB30  | 0,04  | PB30  | 1/500                   | Dejar fardo en suelo al lado máq.                          |  |
| 5                                |  |                |       | 0,06  | GC80  | 1/500                   | Obtener tijeras  |  |
|                                  |  |                |       | 0,08  | PC80  | 1/500                   | Situar tijeras   |  |
|                                  |  |                |       | 0,03  | A     | 1/500                   | Cortar fleje   |  |
|                                  |  |                |       | 0,06  | PB80  | 1/500                   | Dejar tijeras  |  |
| 6                                | Obtener caja                           | 1/500          | GB15  | 0,05  | GB80  | 1/500                   | Obtener caja   |  |
|                                  |  | 18/500         | S     | 0,65  |       |                         |  |  |
|                                  |  | 9/500          | B     | 1,10  |       |                         |  |  |
|                                  |  | 9/500          | GB30  | 0,25  |       |                         |  |  |
|                                  | Soltar caja                            | 1/50           | PA5   | 0,06  |       |                         |  |  |
|                                  | Obtener ala                            | 1/50           | GC30  | 0,46  |       |                         |  |  |
|                                  |  |                |       | 0,06  | PA5   | 1/50                    | Dejar caja   |  |
|                                  |  |                |       | 0,46  | GC30  | 1/50                    | Obtener ala  |  |
|                                  | Tirar hasta abrir caja                 | 1/50           | PA30  | 0,22  | PA30  | 1/50                    | Tirar hasta abrir caja                                     |  |
|                                  | Apoyar caja en suelo                   | 1/50           | PA30  | 0,22  | PA30  | 1/50                    | Apoyar caja en suelo                                       |  |
|                                  | Doblar ala                             | 1/50           | PB30  | 0,38  | PB30  | 1/50                    | Doblar ala   |  |
|                                  | Obtener ala                            | 1/50           | GB30  | 0,28  |       |                         |  |  |
|                                  |  |                |       | 0,28  | GB30  | 1/50                    | Obtener ala  |  |
|                                  | Doblar ala                             | 1/50           | PB30  | 0,38  | PB30  | 1/50                    | Doblar ala   |  |
|                                  |  |                |       | 0,46  | GB80  | 1/50                    | Obtener precinto   |  |
|                                  |  |                |       | 0,38  | PB30  | 1/50                    | Situar precinto  |  |
|                                  |  |                | 0,22  | PA30  | 1/50  | Precintar               |  |  |
|                                  |  |                | 0,22  | PA30  | 1/50  |                         |  |  |
|                                  |  |                | 0,22  | PA30  | 1/50  |                         |  |  |
|                                  |  |                | 0,30  | PB15  | 1/50  | Cortar precinto         |  |  |
|                                  |  |                | 0,60  | PB80  | 1/50  | Dejar precintadora      |  |  |
| Obtener caja                     | 1/50                                   | PA30           | 0,22  | PA30  | 1/50  | Obtener caja            |  |  |
| Girar caja 180°                  | 1/50                                   | PA30           | 0,22  | PA30  | 1/50  | Girar caja 180°         |  |  |
| Dejar caja en suelo              | 1/50                                   | PA30           | 0,22  | PA30  | 1/50  | Dejar caja en suelo     |  |  |
| 7                                | Ir a maq coser                         | 2/50           | S     | 0,18  |       |                         |  |  |
| 8                                |  |                |       | 32,00 | GC80  | 1/1                     | Obtener 1 cinta  |  |
|                                  |  |                |       | 20,00 | PA80  | 1/1                     | Sacar cinta de caja  |  |
|                                  | Buscar extremo                         | 1/1            | GB30  | 14,00 |       |                         |  |  |
|                                  |  |                |       | 14,00 | GB30  | 1/1                     | Obtener cinta  |  |
|                                  |  |                | 11,00 | PA30  | 1/1   | Estirar cinta           |  |  |
| 9                                | Verificar ausencia de taras            | 16/1           | E     | 112,0 |       |                         |  |  |
|                                  | Reasir                                 | 16/1           | R     | 96,00 |       |                         |  |  |
|                                  | Verificar ausencia de taras            | 16/1           | E     | 112,0 |       |                         |  |  |
| 10                               | Obtener cinta sin soltar extremo       | 14/1           | GB30  | 77,00 | PA30  | 7/1                     | Acercar cinta  |  |
|                                  |  |                |       | 196,0 |       |                         |  |  |
|                                  |  |                |       | 98,00 | GB30  | 7/1                     | Obtener cinta  |  |
|                                  |  |                |       | 77,00 | PA30  | 7/1                     | Estirar cinta  |  |
|                                  | Sobreponer extremos                    | 1/1            | PA30  | 30,00 | PC30  | 1/1                     | Sobreponer extremos  |  |
| Introducir bajo mordaza          | 1/1                                    | PC30           | 30,00 | PC30  | 1/1   | Introducir bajo mordaza |  |  |
| 11                               | Obtener etiqueta                       | 1/1            | GC30  | 7,00  | GB5   | 1/1                     | Sujetar conjunto   |  |
|                                  | Introducir etiqueta entre los 2 tramos | 1/1            | PC30  | 23,00 |       |                         |  |  |
|                                  |  |                |       | 30,00 |       |                         |  |  |

|    |  |            |              |                |      |                    |                            |
|----|--|------------|--------------|----------------|------|--------------------|----------------------------|
| 12 | Bajar mordaza<br>Iniciar cosido          | 1/1<br>1/1 | F<br>F       | 9,00<br>9,00   |      |                    |                            |
| 13 | Retirar conjunto cosido<br>Dejar en caja | 1/1<br>1/1 | PA30<br>PA30 | 11,00<br>11,00 | PA30 | 1/1                | Retirar conjunto cosido    |
| 14 | Ir a caja                                | 2/50       | S            | 0,72           |      |                    |                            |
| 15 | Agacharse                                | 1/50       | B            | 1,22           |      |                    |                            |
|    | Obtener ala                              | 1/50       | GB30         | 0,28           | GB30 | 1/50               | Obtener ala                |
|    | Doblar ala                               | 1/50       | PB30         | 0,38           | PB30 | 1/50               | Doblar ala                 |
|    |  |            |              | 0,14           | GB5  | 1/50               | Sujetar alas               |
|    | Obtener ala                              | 1/50       | GB30         | 0,28           |      |                    |                            |
|    | Doblar ala                               | 1/50       | PB30         | 0,38           |      |                    |                            |
|    |  |            |              | 0,28           | GB30 | 1/50               | Obtener ala                |
|    |  |            |              | 0,38           | PB30 | 1/50               | Doblar ala                 |
|    |  |            |              | 0,46           | GB80 | 1/50               | Obtener precintadora       |
|    |  |            |              | 0,38           | PB30 | 1/50               | Situvar precinto           |
|    |  |            | 0,22         | PA30           | 1/50 | Precintar          |                            |
|    |  |            | 0,22         | PA30           | 1/50 |                    |                            |
|    |  |            | 0,22         | PA30           | 1/50 |                    |                            |
|    |  |            | 0,30         | PB15           | 1/50 | Cortar precinto    |                            |
|    |  |            | 0,60         | PB80           | 1/50 | Dejar precintadora |                            |
| 16 | Obtener caja (34,5kg)                    | 1/50       | GC30         | 0,46           | GC30 | 1/50               | Obtener caja               |
|    |  | 1/50       | GW18         | 0,36           | GW18 | 1/50               |                            |
|    | Levantar caja                            | 1/50       | PW20         | 0,08           | PW20 | 1/50               | Levantar caja              |
| 17 | Ir a palet                               | 2/50       | S            | 0,72           |      |                    |                            |
| 18 | Dejar caja en palet                      | 1/50       | PW20         | 0,08           | PW20 | 1/50               | Dejar caja en palet        |
|    |  | 6/1200     | B            | 0,31           |      |                    |                            |
|    |  | 18/1200    | PC30         | 0,45           | PC30 | 18/1200            |                            |
|    |  | 6/1200     | PC80         | 0,21           | PC80 | 6/1200             |                            |
|    |  | 1/50       | PW20         | 0,08           | PW20 | 1/50               |                            |
| 19 | Ir a máq. Coser                          | 4/50       | S            | 1,44           |      |                    |                            |
| 20 | Obtener adhesivos                        | 1/50       | GC80         | 0,64           |      |                    |                            |
|    |  |            |              | 0,46           | GC30 | 1/50               | Obtener adhesivo           |
|    |  |            |              | 0,30           | PB15 | 1/50               | Retirar adhesivo           |
|    | Dejar adhesivos                          | 1/50       | PB80         | 0,60           |      |                    |                            |
|    | Obtener adhesico                         | 1/50       | GB80         | 0,46           |      |                    |                            |
| 21 | Ir a palet                               | 4/50       | S            | 1,44           |      |                    |                            |
| 22 | Enganchar adhesivo en caja               | 12/1200    | PC80         | 0,41           | PC80 | 12/1200            | Enganchar adhesivo en caja |
|    |  | 12/1200    | PC30         | 0,30           | PC30 | 12/1200            |                            |
| 23 | Ir a máquina coser                       | 4/50       | S            | 1,44           |      |                    |                            |

## Resumen

**Tiempo unitario:**  
**TMU:** 1046  
**Min, seg:** 0' 42"

## **Determinación del tiempo máquina (tiempo de cosido)**

Para determinar el tiempo que una máquina de coser ocupa dentro de un ciclo se ha utilizado el método estadístico de Mundel para el cálculo del número de observaciones necesarias para tener un 95% de probabilidades de que el valor obtenido no diferirá en más del 5% del valor real.

| Operación:                     | Cosido             |
|--------------------------------|--------------------|
| Medidas realizadas en segundos | 10,0               |
|                                | 10,1               |
|                                | 10,1               |
|                                | 9,9                |
|                                | 10,1               |
|                                | 10,0               |
|                                | 9,9                |
|                                | 10,1               |
|                                | 10,1               |
|                                | 10,0               |
|                                | Recorrido          |
| A - B                          | 0,2                |
| A + B                          | 20,0               |
| $(A - B) / (A + B)$            | 0,1                |
| Observaciones necesarias       | 7                  |
| Observaciones pendientes       | 0                  |
| <b>Tiempo cosido</b>           | <b>10 segundos</b> |

Por lo tanto se establece el tiempo de cosido para este tipo de aro en 10 segundos





### 3.1.5.- Suplementos aplicables

| Elemento   | T.M.U.                |        | Suplementos en % |                 |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       | Subtotal |   |  |        |
|--|-----------------------|--------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------------|-------|----------------|-----------|-------|----------|---|--|--------|
|  | Tiempo sin suplemento |        | Base por fatiga  | Trabajar de pie | Postura anormal | Uso de la fuerza | Mala iluminación | Concentración intensa | Ruido | Tensión mental | Monotonía | Tedio |          |   |  |        |
| - Ir a zona MP4 coger un fardo de cartones (cajas montables) y llevarlo a la maquina de coser (1, 2, 3, 4) | 1                     | 0,97   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 1,03   |
|  | 2                     | 0,06   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 0,06   |
|  | 3                     | 0,97   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 1,03   |
|  | 4                     | 0,16   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 0,17   |
| - Abrir el fardo (5)   | 5                     | 0,24   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 0,25   |
| - Montar 1 caja, precintarla y dejarla a pié de máquina (6, 7)   | 6                     | 7,90   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 8,37   |
|  | 7                     | 0,18   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 0,19   |
| - Coger 1 cinta de la caja de cinta cortada y cabalgar el tramo a coser (8, 9, 10)                         | 8                     | 91,00  |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       | 1        |   |  | 91,91  |
|  | 9                     | 320,00 |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       | 1        |   |  | 323,20 |
|  | 10                    | 508,00 |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       | 1        |   |  | 513,08 |
| - Introducir en el tramo una etiqueta identificativa (11)  | 11                    | 60,00  |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          | 1 |  | 60,60  |
| - Coser el tramo 12  | 12                    | 18,00  |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          | 1 |  | 18,18  |
| - Dejar el aro cosido en la caja (13)  | 13                    | 22,00  |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          | 1 |  | 22,22  |
| - Cerrar la caja y precintarla (14, 15)  | 14                    | 0,72   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 0,76   |
|  | 15                    | 5,74   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 6,08   |
| - Montar la caja en el palet (16, 17, 18)  | 16                    | 0,90   | 4                | 2               |                 | 22               |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 1,15   |
|  | 17                    | 0,72   | 4                | 2               |                 | 22               |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 0,92   |
|  | 18                    | 1,12   | 4                | 2               |                 | 22               |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 1,43   |
| - Pegar adhesivos en caja (19, 20, 21, 22)   | 19                    | 1,44   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 1,53   |
|  | 20                    | 2,46   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 2,61   |
|  | 21                    | 1,44   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 1,53   |
|  | 22                    | 0,71   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 0,75   |
| - Ir a máquina coser (23)  | 23                    | 1,44   | 4                | 2               |                 |                  |                  |                       |       |                |           |       |          |   |  | 1,53   |

Total = 1058,59

Suplemento por Necesidades Personales 5%

**Tiempo hombre = 1111,52**

Tiempo máquina estimado = 10 segundos

**Tiempo ciclo = 1361,77**



Conversión de unidades: 1 T.M.U. = 1,11/100.000 horas

Por lo tanto una vez contemplados los suplementos de tiempo que se ha de conceder a los operarios que realizan la tarea de confeccionar aros, encajarlos y paletizarlos, se puede establecer un tiempo tipo para esta operación de:

$$1361,77 \text{ T.M.U.} \times \frac{1,11/100000 \text{ horas}}{1 \text{ T.M.U.}} \times \frac{3600 \text{ segundos}}{1 \text{ hora}} = 54,4163 \text{ segundos}$$

En conclusión, se está confeccionando (incluido el encajado y paletizado) actualmente 1 aro cada 54,4163 segundos, o dicho de otro modo, se están confeccionando en una hora 66 aros, que si se tiene en cuenta que la jornada productiva es de 7,75 horas (excluyendo el descanso), actualmente se están confeccionando 512 aros.

Se establece como objetivo de este dossier eliminar todas aquellas operaciones que no añaden valor al producto, de este modo se logrará un tiempo de producción menor por unidad lo que aumentará la producción diaria.

### **Consideraciones:**

Para realizar este estudio de tiempos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones.

- Debido a la gran cantidad de maquinaria que actualmente está destinada a la confección de aros (20 máquinas) se ha seleccionado una de las máquinas al azahar que servirá de patrón a la hora de poder establecer las mejoras a aplicar a este método.
- El aro analizado es un aro de 4 metros de desarrollo y un peso de 78 g/m. Para este aro se precisa 4,20 metros (4 metros de desarrollo + 20 cm de solapado), con lo que su peso es  $4,20\text{m} \times 78\text{g/m} = 327,6$  gramos por aro (el peso del cosido y de la etiqueta es despreciable)

- El tiempo máquina de cosido, corte automático de hilo y apertura automática de la mordaza es de 10 segundos.
- El hilo de coser necesario, las etiquetas y los adhesivos lo suministra el torero que se encarga de retirar los palets llenos, colocar palets vacíos y alimentar las máquinas con cinta cortada por lo que no se tienen en cuenta estas operaciones en el proceso de confección.

### 3.1.6.- Cuestionario de crítica

#### Cuestionario de crítica del MÉTODO de confección de aros

##### Proceso:

- *Objetivo del proceso.*

Ensamblaje y confección de aros para elevación de cargas

- *¿El resultado buscado ha sido obtenido?*

Sí

- *Si no lo ha sido ¿por qué?*

- *¿Puede obtenerse mejor de otra manera?*

Sí

- *El proceso ¿es consecuencia de un proceso anterior defectuoso?*

No

- *¿Ha sido establecido para reducir el coste de un proceso anterior o posterior?*

No

##### Gama de operaciones:

- *La sucesión de operaciones ¿es la mejor?*

No

- *¿Se pueden combinar operaciones?*

Sí

- *Cambiando el orden de operaciones ¿puede suprimirse o simplificarse alguna de ellas?*

Sí

- *La localización del proceso ¿es la idónea?*

Sí

### **Diseño:**

- *¿Puede modificarse el diseño para suprimir o simplificar el proceso?*

No

- *¿Se utilizan al máximo componentes normalizados?*

Sí

### **Materias:**

- *La materia especificada ¿es la más conveniente?*

Sí

- *¿No podría sustituirse por otra más ventajosa?*

No

- *¿Se utilizan las materias en cantidades y dimensiones que hagan mínimos los sobrantes y desechos?*

Sí

- *¿Cómo se recuperan y utilizan los desechos?*

En las cintas taradas se corta la tara y aprovecha la cinta.

- *La variedad de materias ¿puede reducirse mediante la normalización?*

No

- *¿Ha hecho el proveedor una operación inútil para el proceso?*

No

- *¿Puede modificarse ventajosamente la forma de entrega de las materias?*

Sí al almacén de Producto Acabado

- *Las materias consumibles ¿son las mas adecuadas?*

Sí

### **Transportes internos:**

- *¿Se puede, combinando operaciones, suprimir o reducir algún transporte?*

Sí

- *¿Se pueden suprimir o reducir transportes cambiando la localización de las operaciones?*

Sí

- *¿Se puede utilizar la gravedad?*

Sí

- *¿Son idóneos los contenedores para el transporte?*

Sí

- *Las entradas y salidas de piezas y materias ¿se efectúan al nivel de trabajo de los distintos puestos?*

Sí

- *El uso de cajas normalizadas, ¿puede suprimir recuentos o pesadas?*

No

- *¿Pueden utilizarse ventajosamente tolvas, planos inclinados o cintas?*

Sí

- *¿Se puede mejorar el manejo de los desperdicios y desechos?*

No

**Máquinas:**

- *La maquinaria utilizada en el proceso ¿es la más adecuada, dentro de aquella que se dispone?*

Sí

- *¿Podrían mejorarse los montajes y dispositivos?*

No, las máquinas ya están personalizadas para el producto a fabricar.

- *¿Están equipadas para trabajar a las velocidades requeridas?*

No, se puede regular la velocidad pero no asegurar una velocidad concreta

- *Las velocidades de trabajo ¿están especificadas?*

No

- *¿Podría reducirse el número y duración de los reglajes?*

No

**Herramientas:**

- *¿Son adecuadas las herramientas?*

Cómo norma general no se precisan herramientas en este proceso a excepción de unas tijeras.

- *En las herramientas de corte ¿a cargo de quién está el afilado?*

*Del encargado de la sección*

- *¿Se utilizan herramientas normalizadas?*

Sí

- *El número de piezas a fabricar ¿justifica el uso de herramientas especiales?*

No se requieren herramientas especiales

- *¿Puede hacerse un herramental polivalente?*

Algunas máquinas ya incorporan herramental polivalente

**Instrucciones:**

- *¿Cómo se distribuye el trabajo?*

Una única operaria confecciona el pedido de principio a fin.

- *¿Cómo se comunican las instrucciones al operador?*

El encargado indica personalmente de forma verbal a cada operario/a las tareas a realizar

- *¿Cómo se facilitan los dibujos y herramientas?*

No se precisan dibujos al ensamblar siempre el mismo tipo de arnés, de todos modos el jefe de producción dispone de planos de todos los productos

- *¿Cómo se anota el principio y el fin del trabajo?*

Al final de la jornada cada operario/a anota la producción diaria.

- *¿Está bien establecida la transmisión de responsabilidades en los cambios de equipo o turno?*

Sí

**Control:**

- *¿Puede combinarse la ejecución y el control de las operaciones?*

Sí

- *¿Quién efectúa el control?*

La operaria encargada de la costura

- *Las tolerancias y normas de acabado ¿son las adecuadas?*

Sí

- *¿Se obtienen en la práctica las tolerancias especificadas?*

Sí

- *¿Son bien conocidas las normas de control y sus motivos?*

Sí, cada vez que se efectúa un cambio se comunica por escrito a los/las operarios/as

- *Los calibres, reglas y otros instrumentos de control ¿son los adecuados?*

Sí

- *¿Cuáles son las instrucciones de control para las operaciones anterior y posterior?*

Anteriores: Asegurar la longitud de corte de las cintas

Posteriores: Una vez cosido el aro se comprueba su resistencia a la tracción

- *¿Existen duplicidades?*

No

### **Condiciones de trabajo:**

- *¿Están bien estudiados los medios de seguridad?*

No

- *El suelo de los puestos de trabajo ¿está libre de obstáculos?*

Sí

- *Los dispositivos de paro de las máquinas son fácilmente accesibles y manejables, en caso de urgencias?*

Sí

- *El alumbrado ¿es suficiente y sin reflejos?*

Sí

- *Las alturas de los planos de trabajo ¿son las correctas?*

Sí

- *¿Está asegurada una temperatura adecuada?*

Sí



- *¿Es suficiente la ventilación?*

Sí

- *¿Puede disminuirse el nivel de ruido?*

Sí el provocado por el dinamómetro

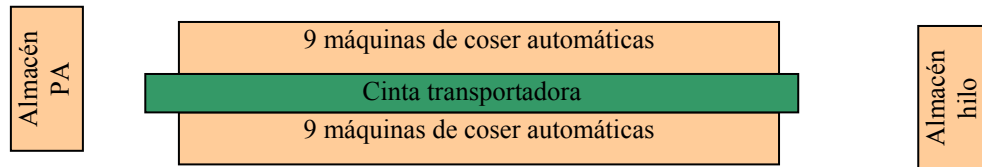
## **3.2.- Método propuesto**

### 3.2.1.- Hoja de descripción

| Trabajo estudiado: Confección aros para la elevación de cargas  | Estudio por: operario   |
|---|---|
|   | Fecha: 15-12-2003   |
| DESCRIPCIÓN   | OBSERVACIONES   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coger 1 caja, montarla, precintarla y dejarla a pié de máquina (1)</li> <li>- Coger 1 cinta de la caja de cinta cortada y cabalgar el tramo a coser (2, 3, 4)</li> <li>- Introducir en el tramo una etiqueta identificativa (5)</li> <li>- Coser el tramo (6)</li> <li>- Dejar el aro cosido en la caja (7)</li> <li>- Pegar adhesivos en caja (8)</li> <li>- Empujar caja a cinta transportadora (9)</li> </ul> | <p>10 cajas/fardo</p> <p>Tener en cuenta Tiempo Máquina</p> <p>200 aros/caja</p> <p>1 adhesivo/caja</p> |

### 3.2.2.- Esquema de circulación

Las medidas no se representan debido a que el personal de la sección de aros no ha de realizar ningún tipo de desplazamiento por motivos laborales.



### 3.2.3.- Estudio de tiempos mediante MTM2

| Operación: Confección aros       |  | Observaciones:                               |      | Unidades de tiempo utilizadas: TMU (Time Measurement Unit) |      |              |
|----------------------------------|--|--|------|--|------|--------------|
| Estudio: 1                       |  | Factor de conversión: 1 TMU = 0,036 segundos |      |  |      |              |
| Fecha: 29 - 09 - 2003            |  |  |      |  |      |              |
| Analista: Roberto Martínez Baños |  |  |      |  |      |              |
| MANO IZQUIERDA                   | F                                      | SIMB.  | TMU  | SÍMB.  | F    | MANO DERECHA |
| 1                                | Obtener caja                           | 1/50   | GB15 | 0,46   |      |              |
|                                  | Soltar caja                            | 1/50   | PA5  | 0,06   |      |              |
|                                  | Obtener ala                            | 1/50   | GC30 | 0,46   |      |              |
|                                  |  |  |      | 0,22   | PA5  | 1/50         |
|                                  |  |  |      | 0,00   | GC30 | 1/50         |
|                                  | Tirar hasta abrir caja                 | 1/50   | PA30 | 0,30   | PA30 | 1/50         |
|                                  | Apoyar caja en suelo                   | 1/50   | PA30 | 0,22   | PA30 | 1/50         |
|                                  | Doblar ala                             | 1/50   | PB30 | 0,38   | PB30 | 1/50         |
|                                  | Obtener ala                            | 1/50   | GB30 | 0,28   |      |              |
|                                  |  |  |      | 0,64   | GB30 | 1/50         |
|                                  | Doblar ala                             | 1/50   | PB30 | 0,40   | PB30 | 1/50         |
|                                  |  |  |      | 0,00   | PB15 | 1/50         |
|                                  | Obtener caja                           | 1/50   | PB30 | 0,38   |      |              |
|                                  | Girar caja 180°                        | 1/50   | PA30 | 0,22   | PA30 | 1/50         |
|                                  | Dejar caja en apoyo                    | 1/50   | PA30 | 0,22   | PA30 | 1/50         |
| 2                                | Buscar extremo                         | 1/1  | GB30 | 32,00  | GC80 | 1/1          |
|                                  |  |  |      | 20,00  | PA80 | 1/1          |
|                                  |  |  |      | 14,00  |      |              |
|                                  |  |  |      | 14,00  | GB30 | 1/1          |
|                                  |  |  |      | 11,00  | PA30 | 1/1          |
| 3                                | Verificar ausencia taras               | 16/1   | E    | 112,0  |      |              |
|                                  | Reasir                                 | 16/1   | R    | 96,00  |      |              |
|                                  | Verificar ausencia taras               | 16/1   | E    | 112,0  |      |              |
| 4                                | Obtener cinta sin soltar extremo       | 14/1   | GB30 | 77,00  | PA30 | 7/1          |
|                                  |  |  |      | 196,0  | GB30 | 7/1          |
|                                  |  |  |      | 98,00  | PA30 | 1/1          |
|                                  |  |  |      | 11,00  | PC30 | 1/1          |
|                                  | Sobreponer extremos                    | 1/1  | PA30 | 30,00  | PC30 | 1/1          |
|                                  | Introducir bajo mordaza                | 1/1  | PC30 | 30,00  | PC30 | 1/1          |
| 5                                | Obtener etiqueta                       | 1/1  | GC30 | 7,00   | GB5  | 1/1          |
|                                  | Introducir etiqueta entre los 2 tramos | 1/1  | PC30 | 23,00  |      |              |
|                                  |  |  |      | 30,00  |      |              |
| 6                                | Bajar mordaza                          | 1/1  | F    | 9,00   |      |              |
|                                  | Iniciar cosido                         | 1/1  | F    | 9,00   |      |              |
|                                  | Retirar conjunto cosido                | 1/1  | PA30 | 11,00  | PA30 | 1/1          |
| 7                                | Dejar en caja                          | 1/1  | PA30 | 11,00  |      |              |
| 8                                | Obtener adhesivos                      | 1/50   | GB45 | 0,36   |      |              |
|                                  |  |  |      | 0,64   | GC80 | 1/50         |
|                                  |  |  |      | 0,30   | PB15 | 1/50         |
|                                  | Dejar adhesivos                        | 1/50   | PB15 | 0,30   |      |              |
|                                  | Obtener adhesivo                       | 1/50   | GB80 | 0,46   |      |              |
|                                  | Enganchar adhesivo en caja             | 1/50   | PC80 | 0,82   | PC80 | 1/50         |
|                                  |  | 1/50   | A    | 0,28   | A    | 1/50         |
| 9                                | Empujar caja                           | 1/50   | PA45 | 0,40   | PA80 | 1/50         |
|                                  |  | 1/50   | PW20 | 0,08   | PW20 | 1/50         |
| <b>Resumen</b>                   |  | <b>Tiempo unitario:</b>                      |      |  |      |              |
|                                  |  | <b>TMU: 961</b>                              |      |  |      |              |
|                                  |  | <b>Min, seg: 39"</b>                         |      |  |      |              |

### 3.2.4.- Diagrama de avance

| DIAGRAMA DE AVANCE  |           | PROPUESTO                  |         |               |            |                  |                   |                             | Estudio núm. 1    |                           |                             |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
|---|-----------|----------------------------|---------|---------------|------------|------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|---|---|--------|---|----------------|-----|-------|--------|-------|------|---------------|----------|----------|----------|-------------|---|---------|--|--|--|--|--|-----------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> OBRERO <input type="checkbox"/> PIEZA<br>Trabajo estudiado <u>Confección Aros para la elevación de cargas</u><br>N° de la Gama _____ Operación <u>Confección</u><br>Empezado en <u>Máquina coser</u><br>Terminado en <u>Máquina coser</u> |           | Resumen por                |         | Método actual |            | Método propuesto |                   | Diferencia                  |                   | Hoja <u>1</u> de <u>1</u> |                             |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
|   |           | Número                     | Tiempo  | Número        | Tiempo     | Número           | Tiempo            | Fecha <u>19-09-2003</u>     |                   |                           |                             |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| ●   |           | 8                          | 24,914  | 7             | 25,44      | -1               | 0,53              | por <u>Roberto Martínez</u> |                   |                           |                             |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| ○   |           | 6                          | 3,789   | 1             | 0,17       | -5               | -3,62             | Empresa <u>EPITEX</u>       |                   |                           |                             |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| ⇨   |           | 8                          | 0,3149  | 0             | 0,00       | -8               | -0,31             | Sección <u>cosedoras</u>    |                   |                           |                             |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| □   |           | 1                          | 12,787  | 1             | 12,79      | 0                | 0,00              | Pieza <u>Aros</u>           |                   |                           |                             |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| Total   |           | 23                         | 41,8049 | 9             | 38,40      | -14              | -3,41             | Referencia producto _____   |                   |                           |                             |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| Indicaciones cuantitativas  |           | Unidad de producción _____ |         | Distancia     |            | 0,208 M          |                   | 0 M                         |                   | Núm de PF <u>20701</u>    |                             |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| Montar 65 aros/h x obrero   |           | Lote de 100 arneses/obrero |         |               |            |                  |                   |                             |                   | 027.953.001.001           |                             |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS<br>QUÉ-DÓNDE-CUÁNDO-QUÉN-CÓMO  | Operación | Transporte                 | Control | Demora        | Almacenaje | Distancia en mts | Número de obreros | Cantidad                    | Tiempo registrado | Frecuencia                | Tiempo unitario en segundos |   |   |        |   | Tiempo en seg. | Qué | Dónde | Cuándo | Quién | Cómo | Observaciones | Eliminar | Combinar | Invertir | Simplificar |   |         |  |  |  |  |  |                       |
|   |           |                            |         |               |            |                  |                   |                             |                   |                           | ●                           | ○ | ⇨ | □      | ∩ |                |     |       |        |       |      |               |          |          |          |             | ∇ | Por qué |  |  |  |  |  |                       |
| 1 Montar 1 caja y colocarla en su apoyo   | ○         | ⇨                          | □       | ∩             | ∇          |                  | 1                 | 4,24                        | 1/50              |                           | 0,1694                      |   |   |        |   |                | X   |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| 2 Obtener 1 cinta   | ●         | ⇨                          | □       | ∩             | ∇          |                  | 1                 | 91,00                       | 1/1               |                           | 3,6364                      |   |   |        |   |                |     |       |        |       | X    | X             |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| 3 Verificar ausencia de taras   | ○         | ⇨                          | □       | ∩             | ∇          |                  | 1                 | 320,0                       | 1/1               |                           |                             |   |   | 12,787 |   |                |     |       |        |       | X    | X             |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| 4 Preparar cinta para coser   | ●         | ⇨                          | □       | ∩             | ∇          |                  | 1                 | 442,0                       | 1/1               |                           | 17,662                      |   |   |        |   |                | X   |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| 5 Introducir etiqueta   | ●         | ⇨                          | □       | ∩             | ∇          |                  | 1                 | 60,00                       | 1/1               |                           | 12,3976                     |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      | X             | X        |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| 6 Coser   | ●         | ⇨                          | □       | ∩             | ∇          |                  | 1                 | 29,00                       | 1/1               |                           | 1,1588                      |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      | X             | X        |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| 7 Dejar aro en caja   | ●         | ⇨                          | □       | ∩             | ∇          |                  | 1                 | 11,00                       | 1/1               |                           | 0,4396                      |   |   |        |   |                | X   |       |        |       |      |               |          |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| 8 Enganchar 1 adhesivo en caja  | ●         | ⇨                          | □       | ∩             | ∇          |                  | 1                 | 3,16                        | 1/1               |                           | 0,1263                      |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      | X             | X        |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  |                       |
| 9 Empujar la caja   | ●         | ⇨                          | □       | ∩             | ∇          |                  | 1                 | 0,48                        | 1/50              |                           | 0,0192                      |   |   |        |   |                |     |       |        |       |      | X             | X        |          |          |             |   |         |  |  |  |  |  | Una caja pesa 16,38kg |

### 3.2.5.- Suplementos aplicables

| Elemento  | T.M.U.                |        | Suplementos en % |                 |                 |                  |                  |                       |       |                |           | Subtotal |        |
|---|-----------------------|--------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------------|-------|----------------|-----------|----------|--------|
|   | Tiempo sin suplemento |        | Base por fatiga  | Trabajar de pie | Postura anormal | Uso de la fuerza | Mala iluminación | Concentración intensa | Ruido | Tensión mental | Monotonía |          | Tedio  |
| - Coger 1 caja, montarla y dejarla en apoyo (1)                                   | 1                     | 4,24   |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                |           |          | 4,24   |
| - Coger 1 cinta de la caja de cinta cortada y cabalgar el tramo a coser (2, 3, 4) | 2                     | 91,00  |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                | 1         |          | 91,91  |
|   | 3                     | 320,00 |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                | 1         |          | 323,20 |
|   | 4                     | 442,00 |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                | 1         |          | 446,42 |
| - Introducir en el tramo una etiqueta identificativa (5)                          | 5                     | 60,00  |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                | 1         |          | 60,60  |
| - Coser el tramo (6)  | 6                     | 29,00  |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                | 1         |          | 29,29  |
| - Dejar el aro cosido en la caja (7)  | 7                     | 11,00  |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                | 1         |          | 11,11  |
| - Pegar adhesivos en caja (8)   | 8                     | 3,16   |                  |                 |                 |                  |                  |                       |       |                |           |          | 3,16   |
| - Empujar caja a cinta transportadora (9)   | 9                     | 0,48   |                  |                 |                 | 22               |                  |                       |       |                |           |          | 0,59   |

Total = 970,52

Suplemento por Necesidades Personales 5%

**Tiempo hombre = 1019,04**

Tiempo máquina estimado = 10 segundos

**Tiempo ciclo = 1269,29**

Conversión de unidades: 1 T.M.U. = 1,11/100.000 horas

Por lo tanto una vez contemplados los suplementos de tiempo que se ha de conceder a los operarios que realizan la tarea de confeccionar aros, encajarlos y paletizarlos, se puede establecer un tiempo tipo para esta operación de:

$$1269,29 \text{ T.M.U.} \times \frac{1,11}{100000} \frac{\text{horas}}{\text{T.M.U.}} \times \frac{3600 \text{ segundos}}{1 \text{ hora}} = 50,7208 \text{ segundos}$$

En conclusión, con el método propuesto, se confeccionarán 1 aro cada 50,7208 segundos, o dicho de otro modo, se pasarán a confeccionar en una hora prácticamente 71 aros, que si se tiene en cuenta que la jornada productiva es de 7,75 horas (excluyendo el descanso), se logrará confeccionar 550 aros.



### 3.2.6.- Cuestionario de crítica

#### Cuestionario de crítica del MÉTODO de confección de aros

##### Proceso:

- *Objetivo del proceso.*

Ensamblaje y confección de aros para elevación de cargas

- *¿El resultado buscado ha sido obtenido?*

Sí

- *Si no lo ha sido ¿por qué?*

- *¿Puede obtenerse mejor de otra manera?*

No

- *El proceso ¿es consecuencia de un proceso anterior defectuoso?*

No

- *¿Ha sido establecido para reducir el coste de un proceso anterior o posterior?*

No

##### Gama de operaciones:

- *La sucesión de operaciones ¿es la mejor?*

Sí

- *¿Se pueden combinar operaciones?*

No

- *Cambiando el orden de operaciones ¿puede suprimirse o simplificarse alguna de ellas?*

No

- *La localización del proceso ¿es la idónea?*

Sí

### **Diseño:**

- *¿Puede modificarse el diseño para suprimir o simplificar el proceso?*

No

- *¿Se utilizan al máximo componentes normalizados?*

Sí

### **Materias:**

- *La materia especificada ¿es la más conveniente?*

Sí

- *¿No podría sustituirse por otra más ventajosa?*

No

- *¿Se utilizan las materias en cantidades y dimensiones que hagan mínimos los sobrantes y desechos?*

Sí

- *¿Cómo se recuperan y utilizan los desechos?*

En las cintas taradas se corta la tara y aprovecha la cinta.

- *La variedad de materias ¿puede reducirse mediante la normalización?*

No

- *¿Ha hecho el proveedor una operación inútil para el proceso?*

No

- *¿Puede modificarse ventajosamente la forma de entrega de las materias?*

No

- *Las materias consumibles ¿son las mas adecuadas?*

Sí

### **Transportes internos:**

- *¿Se puede, combinando operaciones, suprimir o reducir algún transporte?*

No

- *¿Se pueden suprimir o reducir transportes cambiando la localización de las operaciones?*

No

- *¿Se puede utilizar la gravedad?*

Sí

- *¿Son idóneos los contenedores para el transporte?*

Sí

- *Las entradas y salidas de piezas y materias ¿se efectúan al nivel de trabajo de los distintos puestos?*

Sí

- *El uso de cajas normalizadas, ¿puede suprimir recuentos o pesadas?*

No

- *¿Pueden utilizarse ventajosamente tolvas, planos inclinados o cintas?*

Sí

- *¿Se puede mejorar el manejo de los desperdicios y desechos?*

No

**Máquinas:**

- *La maquinaria utilizada en el proceso ¿es la más adecuada, dentro de aquella que se dispone?*

Sí

- *¿Podrían mejorarse los montajes y dispositivos?*

No, las máquinas ya están personalizadas para el producto a fabricar.

- *¿Están equipadas para trabajar a las velocidades requeridas?*

No, se puede regular la velocidad pero no asegurar una velocidad concreta

- *Las velocidades de trabajo ¿están especificadas?*

No

- *¿Podría reducirse el número y duración de los reglajes?*

No

**Herramientas:**

- *¿Son adecuadas las herramientas?*

Cómo norma general no se precisan herramientas en este proceso a excepción de unas tijeras.

- *En las herramientas de corte ¿a cargo de quién está el afilado?*

*Del encargado de la sección*

- *¿Se utilizan herramientas normalizadas?*

Sí

- *El número de piezas a fabricar ¿justifica el uso de herramientas especiales?*

No se requieren herramientas especiales

- *¿Puede hacerse un herramental polivalente?*

Algunas máquinas ya incorporan herramental polivalente

**Instrucciones:**

- *¿Cómo se distribuye el trabajo?*

Una única operaria confecciona el pedido de principio a fin.

- *¿Cómo se comunican las instrucciones al operador?*

El encargado indica personalmente de forma verbal a cada operario/a las tareas a realizar

- *¿Cómo se facilitan los dibujos y herramientas?*

No se precisan dibujos al ensamblar siempre el mismo tipo de arnés, de todos modos el jefe de producción dispone de planos de todos los productos

- *¿Cómo se anota el principio y el fin del trabajo?*

Al final de la jornada cada operario/a anota la producción diaria.

- *¿Está bien establecida la transmisión de responsabilidades en los cambios de equipo o turno?*

Sí

**Control:**

- *¿Puede combinarse la ejecución y el control de las operaciones?*

Sí

- *¿Quién efectúa el control?*

La operaria encargada de la costura

- *Las tolerancias y normas de acabado ¿son las adecuadas?*

Sí

- *¿Se obtienen en la práctica las tolerancias especificadas?*

Sí

- *¿Son bien conocidas las normas de control y sus motivos?*

Sí, cada vez que se efectúa un cambio se comunica por escrito a los/las operarios/as

- *Los calibres, reglas y otros instrumentos de control ¿son los adecuados?*

Sí

- *¿Cuáles son las instrucciones de control para las operaciones anterior y posterior?*

Anteriores: Asegurar la longitud de corte de las cintas

Posteriores: Una vez cosido el aro se comprueba su resistencia a la tracción

- *¿Existen duplicidades?*

No

### **Condiciones de trabajo:**

- *¿Están bien estudiados los medios de seguridad?*

Sí

- *El suelo de los puestos de trabajo ¿está libre de obstáculos?*

Sí

- *Los dispositivos de paro de las máquinas son fácilmente accesibles y manejables, en caso de urgencias?*

Sí

- *El alumbrado ¿es suficiente y sin reflejos?*

Sí

- *Las alturas de los planos de trabajo ¿son las correctas?*

Sí

- *¿Está asegurada una temperatura adecuada?*

Sí

- *¿Es suficiente la ventilación?*

Sí

- *¿Puede disminuirse el nivel de ruido?*

Sí el provocado por el dinamómetro

### **3.3.- Requerimientos de seguridad y salud**

- La nueva distribución de la planta de confección recogida en el apartado Layout propuesto, ha sido diseñada conforme a las Notas Técnicas de Prevención **NTP 434-1996 Superficies de Trabajo Seguras (I)** y la **NTP 435 Superficies de trabajo seguras (II)**, al Real Decreto **R.D. 485/1997, 14 abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo**
  
- La evaluación de los niveles de iluminación ha sido realizada por Mutual Cyclops quien utiliza como patrón los niveles establecidos en el Real Decreto **R.D. 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.**
  
- De acuerdo con la **NTP 435: Superficies de trabajo seguras (II)** se exige que todo el personal del Áreas centro de trabajo y en especial el personal de mantenimiento que mantenga ordenado su puesto de trabajo y deje libre el suelo de herramientas, cables, etc. Utilizados para realizar su trabajo



### **3.4.- Resumen de las mejoras obtenidas**

#### **Tiempo de montaje 1 aro:**

- Método actual: 54,4163 segundos
- Método propuesto: 50,7208
- Disminución de tiempo lograda: 3,6955 segundos. 6,8% menos de tiempo

#### **Producción en jornada de 7,75 horas:**

- Método actual: 512 aros
- Método propuesto: 550 aros
- Aumento de producción por jornada: 38 aros más confeccionados → 7,4% más aros confeccionados

Para lograr alcanzar estas mejoras es preciso la redistribución de la sección de confección de aros con la consecuente inversión en tecnología.

Se precisa incorporar una cinta transportadora de 20 metros de longitud por 39 cm de ancho (transportadores de accionamiento en extremo STB40E de SINERGES) situada entre las dos hileras de máquinas de coser.

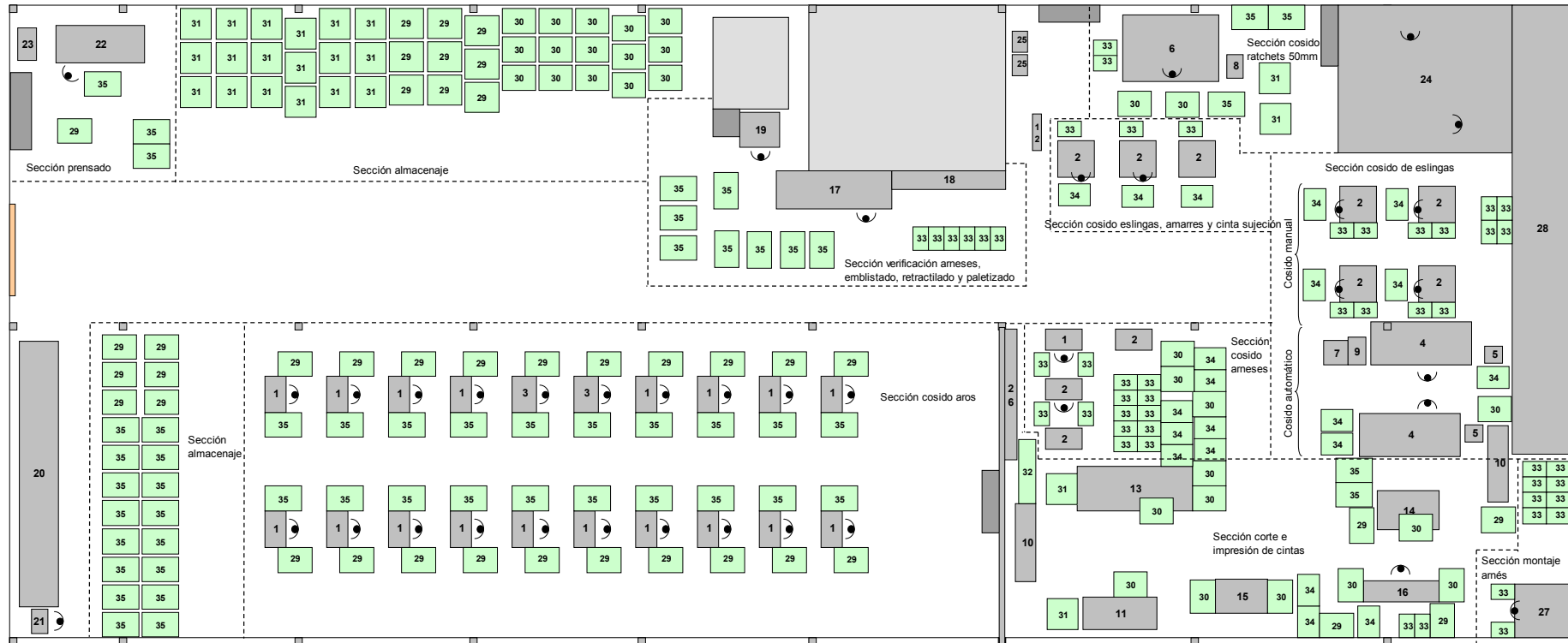
Cada operaria dispondrá de una rampa de acceso a la cinta transportadora (transportador de gravedad SOCO SYSTEM) por la que deslizar la caja hacia la misma.

Al final de la cinta transportadora se incorporará una máquina precintadora de solapas (T55 de SOCO SYSTEM) que cerrará las solapas superiores y las inferiores (a la vez) y a su salida se colocará una transportadora articulada (SOCO SYSTEM) de 10 metros de longitud extendida por 40cm de ancho.

El torero que antes se dedicaba a retirar los palets cuando estos estaban completados, ahora pasará las cajas que lleguen a través de la cinta transportadora por la máquina precintadora, y preparará el pertinente palet, para posteriormente enviarlo.

# 4.- LAYOUT

## 4.2.- Layout actual



## Descripción de los elementos integrantes de la planta de confección.

| Id | Máquina  | Cantidad | Largo | Ancho |
|----|--|----------|-------|-------|
| 1  | Juki   | 19       | 1,20  | 0,70  |
| 2  | Adler  | 9        | 1,20  | 1,20  |
| 3  | PLK  | 2        | 1,20  | 0,80  |
| 4  | Rafellman  | 2        | 3,28  | 1,40  |
| 5  | Armari Rafellman                                 | 2        | 0,59  | 0,55  |
| 6  | Schuf  | 1        | 3,11  | 2,18  |
| 7  | Enrollar eslingas                                | 1        | 0,80  | 0,80  |
| 8  | Flejar eslinga                                   | 1        | 0,54  | 0,78  |
| 9  | Flejar eslinga                                   | 1        | 0,90  | 0,57  |
| 10 | Corte 1  | 2        | 2,50  | 0,65  |
| 11 | Corte 2  | 1        | 2,40  | 1,05  |
| 12 | Corte cinturon                                   | 1        | 1,20  | 0,30  |
| 13 | Corte+enrollado + impresión                      | 1        | 3,76  | 1,45  |
| 14 | Corte+enrollado                                  | 1        | 2,00  | 1,25  |
| 15 | Impresión  | 1        | 1,70  | 1,10  |
| 16 | Impresión+corte                                  | 1        | 2,45  | 0,70  |
| 17 | Retractilar+horno                                | 1        | 4,33  | 1,25  |
| 18 | Comprobar arnes                                  | 1        | 3,70  | 0,60  |
| 19 | Emblistadora                                     | 1        | 1,30  | 1,15  |
| 20 | Gerro  | 1        | 8,61  | 1,26  |
| 21 | Armari gerro                                     | 1        | 0,79  | 0,52  |
| 22 | Prensa   | 1        | 2,89  | 1,22  |
| 23 | Compresor  | 1        | 0,60  | 1,07  |
| 24 | Garita   | 1        | 5,65  | 4,81  |
| 25 | Maquinas bebida                                  | 2        | 0,70  | 0,50  |
| 26 | Mesa corte                                       | 1        | 4,27  | 0,41  |
| 27 | Montar arnés                                     | 1        | 1,83  | 1,75  |
| 28 | Contadores                                       | 1        | 14,64 | 1,90  |
| 29 | Cajas con cinta para cortar                      | variable | 1,12  | 0,97  |
| 30 | Gavias pequeñas con cinta cortada                | variable | 1,08  | 0,83  |
| 31 | Gavias grandes con cinta para cortar             | variable | 1,00  | 1,00  |
| 32 | Carros con cinta para cortar                     | variable | 0,55  | 2,10  |
| 33 | Plataformas para cajas arnes                     | variable | 0,76  | 0,51  |
| 34 | Carros caja madera eslingas cosidas en rafellman | variable | 1,03  | 0,72  |
| 35 | Euro Paleta                                      | variable | 1,20  | 0,80  |

## 4.1.- Layout Propuesto





# **5.- Planificación**

## **5.- Planificación**

Las fases de implantación para la adecuación de la planta al layout propuesto se realizará en 2 fases:

1ª Fase: - Eliminar mesa de montaje de arneses actual

- Reordenación de las máquinas de corte
- Eliminar 1 máquina de corte nº 10
- Construcción de la nueva mesa de montaje de arneses
- Reubicación de la mesa de montaje de arneses
- Trasladar una máquina nº 1 de la sección de aros a la sección de cosido de arneses.
- Instalar pantalla fluorescente semiestanca de 1x58 W con reflector sobre mesa montaje arnés.

Instalar una pantalla fluorescente semiestanca de 1x58 W con reflector sobre la mesa de corte manual

2ª Fase: - Eliminar 1 máquina de coser aros (nº 1)

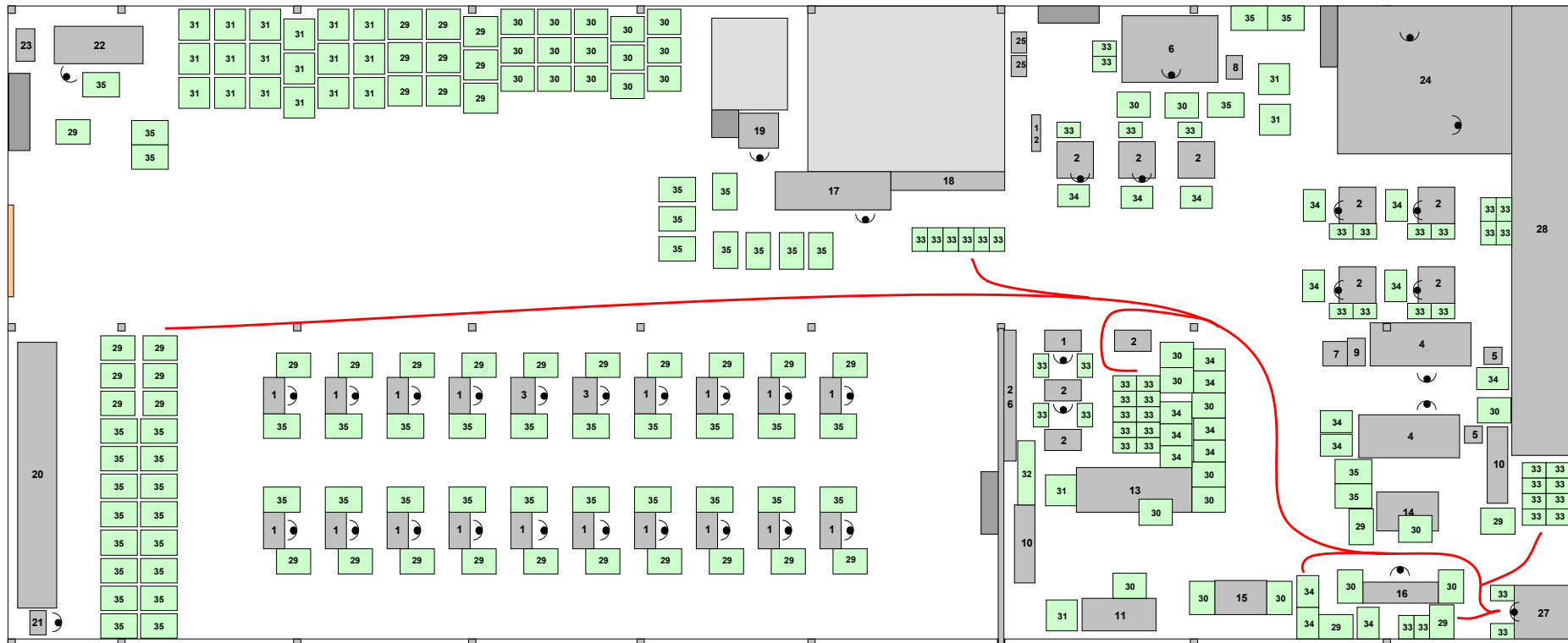
- Instalar 4 cintas transportadoras STB40E de SINERGES de 5 metros
- Instalar 1 transportador de gravedad SOCO SYSTEM de 0,4 metros en cada máquina de coser.
- Instalar precintadora de solapas T55 de SOCO SYSTEM al final de la banda transportadora
- Instalar transportadora articulada SOCO SYSTEM de 10 metros de longitud extendida.



# **6.- Anexos**

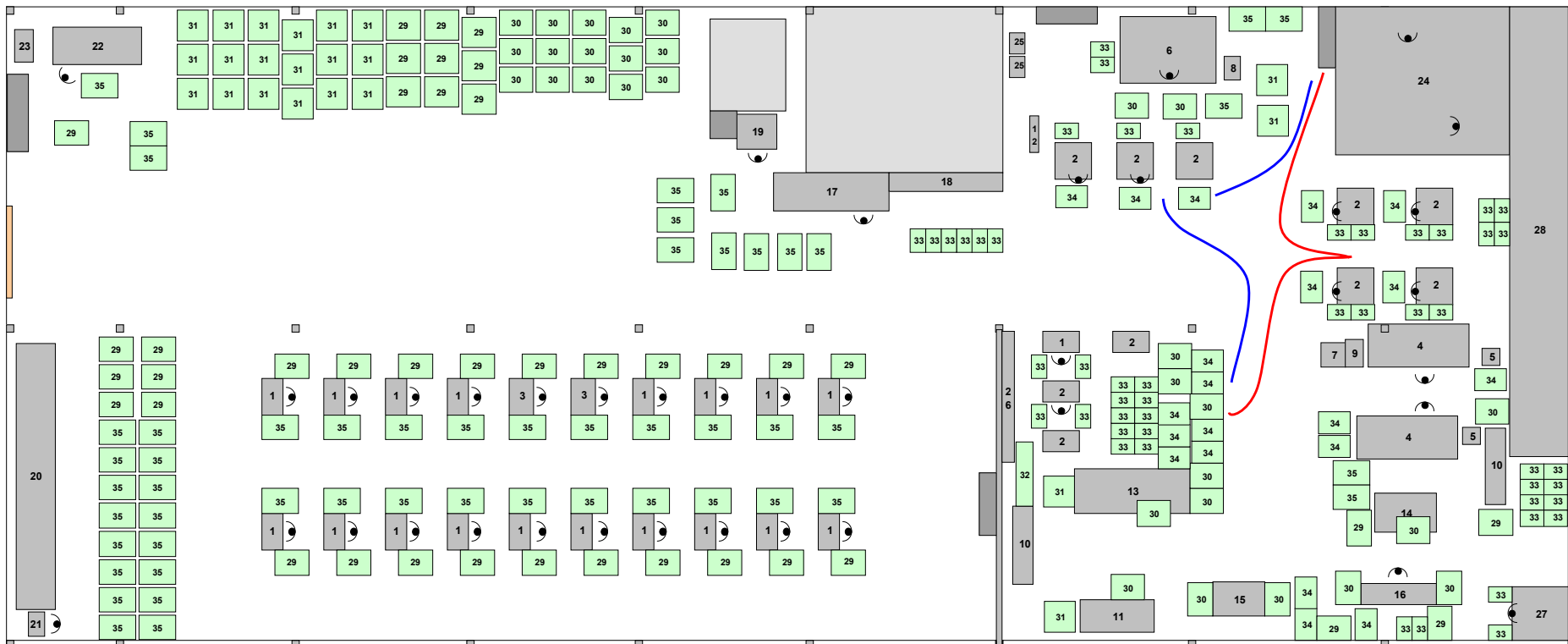
## Anexo I

En este anexo se representan en con una línea roja los desplazamientos que se realiza en el área de montaje de arneses en una jornada laboral.



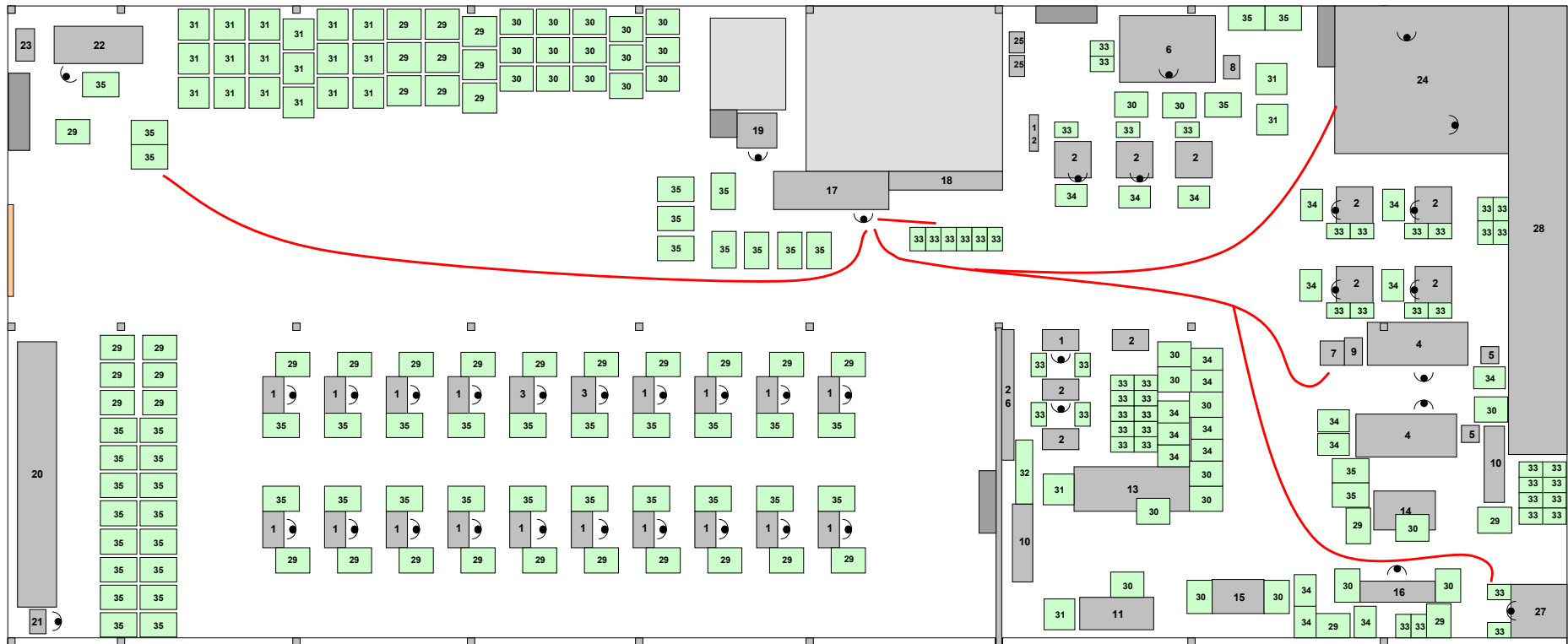
## Anexo II

En este anexo se representan en con una línea roja los desplazamientos que se realiza en el área de confección de eslingas 1 en una jornada laboral y de color azul los desplazamientos del área de confección de eslingas 2.



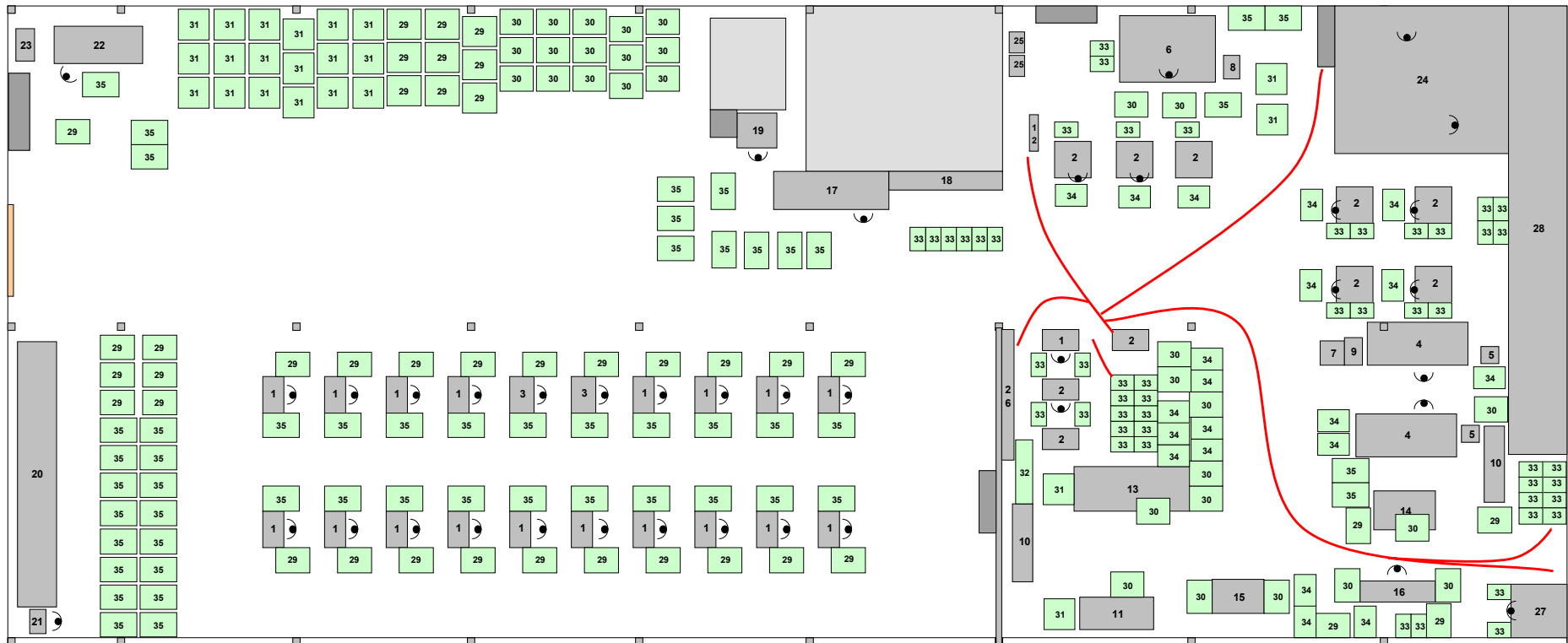
## Anexo III

En este anexo se representan en con una línea roja los desplazamientos que se realiza en el área de expedición en una jornada laboral.



## Anexo IV

En este anexo se representan en con una línea roja los desplazamientos que se realiza en el área de confección de arneses en una jornada laboral.



# 7.- PLANOS

|   | <u>Plano nº</u> |
|---|-----------------|
| Conjunto soporte mesa montaje .....                     | 1               |
| Despiece soporte mesamontaje.....                       | 2               |
| Plataforma mesa montaje.....                            | 3               |
| Bandeja mesa montaje .....                              | 4               |
| Distribución propuesta mesa montaje.....                | 5               |
| Alojamiento hebillas con nervio para mesa montaje.....  | 6               |
| Alojamiento regulador y piqueta para mesa montaje ..... | 7               |
| Conjunto soporte cajas para mesa montaje.....           | 8               |
| Despiece soporte cajas para mesa montaje.....           | 9               |
| Despiece soporte cajas para mesa montaje.....           | 10              |
| Despiece soporte cajas para mesa montaje.....           | 11              |
| Despiece soporte cajas para mesa montaje .....          | 12              |
| Despiece soporte cajas para mesa montaje .....          | 13              |
| Despiece soporte cajas para mesa montaje .....          | 14              |

# **8.- Presupuesto**

