

1. Resumen

Para la planificación de la producción se hace indispensable conocer de manera exacta la mano de obra necesaria para poder llevar a cabo las operaciones correspondientes, manteniendo la productividad y capacidad de la fábrica de una manera óptima.

En este trabajo se trata el cálculo de las necesidades de personal en la planta de producción, más concretamente, de inyección, y se identifican unas restricciones que serán las que haya que introducir en el programa informático que asigna automáticamente cada máquina a un operario. Este programa es el Asprova Proteo.

El proyecto que aquí se expone trata de resolver el problema de las irregularidades de carga de trabajo de los operarios de la planta de producción de la empresa Menshen Iber S.L., siendo ésta de vital importancia, tanto para la motivación de los trabajadores, como para la cuenta de resultados.

Además será una herramienta para la planificación del recurso humano preciso en función de las máquinas previstas para funcionar.

En este trabajo se describen los diferentes sistemas de medición del trabajo existentes a fin de elegir aquel más adecuado para la realización del mismo.

Como conclusión, se obtienen unos resultados más que coherentes para ser implementados en el programa informático y comprobar su eficacia.





2. Sumario

1. RESUMEN	1
2. SUMARIO	3
3. PREFACIO	5
3.1. Origen del proyecto	5
3.2. Motivación	5
4. INTRODUCCIÓN	6
4.1. Objetivos del proyecto.....	6
4.2. Alcance del proyecto.....	6
4.3. Presentación del problema	7
5. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA	8
5.1. Grupo Menshen	8
5.2. Menshen Iber S.L.....	9
5.2.1. Plantilla	10
5.2.2. Competencia.....	10
5.2.3. Productos.....	11
5.3. Herramientas informáticas	13
5.3.1. Asprova.....	13
5.3.2. Proteo	15
6. ANTECEDENTES	17
6.1. Características de la fábrica.....	17
6.2. Características del proceso.....	18
6.3. Método de trabajo	20
6.4. Alternativas.....	21
6.4.1. La medición del trabajo.....	21
6.4.2. Las principales técnicas para la medición del trabajo.....	22
6.5. Criterios de evaluación.....	22
6.6. Decisión del método.....	23
6.7. Secuencia de proceso	25
6.7.1. Suplementos.....	27
6.7.2. Distancias a los almacenes EX1 y EX2.....	29
7. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES	30
7.1. Molde de ejemplo 209.....	31



7.1.1.	Descripción del proceso	31
7.1.2.	Estudios de tiempos	31
7.1.3.	Diagrama hombre-máquina.....	33
8.	EVALUACIÓN ECONÓMICA _____	34
8.1.	Coste del proyecto.....	34
9.	IMPACTO SOCIOAMBIENTAL _____	35
10.	CONCLUSIONES _____	37
10.1.	Recomendaciones.....	37
11.	AGRADECIMIENTOS _____	39
12.	BIBLIOGRAFÍA _____	40
12.1.	Referencias bibliográficas	40
13.	ANEXO A - PRINCIPALES TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DEL TRABAJO _____	41
14.	ANEXO B - FUNCIONES DEL OPERARIO DE MÁQUINAS INYECCIÓN _____	54
15.	ANEXO C - PLANOS _____	57
16.	ANEXO D - ESTUDIO MTM-2 _____	61
16.1.	Estudio para producto acabado	61
16.1.1.	Contador con autonomía de dos cajas.....	61
16.1.2.	Contador con autonomía de 6 cajas.....	64
16.1.3.	Transporte a EX1	67
16.2.	Estudio para producto semiacabado.....	70
16.2.1.	Contador con autonomía de dos cajas.....	70
16.2.2.	Contador con autonomía de 6 cajas.....	73
16.2.3.	Transporte a EX2	76
16.3.	Tabla resumen de tiempos.....	78
17.	ANEXO E - CUADRO DE MOLDES _____	79



3. Prefacio

3.1. Origen del proyecto

Menshen Iber S.L. está constantemente implementando mejoras a sus procesos, con máquinas de última generación y sistemas informáticos acordes. Esta política de empresa está motivada no sólo por la filosofía de sus directivos, sino también por la imposición del mercado que lo demanda en cuanto a productividad y competitividad.

Si bien el proceso de mecanización y automatización de la planta está bastante avanzado y, por lo tanto, el requerimiento de personal ha ido disminuyendo con el tiempo, siempre será necesario prever la mano de obra necesaria para llevar a cabo el trabajo de cada instante dado.

Debido a la imposibilidad de robotizar todo el proceso y para implementar en sus sistemas informáticos la asignación automática de su recurso humano, la empresa decidió realizar el estudio completo del proceso productivo dentro de la planta de producción para poder conocer con precisión las tareas, tiempos y personal necesario a emplear. Por lo que será imprescindible definir el procedimiento, junto con los estándares de trabajo y estimar los tiempos unitarios de cada tarea para así poder definir la cantidad de personal requerido en cada momento y según configuraciones de la planta de los moldes en las máquinas.

3.2. Motivación

Tanto el exceso de trabajo como el defecto influyen negativamente en la motivación de los trabajadores a la vez que afecta a la cuenta de resultados de la empresa.

Un estudio detallado de las cargas de trabajo de los operarios de inyección permitirá que un programa informático pueda determinar de manera precisa las asignaciones de personal, minimizando los problemas relacionados con la variación de intensidad en el trabajo de estos.

El estudio afectará a todo el grupo Menshen debido a la similitud de los procesos productivos de todas las plantas.



4. Introducción

4.1. Objetivos del proyecto

El objetivo de este proyecto es identificar los procesos de trabajo de un operario de inyección de la empresa Menshen Iber S.L. para cada una de sus máquinas de inyección, a fin de determinar su carga de trabajo y tiempos, determinando el porcentaje de utilización del trabajador por máquina, y así, introducir el coeficiente correspondiente en la herramienta informática que asignará el recurso humano automáticamente.

4.2. Alcance del proyecto

El presente proyecto evaluará los tiempos necesarios para la realización del proceso productivo de inyección dentro de la propia planta de producción.

Se identificarán los movimientos y recorridos empleados para el mismo, y se calcularán los pesos o restricciones de acuerdo con el grado de utilización del operario por máquina, para que el programa informático pueda asignar automáticamente el recurso humano disponible para cada uno de los moldes operativos.

Para ello se estudiarán los diferentes métodos de medida de tiempos, y se elegirá el procedimiento óptimo para el cálculo.

Finalmente, se implementarán los resultados y se comprobarán “in situ” las consecuencias de las asignaciones.

No entra dentro del alcance del proyecto el estudio de la implementación de posibles mejoras, si bien al final del mismo, se redactarán recomendaciones para el aumento de la productividad.

A su vez, queda fuera de este proyecto el estudio de los “procesos especiales” (pág. 19). El estudio de estas máquinas de ensamblado se realizará una vez comprobada la viabilidad del método aquí propuesto.



4.3. Presentación del problema

Actualmente la distribución de las máquinas la realiza el jefe de planta del turno correspondiente de acuerdo a su experiencia, intentando asignarlas para que cada operario tenga la misma carga de trabajo.

En consecuencia se generan irregularidades ya que normalmente el reparto no es equivalente para todos.

Una de las herramientas informáticas utilizadas por la empresa da la posibilidad de asociar cada máquina al número de trabajadores indispensables para llevar a cabo su apropiado funcionamiento. Esta herramienta es el Asprova Proteo, que más adelante se describirá en detalle.

Hoy en día se asigna un valor por defecto a cada trabajo por máquina, al que llamo **coeficiente por molde**, que para la mayor parte de las máquinas está tabulado a 0,15 (un trabajador dedicará un 15% de su jornada laboral a esa máquina), ya que por experiencia son 6 ó 7 máquinas las que un operario puede llegar a soportar.

En el programa se debe introducir un coeficiente por molde justo, de manera que quede bien definido el requerimiento necesario de personal para su correcto funcionamiento.

Pero como cada molde tiene diferentes exigencias de recurso humano es preciso realizar un estudio en profundidad e incluir el coeficiente exacto para que el sistema sea fiable y la repartición de las máquinas sea la más equitativa posible, y además, automática.



5. Presentación de la empresa

5.1. Grupo Menshen



El grupo Menshen está especializado en la inyección de plástico dentro del sector del packaging.

Sistemas de packaging y tapones de plástico presentes en numerosos artículos tales como botellas, tubos y bolsas del sector del hogar y detergencia; así como también en el sector de higiene personal, productos farmacéuticos, industria química y de lubricantes e industria alimentaria.

Menshen está presente a lo largo de todo el mundo con fábricas en China, Rusia, Méjico, Estados Unidos, Alemania y España, y delegaciones en Francia, Singapur, Reino Unido y Suiza. Generalmente fábricas orientadas a algún tipo de fabricación en particular dentro del amplio número de productos de la compañía. Compañía perteneciente a la familia Menshen, dentro del grupo de empresas de L.U.K.A.D Holding, con el Sr. Knut Menshen a la cabeza. Las oficinas centrales se encuentran en Finnentrop, Alemania, desde donde se deciden las estrategias y políticas a seguir por sus filiales.

Son muchos los servicios ofrecidos por la empresa, desde productos estándar, de catálogo, hasta productos adaptados según los requisitos del cliente que se podrían llamar exclusivos. Con una potente oficina técnica para el diseño de la pieza deseada, junto con la propia construcción de máquinas y los conocimientos suficientes, Menshen consigue la máxima eficiencia en sus moldes y, por consiguiente, el ahorro y la rentabilidad de sus clientes.

Entre los clientes más importantes encontramos Sara Lee, Henkel, Reckitt Benkiser, Unilever o Procter and Gamble, a los que se destinan prácticamente un 80% de los recursos disponibles, siendo estos la base soporte de la compañía, si bien es cierto que el porcentaje destinado a clientes locales está aumentando progresivamente debido al auge de las marcas blancas y a las condiciones económicas del momento.



5.2. Menshen Iber S.L.

MENSHEN GmbH & Co.KG, multinacional alemana, absorbió a la empresa española *Bielfe S.L.* en el año 1996. *Bielfe S.L.* era especialista en aplicadores de espuma para el calzado, con una tecnología de soldado entre ambas partes, de la espuma con la base de plástico, que muy pocos tenían en el mundo.

MENSHEN GmbH & Co.KG quiso introducirse en este sector, a la vez que lo hacía en el mercado español, absorbiendo la compañía y adquiriendo esta tecnología, convirtiéndose así en lo que finalmente fue **Menshen Iber S.L.**

La fábrica está situada en Molins de Rei, y cuenta con 8000 m², dentro del polígono industrial del Pla, a 4 km de Barcelona. Disponen de tres naves, una de producción con dos plantas de 2250 m² y dos de almacén, para producto semiacabado y acabado, con 1190 m² y 1250 m² respectivamente.



Foto 6.1 – Fachada de la empresa Menshen Iber S.L.



5.2.1. Plantilla

Actualmente la empresa cuenta con 97 trabajadores en plantilla distribuidos de la siguiente manera:

Departamentos	Personal
Inyección	48
Montajes	8
Comercial	2
Administración	9
Calidad	7
Gestión de la producción	3
Mantenimiento	12
Logística	8

Tabla 6.1 - Composición plantilla Menshen Iber S.L. (julio 2010)

Durante estos últimos años la plantilla de la planta de producción (Inyección y Montajes) ha ido disminuyendo progresivamente, ya que se fueron implementando mejoras y automatizaciones de procesos, eliminando trabajos manuales repetitivos, con el consecuente descenso de personal.

Como se observa en la Tabla 6.1, Inyección cuenta con 48 empleados distribuidos en turnos de día, tarde, noche y fin de semana, ya que la fábrica funciona ininterrumpidamente.

El estudio del trabajo de los trabajadores de la planta de inyección es lo que se describe en este proyecto.

Para el 2010 la compañía presupuestó más de 1 millón de euros en I+D, para la mejora de procesos y nuevas máquinas y productos, de lo que se obtiene el interés por el progreso continuo y la apuesta de aumento de cuota de mercado, año a año, con sus principales competidores.

5.2.2. Competencia

Dentro de estos competidores se encuentran Seaquist, Zeller o Weener Plastic, cada una con una cuota de mercado internacional aproximadas a la de Menshen. En el gráfico 6.1 se



muestra como se reparten la cuota de mercado nacional, donde aparecen Plásticos González y Bericap, competidores exclusivamente domésticos.

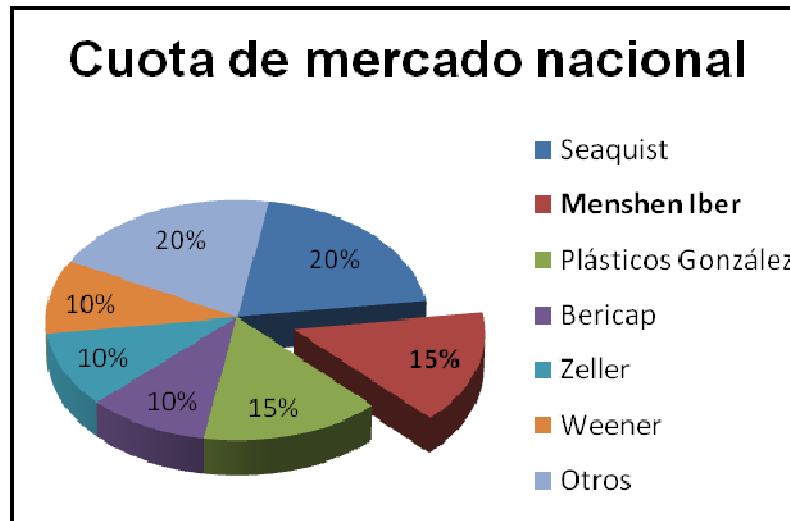


Gráfico 6.1 – Cuota de mercado nacional (julio 2010)

5.2.3. Productos

Los artículos que se fabrican en esta planta son muy variados. A continuación se muestra un pequeño resumen de los artículos más característicos:

- Tapón tipo “Push Pull”



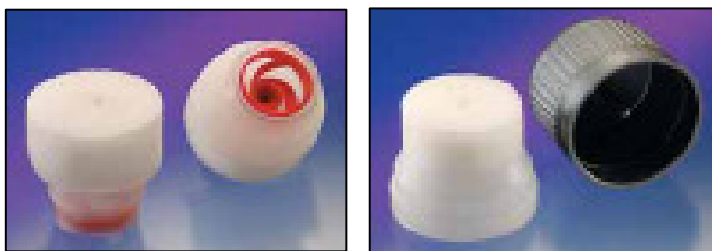
Este tapón está formado por dos piezas, base y tirador, que se inyectan de manera separada y, previo paso por el almacén de productos semiacabados, se unen en las ensambladoras. Se estudiará la fabricación de las dos piezas por separado, pero no el ensamblaje.

- Canastillas WC



Tapón formado por 3 piezas de inyección que luego la máquina ensambladora une. Como se ha comentado anteriormente se estudiará el proceso de inyección.

- Aplicadores con esponja



Formados por piezas de inyección a las que se les suelda la espuma. El proceso de soldado no será estudiado.

- Conjunto A42



Este conjunto está formado por un tarro de cristal, que se compra a una empresa exterior, y una tapa soporte donde se coloca el aplicador de esponja. Se estudiarán los moldes de la tapa y el aplicador.

- Glosario de tapones de inyección a estudiar (ejemplos)





5.3. Herramientas informáticas

Hoy en día los sistemas de información son más que necesarios para la competitividad de la empresa. La comunicación entre departamentos y la gestión de los datos de una manera rápida y eficaz elevan la productividad.

Menshen Iber S.L. dispone de varias de estas herramientas, entre las que encontramos el ERP (Enterprise Resource Planning) *FÉNIX*, que ofrece los mismos servicios que el SAP (Software de gestión y estrategia) pero con unas cuotas más asequibles, y el *ORACLE*, considerado como uno de los sistemas de bases de datos más completos. La unión de estos dos da lugar a un potente mecanismo de gestión.

Los sistemas que más afectan al estudio de este trabajo son los que se explican más en profundidad a continuación:

5.3.1. Asprova



El Asprova es un sistema de planificación avanzada (APS).

A lo largo de los años 80 y 90, los sistemas ERP lograron integrar los procesos internos de la empresa (pedidos de cliente, pedidos de compra, órdenes de producción, facturas,...), llegando a convertirse en la espina vertebral tecnológica para la mayor parte de las transacciones de informaciones de la compañía.



A mediados de los 90, se puso en evidencia que centrarse solamente en los procesos internos de la empresa no era suficiente para mejorar el rendimiento económico de ésta.

El mayor impacto en la ejecución de los negocios no se produce en los procesos estándar como los cubiertos por el ERP, sino en las excepciones y la variabilidad (pedidos de proveedores que llegan tarde, pedidos de clientes mayores de lo previsto,...).

Una respuesta adecuada a estas situaciones de excepción es lo que produce la mejora y redundancia en ahorro de dinero y perfeccionamiento del servicio. Para reaccionar a tiempo a estas necesidades se requieren las funcionalidades de los sistemas APS (Advanced Planning Systems). Éstos proporcionan soluciones rápidas a condiciones anómalas y variabilidad, además de ayudar a la instauración de procedimientos de planificación y metodologías poderosas.

La Cadena de Suministro está dirigida por tres factores principales: la flexibilidad y sensibilidad, la información oportuna y certera para dirigirla al conocimiento y la actitud de las personas que la gestionan. Los APS ayudan y proporcionan ventajas en estas áreas, y unidas generalmente a la base de datos del sistema ERP, proporcionan pronósticos más acertados y exactos, determinan dónde se necesita más stock, qué niveles de inventario son necesarios para cumplir el nivel de servicio de clientes, y cuánto y dónde se debería producir.

El APS consigue millones de ahorro en costes e incremento en las ventas gracias a la optimizada rotación de inventario, menor pérdida de ventas por la reducción de roturas de éste, mejora de la exactitud de los pronósticos y de la fiabilidad en los compromisos de órdenes de entrega.

Los motivos por los que las empresas implantan las herramientas APS son múltiples, entre otros, para soportar el rápido crecimiento del negocio, gestionar la red de la cadena de suministros, satisfacer la demanda de los clientes finales, gestionar la cada vez más frecuente introducción de productos, reducir la dependencia de las horas extraordinarias para satisfacer las previsiones de entrega, mejora del transporte y de los procesos SOP (Sales & Operations Planning).

No obstante, las empresas han de tener en cuenta una serie de factores para implantar exitosamente una herramienta APS: un equipo multifuncional con fuertes incentivos (energía, poder de comunicación,...), datos (se debe considerar la enorme cantidad de datos necesarios para las compañías que se encuentran fuera de la organización) y Gestión del Cambio.



Son muchas las ventajas que aporta a la empresa el contar con herramientas avanzadas de planificación de la cadena de suministro:

- Aumento del nivel de servicio al cliente
- Aumento de la producción (en casos de capacidad limitada son situaciones de cuellos de botella en los recursos)
- Reducción del tiempo del ciclo de planificación
- Disminución de gastos operativos como de las horas extraordinarias usadas para cubrir picos de demanda
- Disminución de inventarios
- Acortamiento del “lead time” de los pedidos y de las órdenes de producción

5.3.2. Proteo

Proteo[©]

PROTEO es un software hecho en PHP que le permite a una empresa, automatizar e integrar procesos de gestión administrativa, presupuestaria, contabilidad, inventarios, facturación, gastos y acceder a la información en tiempo real.

El control automático de procesos es parte del procedimiento industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como segunda revolución industrial. El uso intensivo de la tecnología automática es producto de una evolución que es consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control. Su estudio intensivo ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas. Se usa fundamentalmente porque reduce el coste de los procedimientos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control. Además hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado, y la eliminación de errores.

Como sistema automático de control de planta, es capaz de recoger y visualizar en tiempo real los datos de producción, contando piezas o identificando problemas. Las ventajas de su uso son: no utiliza papel, elimina procesos manuales, funciona integrado en el ERP de la empresa y, como se ha dicho, recoge y visualiza los datos en tiempo real.

Es el Proteo el que cuenta las piezas al entrar en el brazo que reparte las unidades en las cajas.





6. Antecedentes

6.1. Características de la fábrica

La fábrica cuenta con dos plantas de producción. La planta baja, donde se realizan los artículos con esponja, aplicadores esponja para tubo, etc., y ensamblados de discos de aluminio, *A42* y *Canastillas WC*, que se han comentado en apartados anteriores. En la planta superior se encuentran las máquinas ensambladoras del tapón *Push-pull* y las máquinas de inyección, que son las del objeto del estudio.

En el Anexo C (Plano 1) se puede ver la disposición de la planta en detalle, así como la situación de los almacenes de producto semiacabado y acabado, que influirán en la distancia a recorrer por los trabajadores a la hora del cálculo de los tiempos.

También en el Anexo C se encuentra un plano general de la empresa y un resumen de zonas de la planta superior objeto del estudio (respectivamente Plano 2 y 3).

La fábrica cuenta con 55 máquinas, 31 de ellas son máquinas de inyección dentro de lo que denominamos de proceso “normal” y 24 máquinas que denominamos de proceso “especial”. Estas 6 máquinas inyectoras junto con las 18 ensambladoras se estudiarán en una segunda fase, una vez se haya comprobado la validez del método.

Menshen Iber S.L. dispone de tres almacenes:

Uno para materia prima, EX3, en la planta baja, que no necesitaremos para el estudio, ya que los operarios de inyección no trabajan con los silos desde los que se alimentan las máquinas inyectoras.

Otro de almacén para productos semiacabados, EX2, a donde se deberán dirigir los operarios en determinados momentos del proceso para artículos semiacabados.

Y por último el almacén de producto acabado, EX1, que también será mencionado durante el proceso productivo, ya que es donde se depositarán los palés una vez se hayan retractilado.



6.2. Características del proceso

Para la fabricación de los tapones de plástico las máquinas de inyección absorben el material de los silos situados en la planta inferior. Este material se encuentra en estado sólido y granulado, lo que se denomina granza.

El material se funde en el interior de la máquina y con la ayuda de un punzón, y el molde determinado, se genera un número definido de piezas correspondientes al número de cavidades del molde. El ciclo de trabajo del molde, tiempo en el que se abre y se cierra, dará la frecuencia de fabricación del número de cavidades disponibles en ese molde.

Ésta es una característica importante para el estudio, ya que el ciclo y número de cavidades se utilizarán para determinar la velocidad de llenado de las cajas y palés.

Una vez las piezas son expulsadas del molde caen a una cinta transportadora y a su vez a un brazo mecánico que cuenta las piezas y distribuye según sea necesario por todas las cajas.

A continuación en la Fig. 1 se observa la situación normal de una máquina con su brazo y cajas colocadas en posición:

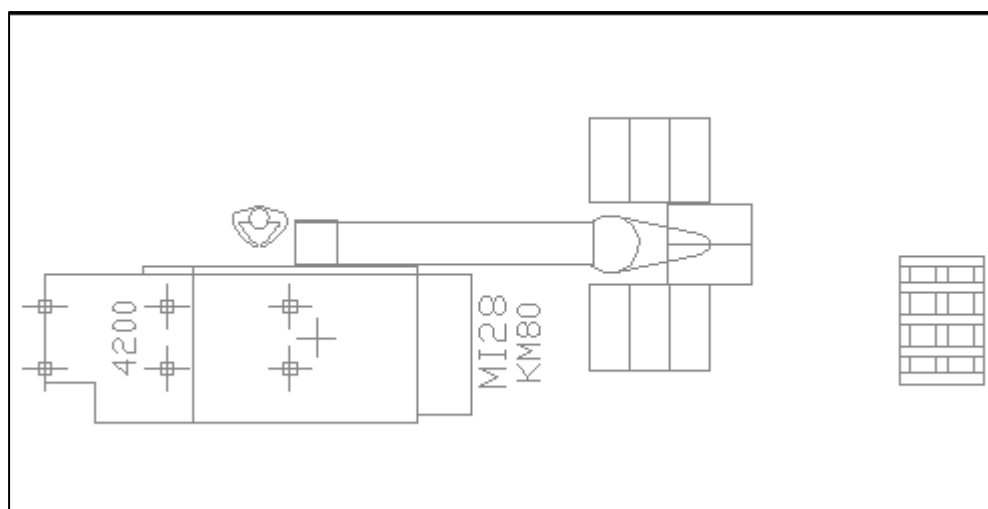


Fig. 6.1. Ejemplo de situación de las máquinas

Este brazo girará desde la primera caja hasta la última, en este caso 8 cajas, y cuando llegue al final accionará una alarma, primero visual y luego acústica, para avisar al operario de su fin de ciclo.



Este operario se dirigirá a la máquina y cambiará las cajas llenas por vacías, dejando otra vez la máquina preparada y transportando las cajas llenas a un palé. Una vez el palé esté completo será transportado, o bien al almacén de producto semiacabado EX2, o a la retractiladora, donde se envolverá con un film de plástico para impedir que las cajas se separen en el transporte, y posteriormente posicionarlo en el almacén EX1 de producto acabado. Se recogerá un palé vacío y se colocará en la posición de carga. Siempre manteniendo el buen estado y limpieza del lugar de trabajo.

Dentro del proceso productivo existen pequeñas diferencias a la hora de tratar el producto final que sale de máquina. Debido a estas características definimos dos tipos de proceso:

- Procesos normales
- Procesos especiales

Los procesos normales son los arriba explicados con pequeñas variaciones, como por ejemplo en número de cajas por brazo. Estos procesos se dan en el 70% de los productos.

Para los procesos especiales consideramos todas aquellas piezas que no son tratadas de la manera antes expuesta. En ellos se encuentran todas las máquinas ensambladoras ya que la materia prima utilizada es material previamente fabricado y guardado en el almacén EX2.

Como ejemplos de estos procesos especiales se pueden citar los tapones *Push Pull* o el Superconcentrate 60 ml de Henkel. La fabricación del primero se realiza en dos partes, parte inferior o base, y parte superior o tirador, que se almacenan en el almacén EX2 y se vuelven a traer a producción cuando son requeridas. Para el segundo, se tiene la máquina ensambladora junto a las dos máquinas que producen las partes que la conforman de manera que no se llegan a almacenar y se alimenta la ensambladora directamente.

Dentro del proceso productivo, el operario de fábrica tiene unas funciones bien definidas que se adjuntan en el Anexo B.

Actualmente en la planta se distribuye a la gente de manera manual por las diferentes zonas de la planta, de acuerdo a la experiencia que se tiene en cuanto al volumen de trabajo y exigencias por máquina.



6.3. Método de trabajo

Para estudiar el tiempo necesario para la fabricación de un determinado producto es necesario la identificación de todas las operaciones implicadas susceptibles de asignación de tiempo.

Una vez identificadas las operaciones, éstas deben ser descompuestas en elementos simples para poder realizar un estudio de precisión.

El análisis del proceso comprende el registro del método con los soportes adecuados para su estudio.

La información recogida sobre el proceso contendrá una gran variedad de datos en cuanto a descripción de operaciones, tiempo de ejecución, croquis de emplazamientos, etc. Por lo que es importante sistematizar toda la información recogida de manera que se facilite su utilización.

El procedimiento que se va a seguir para ello será elaborar un expediente para los diferentes tipos de procesos y moldes en el que se registre la información pertinente. Cada expediente contendrá:

1. Descripción del proceso en cuestión
2. Estudio de tiempos
3. Diagrama hombre-máquina
4. Identificar restricciones

1. Descripción del proceso en cuestión

En la descripción se reflejará el proceso objeto de estudio con las observaciones que pudieran ser útiles. Se informa de sus características y se desglosan todas las operaciones necesarias en el proceso.

2 Estudio de tiempos

En este apartado se estudiarán los tiempos necesarios para llevar a cabo las operaciones correspondientes según el método elegido óptimo.

Se tendrá en cuenta que los tiempos de cambio de caja y transporte de palé son los mismos para todos los moldes.



Dependiendo de los artículos, lo que variará será la frecuencia de estos cambios y transportes, además de pequeñas diferencias, como de si el artículo requiere bolsa de plástico o no, o de si es producto semiacabado, o se debe retractilar antes.

Además se añadirán los respectivos suplementos de acuerdo con las condiciones de trabajo estudiadas y el convenio establecido.

3 Diagrama hombre-máquina

Gráfico en el que se muestra la exigencia de la máquina en cuanto a la mano de obra necesaria para su correcto funcionamiento. El gráfico se mostrará de manera ilustrativa para el molde de ejemplo, ya que no es necesario para el cálculo de la restricción.

4 Identificación de la restricción

Con la información disponible del estudio realizado se obtendrá un porcentaje de utilización por máquina, coeficiente de molde a introducir en el sistema informático Asprova.

6.4. Alternativas

Se hace indispensable disponer de todas las alternativas disponibles hoy en día, así como de todos los datos relevantes para abordar el problema.

6.4.1. La medición del trabajo

Es necesario para llevar a cabo un estudio de métodos de trabajo, una acción paralela de medida de los tiempos, 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 OIT (Organización Internacional del Trabajo), en su obra "Introducción al estudio del trabajo" [3], 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 se limita al adecuado análisis de los métodos de producción, sino que es un elemento imprescindible para el enfoque de otros aspectos del proceso productivo de la empresa, tales como:

- Programación de la producción; determinar los plazos de entrega
- Equilibrado de líneas de producción; ajuste de equipos



- Cálculo de costes; adecuación de presupuestos
- Medida de la actuación personal a efectos retributivos o cálculo de incentivos.

En general, se puede tener la seguridad de 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.

La primera decisión que se ha de adoptar, es la elección de los medios utilizados para esta medida, dentro de la amplia gama de posibilidades de que se dispone actualmente. Esta elección estará determinada por la exactitud y precisión exigidas según la utilización que se haga de los tiempos obtenidos.

6.4.2. Las principales técnicas para la medición del trabajo

Entre las principales técnicas para la medición del trabajo encontramos técnicas directas, como pueden ser el estudio de tiempos o cronometraje y el muestreo de trabajo, o técnicas indirectas, como pueden ser la estimación, datos normalizados o los Sistemas de Tiempos Predeterminados de Movimientos (STPM).

En el Anexo A se encuentra una detallada descripción de estos sistemas.

6.5. Criterios de evaluación

Se valorará el coste de uso de cada método, de licencia, formación y personal necesario para llevarlo a cabo

Además será primordial el tiempo necesario para obtener unos resultados fiables, por lo que se evaluará la rapidez con que se obtengan. Partiendo de la base de que se utilice la misma cantidad de recurso.

La facilidad y flexibilidad del método a la hora de aplicar cambios o introducir nuevas peticiones será considerada también.

La posibilidad de localizar mejoras y poder implementarlas en el método de una manera simple será valorada en mayor medida.



6.6. Decisión del método

Después de la descripción en detalle de los métodos existentes y de los criterios especificados se afrontará la medición de tiempos mediante MTM-2, ya que permite ver el método en profundidad y unos resultados rigurosos. El MTM-2 es el método más aconsejable ya que reúne condiciones de productividad, ergonomía y seguridad.

Su coste es alto, pero su utilización mostrará los elementos de que está compuesto el trabajo en cuestión y permitirá ver cómodamente la localización de derroches de tiempos.

El cronometraje también será usado para aquellas operaciones en las que el uso del MTM-2 supondría un coste desorbitado. Estas operaciones quedarán entonces fuera de cualquier estudio de mejora de métodos que se pudiera realizar en un futuro próximo.

El procedimiento que se debe seguir para realizar un estudio MTM es el siguiente:

- 1) Dividir la operación en elementos, compuestos de no más de 12 movimientos, ejemplo: tomar la pieza, colocar la pieza en el mecanismo, cerrar el mecanismo, cerrar la alimentación, etc.

Este paso es importante para visualizar con éxito los movimientos necesarios, especialmente para el principiante.

- 2) Identificar los movimientos MTM necesarios para ejecutar cada uno de estos movimientos, utilizando las tablas para clasificar los movimientos (Tabla 7.1).
- 3) Registrar estos elementos y movimientos siguiendo la pauta de la hoja de síntesis.
- 4) Después de identificar y registrar todos los movimientos, consultar las tablas de tiempos (Tabla 7.2) y anotar estos tiempos en la hoja de síntesis.
- 5) Sumar los tiempos, para así obtener el tiempo esperado para la tarea.



CATEGORÍA	SIMBOLO
RECOGER	GA GB GC
PONER	PA PB PC
REASIR	R
APLICAR PRESIÓN	A
EMPLEAR LOS OJOS	E
MOVER EL PIE	F
DAR UN PASO	S
INCLINARSE Y LEVANTARSE	B
FACTORES DE PESO	GW PW
HACER GIRAR	C

Tabla 6.2. Movimientos del sistema MTM-2

GA	GB	GC	SIMBOLO	PA	PB	PC
3	7	14	5	3	10	21
6	10	19	15	6	15	26
9	14	23	30	11	19	30
13	18	27	45	15	24	36
17	23	32	80	20	30	41
GW: 1 por kg				PW: 1 por 5 kg		
A	R	E	C	S	F	B
14	6	7	*15	18	9	61

Tabla 6.2. Tarjeta de datos para el sistema MTM-2



6.7. Secuencia de proceso

En este apartado se presenta de qué manera se calculan de forma sistemática los tiempos y restricciones finales.

Actualmente se tiende a estandarizar y unificar los criterios de cálculo de tiempo a nivel de ciclos, costes y capacidades, con el objetivo de minimizar el tiempo de análisis. Así pues, a continuación definiremos la nomenclatura que se utilizará en el estudio:

TM: Tiempo máquina o no influenciado que se asigna a una pieza en la fase del proceso para un operario, incluyendo los coeficientes correspondientes. En estos coeficientes se incluyen los paros propios de la máquina, interferencias o cambios de molde.

Se considera continuamente trabajando a la máquina inyectora, ya que sólo se parará en caso de fallo, que ya ha sido considerado mediante coeficientes de acuerdo a la información dada por el departamento de producción. La máquina sigue trabajando mientras al operario cambia las cajas luego su actividad es siempre activa.

Este dato será recogido del sistema informático de la empresa y está calculado según el tiempo se emplea para llenar una caja multiplicado por el número de cajas de que dispone el brazo contador automático.

Se ha utilizado un determinado incremento para cada molde de acuerdo a la información dada por los jefes de producción, de manera que queden recogidos posibles fallos de fiabilidad. Todos los datos están presentes en el archivo adjunto "moldes.xls".

To: Tiempo operario o influenciado que se asigna al trabajo manual a una actividad normal (tiempo normal) y que incluye los suplementos por necesidades personales y descanso.

El operario cambia las cajas mientras la máquina sigue trabajando por lo que el ciclo de trabajo es el siguiente:

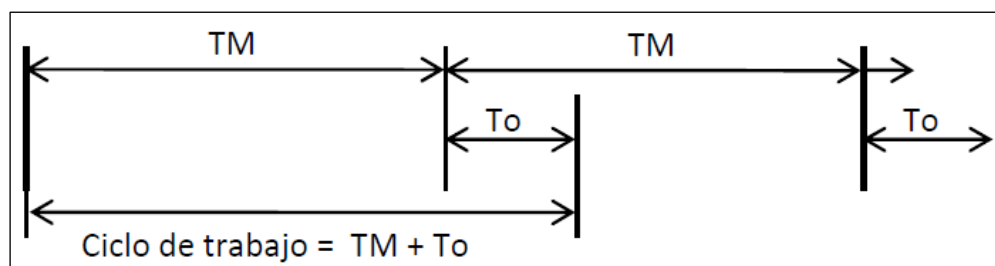


Fig. 7.2 – Ciclo de trabajo



Será la relación entre T_M y T_o la que nos dará el porcentaje de saturación en que se encuentra el operario con una máquina determinada.

Además de T_o se ha tenido en cuenta un **tiempo de inicio de turno** (T_i), especial ya que se debe comprobar todo, preparar en caso necesario, e imprimir las etiquetas correspondientes para colocarlas en las cajas una vez se posicionan en el brazo separador.

Un caso parecido al final de turno con el **tiempo de final de turno** (T_f), ya que se debe comprobar otra vez que se deja todo en perfecto estado.

Además cada cierto tiempo se llenará un pallet y, aparte de cambiar las cajas, éste se deberá transportar a su destino correspondiente, lo que se denominará **tiempo de transporte** de palé completado (T_t).

Se debe considerar la **frecuencia de cambio** (f_c), con la que el operario debe ir a la máquina a cambiar las cajas, y la **frecuencia de transporte** (f_t), con la que el palé deberá ser almacenado. Frecuencias que estarán directamente condicionadas al **TM**, y estimando una jornada de trabajo laboral de ocho horas menos quince minutos de descanso.

A continuación se ilustra un gráfico con el que se puede entender mejor los diferentes tiempos de los que se hablarán durante el trabajo.

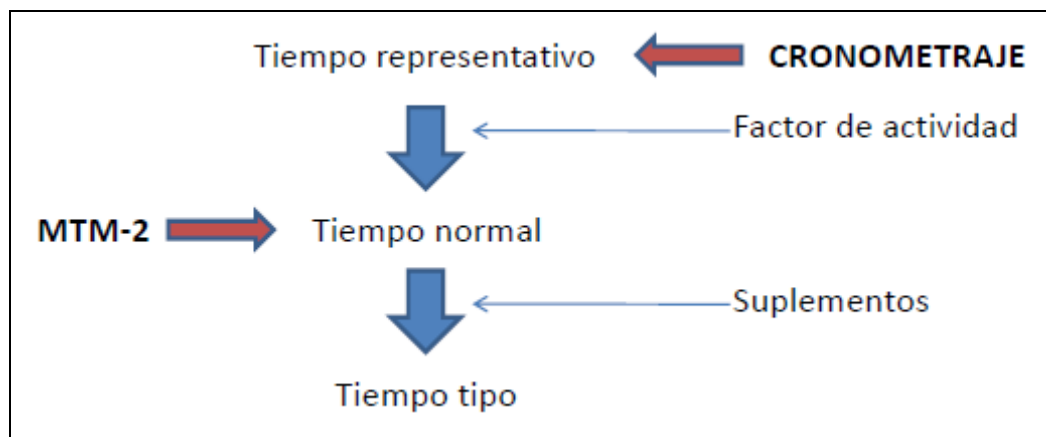


Fig.7.3 - Tiempos

Al tiempo obtenido del cronometraje se ha de añadir el factor de actividad y los suplementos, y al MTM-2 se le añadirán los suplementos pero hay que mencionar que del estudio MTM-2 se obtiene un tiempo normal con un factor de actividad 111, así que primero, se debe calcular el tiempo normal a un factor de actividad de 100 y después, sumar los suplementos.



Se define el **factor de actividad** como el juicio que efectúa el observador sobre la actividad desarrollada por el operador en la ejecución de una operación, por comparación con un patrón de actuación normal. Este factor vendrá determinado por el ritmo de trabajo del operador, que a su vez es el resultado de la pericia, habilidad y rapidez con que se efectúan los movimientos para aquella acción. Para cuantificar dicho factor, se comparará tal ritmo con un ritmo “normal” de trabajo.

“Se define como ritmo o actividad normal la desarrollada por un operario medio que actúa bajo una dirección competente pero sin el estímulo de una recompensa por rendimiento” [1].

Es también aquel ritmo que puede mantenerse día tras día, sin excesiva fatiga física o mental. Se caracteriza por un esfuerzo constante y razonable.

6.7.1. Suplementos

Después de calcular el tiempo normal, debe realizarse un paso más para llegar a un tiempo estándar justo. Este último paso es agregar un suplemento para tomar en cuenta las muchas interrupciones, demoras y disminuciones en el paso causadas por la fatiga en toda tarea asignada.

En la Fig.7.4 se puede ver como se calculan estos suplementos [3]:

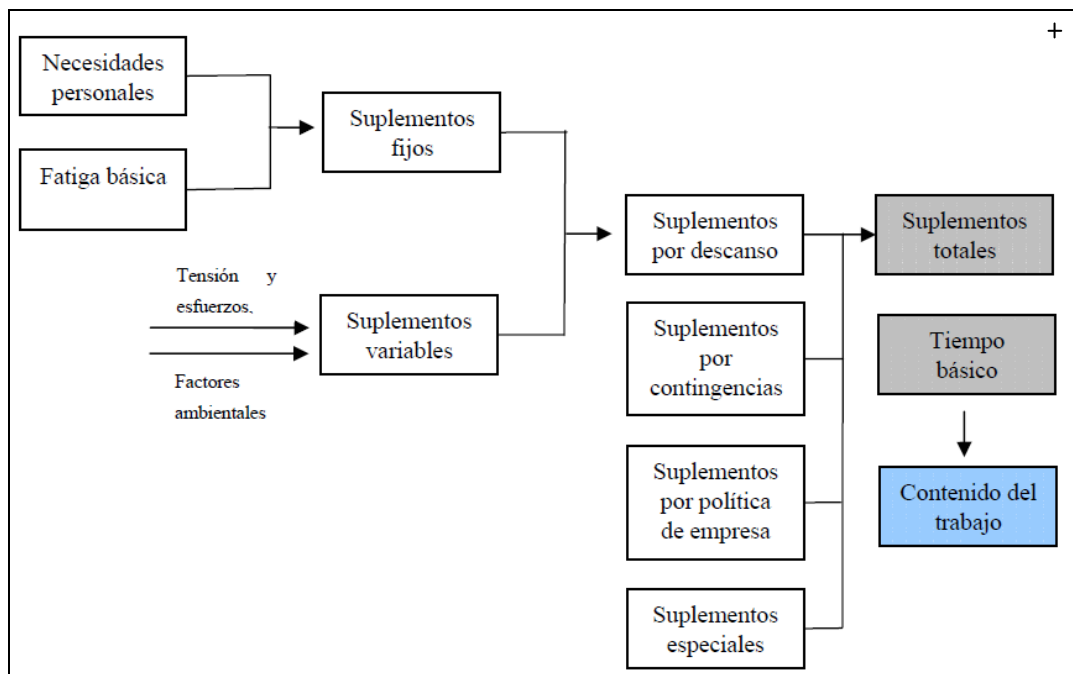


Fig.7.4 - Suplementos



Se puede observar como los suplementos por descanso son una parte importante con respecto al resto de suplementos, que sólo se aplican en determinadas circunstancias.

Dentro de los **suplementos fijos o constantes** se incluyen las necesidades personales y la fatiga básica.

Las necesidades personales incluyen suspensiones de trabajo para mantener el bienestar del empleado, como por ejemplo, beber agua o ir al servicio. No existe una base científica para asignar un porcentaje numérico; sin embargo, la verificación detallada de la producción ha demostrado que un suplemento del 5% para tiempo personal, unos 24 minutos en 8 horas, es adecuado en condiciones de trabajo normales.

El suplemento por fatiga básica es una constante que toma en cuenta la energía consumida para llevar a cabo el trabajo y aliviar la monotonía. Se considera adecuado asignar un 4% del tiempo normal para un operario que hace trabajo ligero, sentado, en buenas condiciones, y sin exigencias especiales de sus sistemas motrices.

Los suplementos por descanso suelen traducirse en verdaderas pausas. Si bien no hay regla fija sobre estas pausas, es corriente que se haga cesar el trabajo durante diez o quince minutos a media mañana y a media tarde, a menudo dando la posibilidad de tomar café, té o refrescos, y que se deje al trabajador que utilice como le parezca el resto del tiempo de descanso previsto.

Dentro de los **suplementos variables** se encuentran los suplementos debidos a posturas anormales, fuerza muscular, iluminación, condiciones atmosféricas, ruido, monotonía, etc.

Para el estudio sólo vamos a considerar un suplemento por estar de pie del 2%, como postura incómoda. Todos los demás se encuentran dentro de los límites normales y no son susceptibles de ser añadidos.

Tampoco se estiman suplementos especiales ya que no vienen al caso.

Por lo que el suplemento total a tener en cuenta será:

Suplemento necesidades personales		Suplemento por fatiga básica		Suplemento por postura incómoda		Suplemento total
5%	+	4%	+	2%	=	11%



6.7.2. Distancias a los almacenes EX1 y EX2

Las distancias de las máquinas a los almacenes EX1 y EX2 han sido normalizadas para agilizar el estudio. Cada molde puede emplearse en multitud de máquinas, siendo la variabilidad tal que sería imposible realizar el estudio.

Se utilizarán unas distancias promedios de acuerdo con los cálculos realizados a fin de simplificar el cálculo MTM:

Máquina	Distancia (m) a	
	EX1	EX2
MI0004	63,85	84,43
MI0007	66,93	80,77
MI0008	76,39	64,9
MI0009	41,52	97,72
MI0010	74,16	73,54
MI0011	91,5	55,75
MI0012	56,7	90,54
MI0013	60	87,24
MI0016	63,32	84,38
MI0017	59,43	88,27
MI0019	60,4	84,83
MI0020	26,01	112,51
MI0021	73,1	70,15
MI0022	77,33	70,37
MI0023	58,85	80,43
MI0024	70,97	76,73
MI0025	29,92	109,32
MI0026	46,52	100,72
MI0027	33,92	105,32
MI0028	37,42	101,82
MI0029	53,05	94,19
MI0030	72,18	75,06
MI0035	67,53	79,71
MI0036	63,91	83,33
MI0040	57,03	90,67
MI0041	84,33	53,85
MI0044	20,93	119,47
MI0045	81,7	57,75
MI0046	75,1	72,15
MI0047	86,33	61,37
MI0048	67	71,97
MI0049	71	75,97

	a EX1	a EX2
Distancias medias (metros)	61,51	82,98

Tablas 7.1 y 7.2 – Cálculo de distancias medias almacenes



7. Análisis de las operaciones

El tiempo productivo del operador total (T_e) al final del día para esa máquina será el siguiente:

$$T_e = T_i + [f_c \cdot T_o] + [f_t \cdot T_t] + T_f \quad (\text{Ec. 8.1})$$

Se tiene en cuenta el tiempo inicial y final de la jornada, en los que se comprueba y verifica que todo está en orden, se limpia y se ficha; el tiempo que tarda el trabajador en cambiar las cajas del determinado brazo contador y la cantidad de veces que este operador tendrá que hacerlo; y por último, el tiempo gastado en transportar un palé completo a su almacén, retractilado o no, por las veces que será necesario en una jornada laboral de 480 minutos (8 horas).

Este T_e proporcionará información del tiempo que el operario emplearía en esa máquina al final del día.

Una vez calculado el tiempo normal diario del empleado para ese molde añadimos los suplementos correspondientes, en este caso un 11%. Así, obtendremos el tiempo tipo y podremos identificar la restricción.

Para los casos de cronometraje se observó el nivel de actividad a la hora de realizar las operaciones y se ha regulado con el factor de actividad correspondiente.

Se estudiará cada máquina con su molde, como si solamente el operario tuviera que trabajar sobre esa, de manera que podamos determinar el grado de saturación del operario con esa máquina e identificar la restricción necesaria a introducir en el sistema.

$$\text{Porcentaje de utilización del operario} = \frac{\text{tiempo productivo del operador}}{\text{tiempo del ciclo total}} \quad (\text{Ec. 8.2})$$



7.1. Molde de ejemplo 209

7.1.1. Descripción del proceso

El molde nº 209 corresponde con el artículo “Canastilla Flush” y, según vemos en el archivo “moldes.xls”, dispone de 16 cavidades, todas ellas operativas y su ciclo de trabajo es de 10,6 segundos, luego en 7,93 minutos se llenará una caja.

El brazo contador instalado es de 6 cajas, es decir, con una autonomía de 5 cajas. Cada caja tiene 750 unidades y el palé está compuesto por 15 cajas, lo que nos da una independencia de 45,6 minutos tras los que el trabajador deberá ir a la máquina y cambiar las cajas. Cada 119 minutos se transportará el palé.

Se trata de un artículo semielaborado, luego su destino será EX2 y no necesita de bolsa.

Según estos datos sabemos que en 7,93 minutos se llenará una caja y que a los 45,6 minutos se deberá hacer el cambio de las cajas llenas por vacías. Además cada 119 minutos se deberá llevar el palé completado a EX2.

7.1.2. Estudios de tiempos

Según la tabla de tiempos del Anexo D se obtiene que:

Tiempo cambio de caja (To)	Para EX2 (sin bolsa)			
	MTM-2 (TMU)	MTM-2 (a 100)	Suplemento	Tiempo (seg)
Para autonomía de 5 cajas	7519	8346,09	1,11	370,57

Tiempo transporte palé (Tt)	MTM-2 (TMU)	MTM-2 (TN)	Suplemento (k)	Tiempo (seg)
Para EX2 (sin retractilado)	6349	7047,39	1,11	312,90

Tiempo inicial (Ti)	CTT (seg)	FA	Suplemento (k)	Tiempo (seg)
Para artículos de EX2	338,1	1,05	1,11	394,06

Tiempo final (Tf)	CTT (seg)	FA (95%)	Suplemento (k)	Tiempo (seg)
Artículos de EX1 y EX2	416,35	1,05	1,11	485,26



Calculamos las frecuencias partiendo de la base que la máquina funcionará 480 minutos por turno:

$$f_c = \frac{480}{TM} = \frac{480}{45,6} = 10,53 \text{ veces por jornada}$$

$$f_t = \frac{480}{TM} = \frac{480}{119} = 4,04 \text{ veces por jornada}$$

Con esto se aplica la Ec.8.1 del capítulo 7:

$$T_e = T_i + [f_c \cdot T_o] + [f_t \cdot T_t] + T_f$$

$$T_e = 394,06 + (10,53 \cdot 370,56) + (4,04 \cdot 312,90) + 485,26 = 100,72 \text{ minutos}$$

Luego la restricción final para este molde sería:

$$\text{Porcentaje de utilización del operario} = \frac{100,72 \text{ minutos}}{465 \text{ minutos}} \cdot 100 = 21,66\%$$

La conclusión del cálculo es que el trabajador ocupará un 21,66% de su 100% de tiempo laboral sólo en esta máquina.



7.1.3. Diagrama hombre-máquina

Diagrama de actividades múltiples				
Diagrama: Molde 209		Resumen		
Producto:	CANASTILLA FLUSH	Tiempo (min)	Hombre	Máquina
Máquina:	MI0020	Del ciclo	465min	480min
Fecha:	01/09/2010	De trabajo	100,72	480
Realizado por:	Fernando Gómez	Inactivo	379,28	0
Tiempo operario según MTM		Utilización	21,66%	100%
Operario	Tiempo		Máquina	
	Horas	min		
Inicio de turno (T _i)		15		
Inactivo		30	Ciclo llenado	
		45		
Cambio cajas (T _c)	1	0		
Inactivo		15	Ciclo llenado	
		30		
Cambio cajas (T _c)		45		
Inactivo	2	0	Ciclo llenado	
		15		
Cambio cajas (T _c)		30		
Inactivo		45	Ciclo llenado	
	3	0		
Cambio cajas y transporte palé (T _c +T _t)		15		
Inactivo		30	Ciclo llenado	
		45		
Cambio cajas	4	0		
Inactivo		15	Ciclo llenado	
		30		
Cambio cajas (T _c)		45		
Inactivo	5	0	Ciclo llenado	
		15		
Cambio cajas (T _c)		30		
Inactivo		45	Ciclo llenado	
	6	0		
Cambio cajas y transporte palé (T _c +T _t)		15		
Inactivo		30	Ciclo llenado	
		45		
Cambio cajas (T _c)	7	0		
Inactivo		15	Ciclo llenado	
		30		
Cambio cajas (T _c)		45		
Inactivo		45	Ciclo llenado	
Final de turno (T _f)	8	0		



8. Evaluación económica

8.1. Coste del proyecto

Para la realización del proyecto se ha contado con el apoyo de una empresa de consultoría para el asesoramiento en la medida de los tiempos y procesos. Además se ha utilizado el recurso de un ingeniero junior durante un periodo de 6 meses.

La tabla 9.1 muestra el coste para la realización del proyecto:

Coste del proyecto			
Descripción	Cantidad (horas)	Coste unitario bruto (€)	Total
Ingeniero junior	1.056	60	63.360 €
Cuota patronal	6	120	720 €
		Subtotal:	64.080 €
Consultoría	10	120	1.200 €
Desplazamientos	5	30	150 €
Licencias	2	300	600 €
Amortización	1	200	200 €
		Subtotal:	2.150 €
		IVA (18%):	2.537 €
			TOTAL: 66.617 €



9. Impacto socioambiental

Menshen Iber es una planta de inyección de plástico donde se trabaja con materiales de PP y PE en todas sus variedades.

Todas las máquinas son alimentadas mediante corriente eléctrica y sus emisiones a la atmósfera son nulas.

En el proceso de inyectado los residuos son mínimos, aún así, estos residuos se almacenan para ser recogidos por una empresa especializada.

Menshen Iber S.L. planifica todas sus actuaciones en un sistema de asesoramiento continuo que se lleven a cabo siguiendo los criterios de un sistema de gestión medioambiental según la norma 14001.

La planta genera residuos derivados de su proceso productivo, como son:

- Cartón
- Palés defectuosos
- Film
- PP
- PE
- Materiales de recambio de las máquinas

El proyecto trata de la definición en términos de tiempo y personal de la planta de producción. A raíz de este trabajo se puede estimar con precisión el personal necesario en cada momento, evitando retrasos de producción y haciendo el proceso más eficiente.

Al asignar las máquinas adecuadamente se reduce el gasto de material desperdiciado debido a la falta de personal y se disminuye la pérdida de motivación por parte de los trabajadores para estos momentos.

A su vez se logrará ahorrar kilómetros de los coches de los trabajadores que pudieran ser inútiles, reduciendo las emisiones de CO2 a la atmósfera, congestión de la vía pública y gastos propios del vehículo.



10. Conclusiones

Una vez terminado el estudio los resultados obtenidos son acordes a lo que se esperaba. Son coherentes y disminuyen la media de la restricción de 15% que estaba establecido anteriormente al 7,5%, con una variabilidad amplia ya que encontramos moldes de casi el 30% a moldes con el 4%.

La finalidad del estudio se ha cumplido y sólo basta implementar estos resultados en la herramienta informática para comprobar su éxito.

Se ha conseguido un método sobre el que sentar las bases para atacar aún más la productividad de la empresa.

10.1.Recomendaciones

Estudiando los tiempos de las diferentes partes del proceso productivo de inyección se han observado algunas características que debieran ser estudiadas:

El brazo contador suministra los tapones en cajas que están depositadas en el suelo. El trabajador cuando trabaja con una caja se inclina y pasa inclinado todo el tiempo de trabajo. Sería interesante estudiar un mecanismo que eleve la caja, ya sea manual o automáticamente para trabajar a una postura normal de pie. Son muchos los operarios que se quejaban de la espalda durante las dos semanas que estuve trabajando en la planta de producción.

Por otro lado, la pérdida de tiempo buscando la precintadora es considerable ya que no tienen ningún enganche ni cinturón que les permita llevarla consigo siempre

Por último se ha visto que de un operario a otro el método utilizado varió demasiado poniendo de manifiesto la necesidad de un estudio del método en sí y formación acorde. Los beneficios serían considerable y el retorno de la inversión de máximo dos años.



11. Agradecimientos

Me gustaría agradecer en primer lugar al Sr. Ramón Pradas, gerente de la empresa Menshen Iber S.L., toda la confianza depositada en mí, así como todo su apoyo para la realización de este proyecto final de carrera.

A su vez agradezco también la ayuda al Sr. Lluís Cuatrecasas, que me proporcionó toda la información necesaria así como el contacto de Albert Calvo, del Grupo ITEMSA que me dirigió en el estudio MTM-2.

Quisiera aprovechar la oportunidad para dar la gracias a todos aquellos que me han apoyado durante este largo camino lleno de alegrías y decepciones que ha sido la licenciatura, y en especial a mis padres, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible, y a mi novia, que tanto me ha aguantado en la realización de este proyecto final de carrera.

Por último, no puedo acabar sin agradecer a mi tutora Margarita González por aceptar el proyecto y dedicar su tiempo, incluso de baja o vacaciones, y guiarme durante el transcurso del mismo.



12. Bibliografía

12.1. Referencias bibliográficas

- [1] UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. CUATRECASAS ARBÓS, L. *Estudio del trabajo y mejora de procesos*. Barcelona: Ediciones UPC 1995
- [2] NIEBEL, F. *Ingeniería Industria, Métodos, Estándares y Diseño del trabajo (11ª edición)*. México: Alfaomega 2004.
- [3] KANAWATY, G. *Introducción al estudio del trabajo (4a. edición revisada)*. Ginebra: Oficina internacional del trabajo. 1995
- [4] UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. *Apuntes de la asignatura de proyectos de 5º curso. Introducción al diseño de proyectos*.
- [5] CUATRECASAS ARBÓS, L. *Organización de la producción y dirección de operaciones*. Centro de estudios Ramón Areces S.A.
- [6] UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. *Aplicaciones de mejora de tiempos de trabajo y medición de tiempos*
- [7] ASPROVA APS. Página web oficial. [<http://www.asprova.com>]
- [8] PROTEO [<http://www.easytech-sa.com>]



13. Anexo A - Principales técnicas para la medición del trabajo

-Técnicas directas:

- El estudio de los tiempos. Cronometraje
- El muestreo de trabajo

-Técnicas indirectas

- La Estimación
- Datos normalizados
- El sistema de tiempos predeterminados de movimientos (STPM)

13.1. Estudio de tiempos

También llamado **cronometraje**. Es una técnica de medición para registrar el tiempo y el ritmo de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida y realizada en unas condiciones determinadas. También se analizan los datos con el fin de averiguar el tiempo necesario para efectuar la tarea en un nivel de ejecución preestablecido.

Se ha de seleccionar a un trabajador o trabajadores cualificados en la tarea se disponen a analizar. Al ser el objetivo la fijación de tiempos tipo, éstos deben ser de un nivel que pueda alcanzar y mantener un trabajador cualificado sin excesiva fatiga.

13.2. Muestreo del trabajo

Es una técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada actividad.

Sus principales aplicaciones se centran en el establecimiento de ratios de demora o retrasos para el personal, el cálculo de un índice de desempeño de los trabajadores (para evaluaciones periódicas) y en determinación de tiempos tipo de una tarea.

- Ventajas de esta técnica:

-Los analistas no necesitan estar tan formados a menos que se quiera determinar el tiempo tipo.



- No se interfiere tanto en la actividad de los operarios.
- Al realizar observaciones instantáneas durante un largo periodo, el trabajador tiene pocas posibilidades de variar los resultados del estudio.
- La duración del estudio es larga, minimizándose los efectos de las variaciones de corta duración.
 - Inconvenientes de esta técnica:
- Muy a menudo no hay un registro del método usado por el operario.
- No es aconsejable para tareas repetitivas y de ciclo corto, en ese caso sería más aconsejable el estudio de tiempos.
- Los trabajadores pueden cambiar intencionadamente su actividad cuando están siendo observados.
- Si el analista no sigue las rutas aleatorias establecidas para la observación y los momentos aleatorios para la observación, el muestreo estará sesgado.

13.3. Estimación

Un analista, por experiencia y conocimientos, puede determinar aproximadamente los tiempos. Así pues, no es una técnica de medición propiamente dicha. Se suele usar en trabajos no repetitivos.

Su gran inconveniente es que el tiempo es normalmente poco exacto.

El método de estimación sólo se debe utilizar cuando no se disponga de otra forma de medir el tiempo.

13.4. Datos normalizados

Cuando las empresas realizan los estudios de tiempos, van elaborando las denominadas tablas de tiempos normalizados para aquellos elementos comunes a muchas tareas. Con estas tablas se pueden calcular los tiempos tipo para trabajadores nuevos o para hacer modificaciones en los tiempos que reflejen los cambios que se han ido introduciendo en las tareas existentes.

- Ventajas del uso de la técnica de datos normalizados:
- Ahorro de costes derivado de la no realización de nuevos estudios de tiempos para cada proceso nuevo o cualquier modificación de los ya existentes.



-Evitar las interrupciones originadas por el estudio de tiempos.

-Calcular tiempos tipo para nuevas tareas antes de que sean realizadas

-El uso de tiempos de estudio previos que están siendo aplicados, da una mayor garantía de que los valores sean correctos y aceptables, tanto para los trabajadores como para la empresa

➤ Inconvenientes del uso de la técnica de datos normalizados:

-Los tiempos calculados pueden no tener la exactitud deseada, sobre todo si hay muchos elementos que no se encuentran en la tabla. Si tenemos pocos elementos estándar con sus tiempos respectivos, esta técnica no es viable.

--Las condiciones de una empresa normalmente varían con respecto a las de otras, por ello es poco aconsejable usar datos de otra compañía.

13.5. Sistema de Tiempos Predeterminados de los movimientos (STPM)

El STPM es una técnica de medición del trabajo en la que se utilizan tiempos predeterminados para los movimientos humanos básicos (clasificados según su naturaleza y las condiciones en las que se ejecutan) con el fin de establecer el tiempo requerido de una tarea efectuada según una norma dada de ejecución.

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 las 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.

La base de todo sistema de tiempos predeterminados es el hecho de que las variaciones del tiempo necesario para realizar un mismo movimiento, son pequeñas para diferentes operadores que hayan recibido un entrenamiento adecuado.

La mayoría de los STPM se han realizado después de miles de estudios de tiempos en situaciones controladas y se han establecido los tiempos para cada movimiento básico, promediando todos los estudiados, lo que hace que los datos sean muy fiables.

Los STPM se fundamentan en tiempos catalogados para cada tipo de movimiento, y nunca en la observación directa de valores tiempo-actividad.

El STPM descompone la tarea con mayor detalle que el que conseguimos con la técnica de datos normalizados y además es utilizable por las distintas empresas de un sector. La



diferencia principal con respecto al estudio de tiempos es que no altera la actividad productiva.

Procedimiento para el cálculo del tiempo tipo de una tarea:

- Descomponer las tareas en movimientos humanos básicos (coger, mover, alcanzar,...)
- Consultar en las tablas de STPM los valores de tiempo que se asignan a cada uno de dichos movimientos, para lograr los tiempos normales o básicos de cada micromovimiento.
- Sumar todos estos tiempos normales o básicos y añadir los suplementos correspondientes.

13.5.1. Evolución Histórica del STPM

Los primeros estudios sobre los movimientos fueron desarrollados por Frank B. Gilbreth. Éste sintetizó la actividad humana en movimientos o grupo de movimientos llamados THERBLIGS. Diferenció diecisiete movimientos fundamentales de manos y ojos. Llega a la conclusión de que el mejor método de trabajo es aquel en el que intervienen el menor número posible de movimientos.

Fue en Estados Unidos donde, de forma simultánea e independiente muchas veces, surgen los primeros sistemas de tiempos predeterminados en la década 1930-1940. Algunos de los más difundidos son:

- **MTA (*Motion Time Analysis*)**, creado por A.B. Segur se considera el más antiguo, no obstante, es un método de gran precisión que incluye:
 - Categorías de movimientos bien definidos basados en principios fisiológicos.
 - Bases de tiempos variables para las diversas posibilidades de movimientos.
 - Reglas precisas de utilización.
 - Una teoría de combinaciones de movimiento.
- **WORK FACTOR** fue creado por Quick, Shea y Koehler en 1934. Publicaron las tablas QSK basadas en los desarrollos de Segur. En este sistema, para valorar la dificultad de los movimientos se usan los “factores de trabajo”.



- **MTS (Motion Time Standards)**, es parecido al Work Factor y es usado por General Electric.
- **DMT (Dimensional Motion)**, creado por Helmut C. Seppinger.
- **MTM (Methods Time Measurement)**. Este método ha conseguido mucha mayor difusión que todos los anteriores. Fue desarrollado por H.B. Maynard y su equipo en la sede de la Westinghouse Electric Corporation.

En el año 1965 apareció una versión simplificada de este método, el MTM-2, que tiene gran implantación.

13.5.2. Valoración de los STPM

Los Sistemas STPM, que han alcanzado gran difusión actualmente, han evidenciado a través de su estudio y utilización, sus grandes ventajas y, en algunos casos, sus inconvenientes.

Las principales *ventajas* de su utilización son:

- Los STPM no utilizan la observación directa, lo que proporciona unos resultados mucho más fiables.
- Permiten el cálculo de tiempo de procesos en su fase de concepción; así podremos adaptar el diseño de un proceso de producción para obtener un tiempo óptimo, reduciendo consecuentemente los costes.
- Están especialmente indicados para las operaciones con ciclos cortos en tiempo y que presentan repeticiones.
- El coste es reducido. Sería excesivamente costoso para las empresas establecer un sistema propio. Además, son generalmente más fiables que los estudios realizados en la propia empresa.
- Se pueden predecir los efectos de los cambios de método.
- Son normalmente aceptados tanto por los trabajadores como por la empresa.

En cuanto a sus *inconvenientes*, muchas de las críticas son debidas a una mala interpretación de las premisas básicas. Podemos mencionar:

- Alto grado de preparación del analista.



-Dificultad de aplicación en las tareas creativas. También resulta difícil su aplicación en los trabajos de oficina.

13.5.3. Aplicaciones de los sistemas STPM

-Establecimiento de métodos eficaces al empezar una nueva fabricación:

La utilización de un sistema de tiempos predeterminado permite, en la fase inicial de concepción del nuevo método:

- a. Eliminar anomalías básicas en los diferentes métodos propuestos.
- b. Prever nuevos métodos a partir de los inicialmente propuestos.
- c. Cifrar los diferentes métodos, pasando de las simples opiniones al examen objetivo del valor relativo de los mismos.

-Mejora de los métodos de trabajo existentes:

Examinando, gesto a gesto, un determinado modo operatorio y el tiempo necesario para cada uno de ellos y de todos los igualmente posibles, es difícil encontrar una operación que no se pueda mejorar.

-Estimación previa de los tiempos de ejecución:

Al ser posible, con la utilización de un sistema de tiempos predeterminados, la concreción del método a seguir en sus más pequeños detalles y la determinación de los tiempos necesarios, la estimación de los tiempos de ejecución en el caso de nuevas fabricaciones, deja de ser una operación imprecisa y con posibles correcciones posteriores, para convertirse en un cálculo riguroso, de gran fiabilidad.

-Elección de diseños de productos:

El contacto entre el diseñador y el experto en métodos es muy enriquecedor. Hay detalles en la forma de los productos que no son esenciales para la función que realizan y que, en cambio, tienen una influencia en la mayor o menor dificultad, y, por tanto, coste de su fabricación o montaje.

-Proyectos de utillajes y Presupuestos:

El conocimiento profundo de los gestos que el operario ha de realizar, permite estudiar la solución que haga óptimo el tiempo necesario para aquel manejo. El proyectista de utillaje encuentra una ayuda eficaz en los sistemas de tiempos predeterminados, si a los criterios



para la selección de una determinada solución, basados en el diseño, duración útil, coste, etc., se añade el de la facilidad de manejo por parte del utilizador.

13.5.4. Métodos de análisis del STPM

- Work-Factor (Factor de trabajo)

Uno de los precursores en establecer estándares sintéticamente a partir de valores de tiempos de movimiento. Ha alcanzado flexibilidad desarrollando tres diferentes procedimientos de aplicación, dependiendo de los objetivos del análisis y de la exactitud requeridas.

- Sistema Detailed Work Factor

Contiene estándares de tiempo precisos para mediciones de trabajo diario para planes de pago con incentivos; se usa para operaciones de ciclo corto y trabajo repetitivo y para el desarrollo de datos estándar.

- Sistema 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 de gran precisión. Los tiempos de las tablas son promedio y pueden ser relacionadas con las tablas Detailed; las reglas de éste sistema 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.

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 su rapidez de aplicación de una simple tabla de tiempos y del uso de segmentos del trabajo.

- Sistema 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.



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

Da valores de tiempo para los movimientos fundamentales. Analiza un método u operación manual en los movimientos básicos requeridos para su realización.

El sistema MTM (Medición de Tiempos y Métodos) es el resultado de los trabajos de H.B.Maynard y sus colaboradores G.J.Stegemerten y J.L.Schwab, en la Westinghouse Electric Corporation.

Este procedimiento analiza todos los movimientos básicos que han de ejecutarse para la realización de una operación manual y asigna a cada movimiento elemental un tiempo estándar predeterminado, que depende, a su vez, de la naturaleza del movimiento y de las condiciones en que se desarrolla.

Históricamente, los sistemas STPM MTM, nacieron en Estados Unidos durante la segunda guerra mundial, a raíz de las dificultades de utilizar cronometradores en las fábricas de material de guerra. Las operaciones se filmaban y estudiaban por separado, lo que dio lugar a iniciar estudios para tabular movimientos simples y normalizados.

Terminado el conflicto bélico, la industria de tamaño medio, encontró en las tablas desarrolladas por Maynard y su equipo, una herramienta excesivamente grande y potente para sus necesidades. Por ello, estas primeras tablas han dado lugar al que se ha denominado MTM-1, pero han surgido nuevas tablas más simplificadas, dando lugar en 1965 a los sistemas MTM-2 y MTM-3.

Para hacerse una idea de la capacidad y dificultad de las diferentes tablas, digamos que se considera que analizar una hora de proceso real, supone un empleo de 365 horas de estudio en MTM-1 y solamente de 150 a 180 en MTM-2.

El MTM permite analizar toda la actividad de un proceso de producción, en cuanto a lo que a la actuación del trabajador se refiere, y la descompone en movimientos elementales, asignando a cada movimiento un tiempo estándar de acuerdo con su naturaleza y las condiciones en que se lleva a cabo. Estos tiempos se hallan tabulados, de forma que puede con ello analizarse y mejorarse cualquier actividad de un proceso, disponiendo de la medida en tiempo que supondrá el conjunto de movimientos de dicha actividad y, por tanto, de una cuantificación de la mejora avanzada.

La unidad de tiempo usada en MTM es el TMU (Time Measurement Unit) que corresponde a 1/100.000 de hora. Los tiempos de las tablas MTM vienen dados, por tanto, en TMU.



La información que debe tenerse en cuenta en el estudio de un movimiento componente de una actividad ha de incluir los aspectos siguientes:

- 1) Determinación de las circunstancias que concurren en la ejecución del movimiento.
- 2) Elementos que pueden provocar variaciones en dicha ejecución. Han de preverse dichas circunstancias y los criterios a seguir para identificarlas y cuantificarlas.
- 3) La actividad o velocidad (relación entre cantidad de trabajo efectuada y la que debería ser posible ejecutar en el mismo periodo de tiempo en condiciones correctas de ejecución).

Los niveles de actividad que exige la utilización de los movimientos tabulados en MTM pueden alcanzarse con un entrenamiento normal, según ha podido comprobarse.

- 4) Elementos que pueden distorsionar o introducir cambios en la ejecución, por el efecto de los movimientos anteriores y posteriores o, simplemente por el hecho de que los elementos del cuerpo que intervienen puedan acceder al movimiento analizado desde la posición de parada o con una determinada velocidad.
- 5) La mayor o menor dificultad de simultanear movimientos
- 6) Nomenclatura que permita identificar el movimiento y sus variables.



Dentro del MTM se incluyen los siguientes sistemas:

a. MTM-1

El sistema MTM-1 proporciona valores de tiempo para los movimientos fundamentales de alcanzar, girar, agarrar o tomar, posicionar, soltar y dejar.

Un análisis más detallado clasificó cinco casos distintos de alcanzar, donde cada uno requería una asignación de tiempo diferente para una distancia dada:

- 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 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.

Además, comprobaron que el tiempo de movimiento dependía tanto de la distancia como del peso del objeto que se movía, entendiéndose que ha de tenerse en cuenta tres tipos de movimiento:

- 1) Mover un objeto a la otra mano o contra un tope,
- 2) mover un objeto para aproximarlos o a un lugar indefinido,
- 3) mover un objeto a una localización exacta.

b. MTM-2

En un esfuerzo por aumentar las aplicaciones de MTM a las áreas de trabajo en las que el detalle de MTM-1 es un obstáculo económico para su uso, la agencia internacional MTM inició un proyecto de investigación para desarrollar datos menos elaborados que fueran adecuados para la mayoría de las secuencias de movimientos. El resultado fue el MTM-2 (1965), definido como un sistema de datos MTM sintetizados y que es el segundo nivel general de datos de MTM.

Se basa exclusivamente en MTM y consiste en:

- Movimientos MTM básicos simples.



- Combinaciones de movimientos MTM básicos.

La simplificación que comporta procede fundamentalmente de reducir los movimientos básicos, por agrupaciones de algunos de ellos en uno solo, y de la eliminación de variables por medio de simplificaciones estadísticas.

Basado, como se ha dicho, en los sistemas MTM y los movimientos del MTM-1, se ha desarrollado para ser compatible con éste, y de forma que pueda representar cualquier desarrollo o mejora en métodos de trabajo, pero de manera que sea fácil y rápido de aprender y utilizar una nomenclatura única para todas las asociaciones del mundo, que pueda aplicarse independientemente para cualquier sector de actividad, y, sobre todo, que de unos resultados rápidos pero fiables.

Las simplificaciones estadísticas utilizan la teoría de las probabilidades para reducir el volumen de datos sin una pérdida de precisión, por medio de la utilización de promedios, combinaciones, sustituciones y eliminación de datos.

En general, el MTM-2 debe encontrar aplicación en las asignaciones de trabajo donde:

- La porción de esfuerzo en un ciclo de trabajo dura más de un minuto.
- El ciclo no es altamente repetitivo.
- La porción manual en el ciclo de trabajo no involucra un número grande de movimientos complejos o simultáneos de las manos.

En términos globales, MTM-2 es una buena opción entre el tiempo excesivo requerido para el MTM-1 y la falta de precisión de MTM-3.

c. MTM-3

Es el tercer nivel del MTM. Este nivel se desarrolló para complementar MTM-1 y MTM-2. El MTM-3 es útil en situaciones de trabajo en que el interés en ahorrar tiempo a costa de cierta precisión, lo convierte en la mejor alternativa.

El MTM-3 no se puede usar para operaciones que requieran esfuerzo visual o tiempo de recorrido de la vista, ya que los datos no consideran estos movimientos.

El sistema MTM-3 consiste en sólo cuatro categorías de movimientos manuales: Manejo (H), Transporte (T), Movimientos de paso y pie (SF) y Doblarse y Levantarse (B).

Diez tiempos estándar entre 7 y 61 tmu forman la base para el desarrollo de cualquier estándar sujeto a las limitaciones señaladas.



d. MTM-V

El MTM-V fue desarrollado por Svenska MTM Gruppen, la asociación sueca de MTM, para usarlo en las operaciones de corte de metales. Su uso es específico para corridas cortas en talleres de producción intermitente.

Se utiliza para establecer tiempos de preparación para todas las máquinas herramientas típicas. Su sistema se compone de doce grupos de elementos, divididos, a su vez, en dos categorías, simples y complejos.

e. MTM-C

El MTM-C tiene un amplio uso en el sector de la banca y seguros. Es un sistema de datos de estándares de dos niveles usado para establecer tiempos estándar de tareas relacionadas con trabajos de oficina

f. MTM-M

El MTM-M es un sistema de tiempos predeterminados para evaluar el trabajo del operario mediante un microscopio.

En su desarrollo no se usaron los tiempos básicos del MTM-1, aunque las definiciones de los puntos inicial y terminal de los elementos de movimiento son compatibles con MTM-1. Los datos usados fueron datos originales, desarrollados mediante el esfuerzo conjunto de las asociaciones MTM de Estados Unidos y Canadá.

En general, el MTM-M es un sistema de nivel más alto, similar a MTM-2.

g. Técnica Secuencial de Operación de Maynard (MOST).

Una extensión más del MTM, es el MOST; es un sistema simplificado desarrollado por Zandin (1980) y aplicado por primera vez en Saab-Scania en Suecia.

Con MOST los analistas pueden establecer estándares al menos cinco veces más rápido que con MTM-1, con poco o ningún sacrificio en la exactitud.

El MOST básico utiliza bloques más grandes de movimientos fundamentales que MTM-2. En consecuencia, el análisis del contenido del trabajo de una operación se puede hacer más rápido. Así como MTM-2 está construido con alrededor de 37 valores de tiempo para describir el trabajo manual, MOST usa sólo 16 fragmentos de tiempo.



Los sistemas de medición del trabajo MOS tiene dos adaptaciones: Mini y Maxi MOST. MiniMOST mide operaciones idénticas de ciclo corto, mientras que MaxiMOST mide las de ciclos largos con variaciones significativas en el método de un ciclo a otro.

MOST está disponible en versión manual y computerizada. Se ha estimado que el uso de un sistema computerizado debe dar como resultado una rapidez de aplicación entre cinco y diez veces mayor que las aplicaciones manuales. Los estándares desarrollados por computadora también tienen menos errores, ya que sistema no acepta la entrada de datos ilógicos e incorpora tabla de movimientos simultáneos, maneja la frecuencia de ocurrencia y calcula los tiempos elementales, lo mismo que tiempos acumulados de elementos sucesivos.

Otra característica nueva de la versión de computadora MOST es "ErgoMOS", que permite al ingeniero analizar problemas ergonómicos en el lugar de trabajo. "ErgoMOST" usa un modelo biomecánico para calcular el estrés de empujar, coger y levantar, para resaltar posturas incómodas y movimientos repetitivos del cuerpo y para cuantificar el riesgo relativo en el trabajo, mediante índices de estrés ergonómico. Además, identifica las correcciones ergonómicas y genera informes.



14. Anexo B - Funciones del operario de máquinas inycción

PUESTO:

- Operario Máquina de Inyección

FUNCIÓN:

- Realiza tareas propias de fabricación en el grupo de máquinas asignado siguiendo las instrucciones correspondientes

RESPONSABILIDADES / ACTIVIDADES BÁSICAS:

- Realiza la limpieza y cuidado de la maquinaria bajo su responsabilidad. Debe mantener el orden y la limpieza de su zona de trabajo.
- Debe mantener las máquinas en producción el mayor tiempo posible y actuar de forma inmediata ante un paro.
- Identifica correctamente toda la producción dejando constancia de su verificación en la propia etiqueta (sello de referencia) al mismo tiempo que anota la fecha y el turno.
- Antes de cerrar cada caja debe hacer una inspección visual, removiendo la mercancía para identificar errores que puedan ser detectados de un vistazo, e informa a sus superiores de posibles las incidencias o imprevistos observados
- Cumplimenta la documentación establecida para el control del proceso (Orden de Trabajo).
- Aprovecha sus máquinas de los componentes necesarios (colorantes, aditivos, etc.). Monta y distribuye el embalaje en sus máquinas
- Paletiza y revisa todos los palés que se conforman en sus máquinas, dejando constancia de ello mediante la etiqueta de “control de paletización” cuando los retractila con destino al almacén de expediciones.
- Transporta los artículos acabados y los componentes (colorantes, aditivos, etc.) que quedan en desuso hasta la zona definida en el almacén.



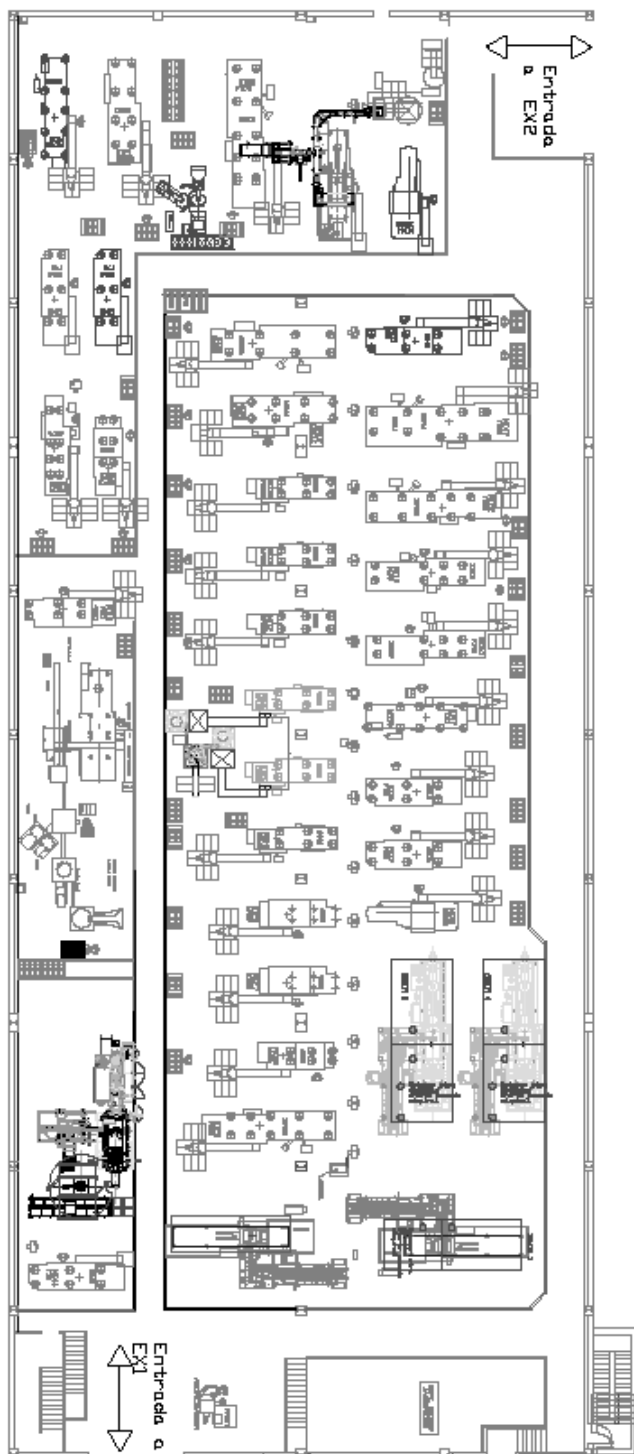
- Debe pesar en las básculas de la Sección los artículos fabricados en una máquina sin contador
- Debe prevenir la contaminación de piezas por elementos extraños (grasa, polvo, agua...) y de los colorantes/aditivos
- Colaborar con el encargado de turno con todas las tareas que se le encomienden.
- Debe realizar el relevo con su compañero del turno siguiente informándole de todas las incidencias ocurridas en las máquinas que ha llevado
- Almacena correctamente los residuos que genera en su puesto de trabajo cumpliendo con las instrucciones aplicable
- Propone a su superior posibles medidas de mejora en relación al medio ambiente
- Respeta las normas de seguridad
- Según el Plan de Emergencia forma parte del Equipo contra incendios



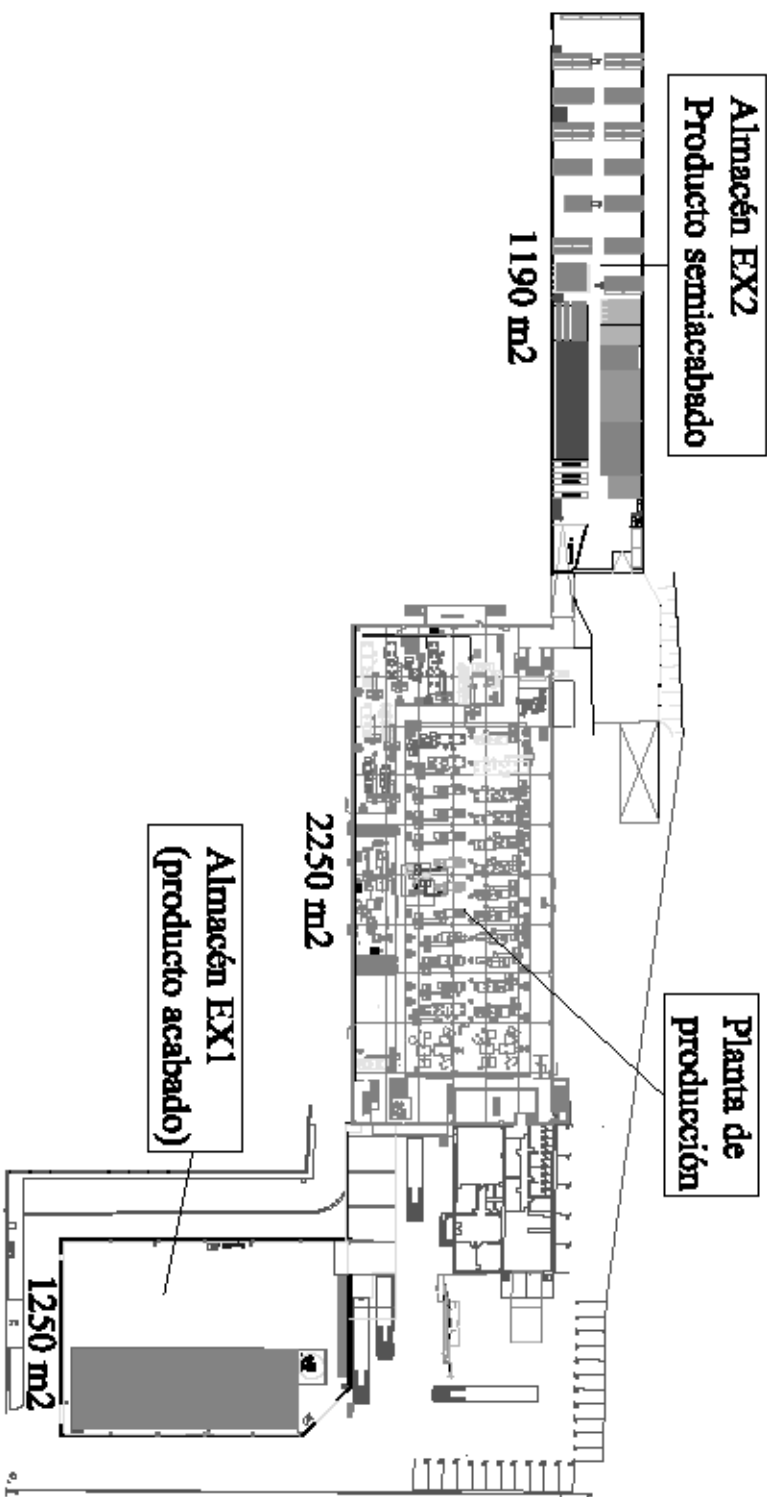


15. Anexo C - Planos

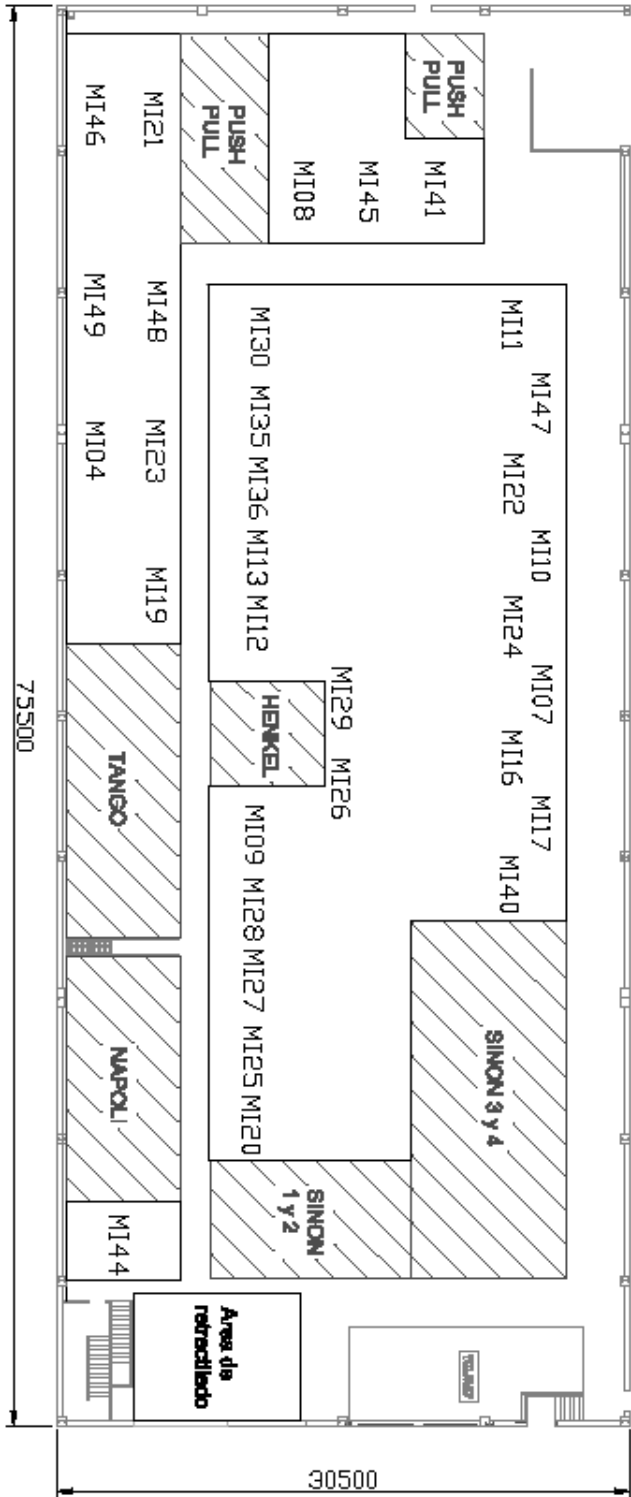
Anexo C – (Plano 1) Plano general de planta superior



Anexo C – (Plano 2) Plano general de la empresa



Anexo C – (Plano 3) Plano por zonas de planta superior





16. Anexo D - Estudio MTM-2

16.1. Estudio para producto acabado

16.1.1. Contador con autonomía de dos cajas

Descripción del proceso	
Trabajo estudiado: Cambio de 1 caja Destino: Almacén EX1 Caja Con bolsa	Empresa: MENSHEN IBER S.L. Fecha: 13-jul-10 Estudiado por: Fernando Gómez
Descripción	Observaciones
Ir a máquina, apagar alarma (1) Separar caja y colocarla en posición (2 y 3) Alisar superficie y cerrar bolsa (4 y 5) Cerrar solapas (6) Coger precintadora y precintar (7 y 8) Llevar caja a palé (9) Ir a carrito para coger caja y montarla (10)	Un 25% de las veces habrá que colocar el precinto



Tiempos MTM-2						
Estudio: MTM-2		Estudio para el tiempo de cambio de una caja (T _o)				
Destino: Almacén EX1						
Fecha: 13-jul-10						
Analista: Fernando Gómez						
MANO IZQUIERDA	F	SIMB	TMU	SIMB	F	MANO DERECHA
1 Dejar precintadora			540	S	30	Ir hasta alarma máquina
				GA-	1	
			3	PA5	1	Apretar botón
		PA45	61	B	1	Inclinarse
2				GB30	1	Obtener caja
			3	GW3	1	Arrastrar caja (40% de 8 kgr)
			20	PA80	1	Sacar caja
				S	1	
			1	PW5	1	
3 Colocar caja en posición Mover caja y distribuir piezas	1	GB80	23	GB80	1	Colocar caja en posición
	1	GW4	4	GW4	1	
	1	PA80	20	PA80	1	
	1	PW5	1	PW5	1	
	3	PA15	18	PA15	3	Mover caja y distribuir piezas
	3	PA15	18	PA15	3	
4 Alisar piezas	1	GA45	13	GA45	1	Alisar piezas
	1	PA45	15	PA45	1	
	1	GA45	13	GA45	1	
	1	PA45	15	PA45	1	
	1	GA45	13	GA45	1	
	1	PA45	15	PA45	1	
5 Obtener extremo de la bolsa Situarse en posición Siguiendo extremo Aletas laterales	1	GB45	18	GB45	1	Obtener extremo de la bolsa
	1	PA45	15	PA45	1	Situarse en posición
	1	GB45	18	GB45	1	Siguiendo extremo
	1	PA45	15	PA45	1	
	1	GB30	14	GB30	1	Aletas laterales
	1	PA30	11	PA30	1	
6 Solapas laterales Mantener solapa Solapa trasera	1	GA30	9	GA30	1	Solapas laterales
	1	PA30	11	PA30	1	
	1	GA45	13			
			9	GA30	1	Solapa delantera
			11	PA30	1	
	1	GA30	9			
1	PA30	11				
7			23	GB80	1	Coger precintadora
			20	PA80	1	Situarse en posición precintadora
	1	GA80	17			
			20	PA80	1	Precintadora
			15	PA45	1	Dejar precintadora
8 Colocar precinto correctamente	1/4	GB15	2,5	PA-	1	Acercar a mano izda.
	1/4	PB5	2,5			
			5	PA80	1/4	Colocar en posición



9		1	GA45	13	GA45	1	Coger caja
		1	GW4	4	GW4	1	
		1	PA30	15	PA45	1	
		1	PW5	1			
		1	GB30	14			
				14	GB30	1	
		1	PA30	11	PA30	1	Acercar caja al cuerpo
		1	PW5	1	PW5	1	
		1	GB-	90	S	5	Ir hacia el palé
		1	PA30	11	PA30	1	Situar
	1	PW5	1	PW5	1		
			20	PA80	1	Empujar	
			1	PW5	1		
10				72	S	4	Ir a carrito para montar caja
				14	GA30	1	Elige caja
				11	PA30	1	
				10	GB15	1	
		1	GA-	20	PA80	1	Separa caja del montón
				10	GB15	1	
		1	GB15	6	PA15	1	
				54	S	3	Ir a zona libre
				61	B	1	
		1	GB5	14	GB30	1	
		1	PA80	20	PA80	1	
		1	GB45	18	GB45	1	
		1	PA45	15	PA45	1	Empujar solapas laterales
		1	GA30	9	GA30	1	Frontal
		1	PA30	11	PA30	1	Posterior
				36	S	2	Ir a por precintadora
		1	GB45	19			
		1	PA30	11	GB30	1	Cambio a mano derecha
				36	S	2	Volver
		1	GA45	13	GA45	1	Solapas en posición
		1	PA15	6	PA15	1	
		1	GA30	30	PB80	1	Colocar precintadora
	Colocar precinto correctamente	1/4	GB15	2,5	PA-		Acercar a mano izda.
		1/4	PB5	2,5			
				5	PA80	1/4	Colocar en posición
				20	PA80	1	Precintado
				15	PA45	1	Dejar precintadora
				72	S	4	Ir a carrito a por bolsa
				222,5	TT		Colocar bolsa en caja
		1	GB30	18	S	1	Colocar caja en posición
					GB30	1	
				61	B	1	
		1	PB45	24	PB45	1	
			6	GA15	1		
			15	PA45	1		
Total TMU's:				2205,5	TMU	Resumen	
Total (segundos):				88,22	seg		



16.1.2. Contador con autonomía de 6 cajas

Descripción del proceso	
Trabajo estudiado: Cambio de 5 cajas Destino: Almacén EX1 Caja: Con bolsa	Empresa: MENSHEN IBER S.L. Fecha: 13-jul-10 Estudiado por: Fernando Gómez
Descripción	Observaciones
Ir a máquina, apagar alarma (1) Separar cajas y colocarla en posición (2 y 3) Alisar superficie y cerrar bolsa (4 y 5) Cerrar solapas (6) Colocar precintadora y precintar (7 y 8) Llevar cajas a palé (9) Ir a carrito para coger cajas y montarla (10) Colocarla en posición (11)	Separa caja de los enganches y va cerrando las cajas de una en una Un 25% de las veces habrá que colocar el precinto Sólo se va una vez al carrito



Tiempos MTM-2							
	Estudio: MTM-2	Estudio para el tiempo de cambio de 5 cajas (T _o)					
	Destino: Almacén EX1 (con bols)						
	Fecha: 13-jul-10						
	Analista: Fernando Gómez						
	MANO IZQUIERDA	F	SIMB	TMU	SIMB	F	MANO DERECHA
1	Dejar precintadora			540 3 61	S GA PA5 B	30 1 1 1	Ir hasta alarma máquina Apretar botón Inclinarse
2			<u>PA45</u>				
				15 100 5	GB30 GW3 PA80 S PW5	5 5 5 5 5	Obtener caja Arrastrar caja (40% de 8 kgr) Sacar caja
3	Colocar caja en posición	5	GB80	115	GB80	5	Colocar caja en posición
		5	GW4	20	GW4	5	
		5	PA80	100	PA80	5	
		1	PW5	5	PW5	5	
	Mover caja para distribuir piezas	15	PA15	270	PA15	15	Mover caja para distribuir piezas
		15	PA15	270	PA15	15	
4	Alisar piezas	5	GA45	65	GA45	5	Alisar piezas
		5	PA45	75	PA45	5	
		5	GA45	65	GA45	5	
		5	PA45	75	PA45	5	
		5	GA45	65	GA45	5	
		5	PA45	75	PA45	5	
5	Obtener extremo de la bolsa	5	GB45	90	GB45	5	Obtener extremo de la bolsa
	Situar en posición	5	PA45	75	PA45	5	Situar en posición
	Siguiente extremo	5	GB45	90	GB45	5	Siguiente extremo
		5	PA45	75	PA45	5	
	Aletas laterales	5	GB30	70	GB30	5	Aletas laterales
		5	PA30	55	PA30	5	
6	Solapas laterales	5	GA30	45	GA30	5	Solapas laterales
		5	PA30	55	PA30	5	
	Mantener solapa	5	GA45	65			
				45	GA30	5	Solapa delantera
				55	PA30	5	
	Solapa trasera	5	GA30	45			
		5	PA30	55			
7				115 100 85 100 75	GB80 PA80 PA80 PA45	5 5 5 5	Coger precintadora Situar en posición de precintado Dejar precintadora
		5	GA80				
8	Colocar precinto correctamente	5/4 5/4	GB15 PB5	12,5 12,5 25	<u>PA</u> PA80	5 5/4	Acercar a mano izda. Colocar en posición



9		5	GA45	65	GA45	5	Coger caja
		5	GW4	20	GW4	5	
		5	PA30	75	PA45	5	
		5	PW5	5			
		5	GB30	70			
				70	GB30	5	
		5	PA30	55	PA30	5	Acercar caja al cuerpo
		5	PW5	5	PW5	5	
		5	GB-	2250	S	25	Ir hacia el palé
		5	PA30	55	PA30	5	Situar
	5	PW5	5	PW5	5		
			100	PA80	5	Empujar	
			5	PW5	5		
10				72	S	4	Ir a carrito para montar caja vac
				14	GA30	1	Elige caja
				11	PA30	1	
				10	GB15	1	
		1	GA-	20	PA80	1	Separa caja del montón
				10	GB15	1	
		1	GB15	10	PA15	1	
				54	S	3	Ir a zona libre
				61	B	1	
		5	GB5	70	GB30	5	
		5	PA80	100	PA80	5	
		5	GB45	90	GB45	5	
		5	PA45	75	PA45	5	Empujar solapas laterales
		5	GA30	45	GA30	5	Frontal
		5	PA30	55	PA30	5	Posterior
				36	S	2	Ir a por precintadora
		1	GB45	19			
		1	PA30	11	GB30	1	Cambio a mano derecha
				36	S	2	Volver
		5	GA45	65	GA45	5	Solapas en posición
		5	PA15	30	PA15	5	
		5	GA30	150	PB80	5	Colocar precintadora
	Colocar precinto correctamente	5/4	GB15	12,5	PA-		Acercar a mano izda.
		5/4	PB5	12,5			
				25	PA80	5/4	Colocar en posición
				100	PA80	5	Precintado
				15	PA45	1	Dejar precintadora
				72	S	4	Ir a carrito a por bolsa
				1112,5	TT		Colocar bolsa en caja
		5	GB30	450	S	5	Colocar caja en posición
			61	B	1		
	5	PB45	120	PB45	5	Situar debajo del brazo	
			10	GA15	5		
			75	PA45	5	Empujar	
				Total TMU's:	9083,5	TMU	Resumen
				Total (segundos):	363,34	seg	



16.1.3. Transporte a EX1

Descripción del proceso	
Trabajo estudiado: Transporte palé completo Destino: Almacén EX1 Retractilado: Sí	Empresa: MENSHEN IBER S.L. Fecha: 30-ago-10 Estudiado por: Fernando Gómez
Descripción	Observaciones
Buscar traspalé e ir hasta máquina (1) Situar traspalé debajo y subirlo (2) Tirar y entrar en pasillo (3) Andar hasta retractiladora (4) Soltar palé y coger palé retractilado (5) Quitar palé retractilado (6) Situar palé en retractiladora y colocar film (7) Recoger palé retractilado y llevarlo a EX1 (8) Recoger palé vacío(9) Volver y colocar palé vacío en posición(10)	El operario luego dejará el suyo retractilando y seguirá con su trabajo



Tiempos MTM-2						
Estudio: MTM-2		Estudio para el tiempo de transporte de palé a EX1(Tt)				
Destino: Almacen EX1						
Fecha: 30-ago-10						
Analista: Fernando Gómez						
MANO IZQUIERDA	F	SIMB	TMU	SIMB	F	MANO DERECHA
1			540	S	30	Buscar traspalé
			14	GB30	1	Obtener Traspalé
			11	PA30	1	
			20	PA80	1	Dejar precintadora
2	1	GB45	18	GB45	1	Obtener traspalé
	1	PA-	108	S	6	
				PA80		
	2	PA45	15	PA45	2	Situar debajo de palé
			90	S	5	
	5	PA45	75	PA45	5	Levantar peso(Aprox. 160 kgrs.)
3	1	PA15	6	PA15	1	Deslizado por ruedas
	1	PW20	4	PW20	1	
	1	PA30	11	PA30	1	
	1	PW20	4	PW20	1	
4			1386	S	77	Distancia a EX1
	1	PA45	15	PA45	1	Frenar palé
	1	PW20	4	PW20	1	
5			3	PA5	1	Accionar palanca liberación
	1	PA80	20	PA80	1	
			72	S	4	
	1	PA45	15	PA45	1	Girar
			54	S	3	
6	1	PA45	15	PA45	1	Empujar traspalé
			54	S	3	Colocar debajo de palé retractilado
	4	PA45	60	PA45	4	Levantar peso(Aprox. 160 kgrs.)
			90	S	5	Ir hasta zona film
			61	B	1	Inclinarse
Se apoya en palé	1	GA45	18	GB45	1	Coge film
			15	PB45	1	Arranca final del film
			14	GB30	1	
			19	PB30	1	
Se ayuda de la mano izda.	1	GB30	14	GB30	1	
	1	PA30	11	PA30	1	
	1	PB80	30	PB80	1	Colocar resto de film en posición
			90	S	5	Vuelve a por traspalé
	1	GB45	18	GB45	1	
	1	PA45	15	PA45	1	
	1	PW20	4	PW20	1	
			108	S	6	Retira palé retractilado
	1	PA45	15	PA45	1	
	1	PW20	4	PW20	1	
			108	S	6	Separa de retractiladora
	1	PA45	15	PA45	1	Frenar palé
	1	PW20	4	PW20	1	
			3	PA5	1	Accionar palanca liberación
			108	S	6	Libera palé



7		1	PA45	15	PA45	1	Coloca debajo de palé sin retractilar Levantar peso(Aprox. 160 kgrs.) Situa en retractiladora Frenar palé Accionar palanca liberación Saca traspalé Va hacia zona film Coge film Tira del film Situa entre cajas Accionar retractiladora
		5	PA45	75	PA45	5	
		1	PW20	4	PW20	1	
				126	S	7	
		1	PA45	15	PA45	1	
		1	PW20	4	PW20	1	
				198	S	11	
		1	PA45	15	PA45	1	
		1	PW20	4	PW20	1	
				3	PA5	1	
				108	S	6	
		1	GB45	18	GB45	1	
		1	PA80	20	PA80	1	
				108	S	6	
	1	PA45	15	PA45	1		
			72	S	4		
8		1	GB30	14	GB30	1	Situa traspalé en palé retractilado Llevarlo a EX1 (Ya contabilizado) Accionar palanca liberación Saca traspalé
		1	PA45	15	PA45	1	
				90	S	5	
		1	PA45	15	PA45	1	
		1	PW20	4	PW20	1	
			3	PA5	1		
			108	S	6		
9		1	GB80	23	GB80	1	Coger palé nuevo vacío Situarlo en traspalé Levantar peso
		1	PA45	15	PA45	1	
		1	GB45	18	GB45	1	
		1	GW3	3	GW3	1	
		1	PA45	15	PA45	1	
				72	S	4	
	3	PA45	45	PA45	3		
10	Abrir puerta	1	PA15	6	PA15	1	Volver a máquina Accionar palanca liberación Dejar Traspalé en posición
		1	GB80	23			
				1386	S	77	
		2	PA45	15	PA45	2	
				36	S	2	
				3	PA5	1	
		162	S	9			
Total:				6465	TMU	Resumen	
Total (segundos):				258,6	seg		



16.2. Estudio para producto semiacabado

16.2.1. Contador con autonomía de dos cajas

Descripción del proceso	
Trabajo estudiado: Cambio de 1 caja Destino: Almacén EX2 Caja: Sin bolsa	Empresa: MENSHEN IBER S.L. Fecha: 13-jul-10 Estudiado por: Fernando Gómez
Descripción	Observaciones
Ir a máquina, apagar alarma (1) Separar caja y colocarla en posición (2 y 3) Alisar superficie (4) Cerrar solapas (5) Coger precintadora y precintar (6 y 7) Llevar caja a palé (8) Ir a carrito para coger caja y montarla (9)	Un 25% de las veces habrá que colocar el precinto



Tiempos MTM-2								
Estudio: MTM-2		Estudio para el tiempo de cambio de una caja (T_o)						
Destino: Almacén EX2								
Fecha: 13-jul-10								
Analista: Fernando Gómez								
MANO IZQUIERDA	F	SIMB	TMU	SIMB	F	MANO DERECHA		
1			540	S	30	Ir hasta alarma máquina		
				GA	1			
			3	PA5	1	Apretar botón		
Dejar precintadora		PA45	61	B	1	Inclinarse		
2				GB30	1	Obtener caja		
			3	GW3	1	Arrastrar caja (40% de 8 kgr)		
			20	PA80	1	Sacar caja		
				S	1			
			1	PW5	1			
3	Colocar caja en posición	1	GB80	23	GB80	1	Colocar caja en posición	
		1	GW4	4	GW4	1		
	Mover caja para distribuir piezas	1	PA80	20	PA80	1		
		1	PW5	1	PW5	1		
		3	PA15	18	PA15	3	Mover caja para distribuir piezas	
		3	PA15	18	PA15	3		
4	Alisar piezas	1	GA45	13	GA45	1	Alisar piezas	
		1	PA45	15	PA45	1		
		1	GA45	13	GA45	1		
		1	PA45	15	PA45	1		
		1	GA45	13	GA45	1		
		1	PA45	15	PA45	1		
5	Solapas laterales	1	GA30	9	GA30	1	Solapas laterales	
		1	PA30	11	PA30	1		
	Mantener solapa	1	GA45	13		1	Solapa delantera	
				9	GA30	1		
	Solapa trasera			11	PA30	1		
		1	GA30	9				
1	PA30	11						
6			23	GB80	1	Coger precintadora		
			20	PA80	1	Situar en posición precintar		
			17					
			20	PA80	1			
			15	PA45	1	Dejar precintadora		
7	Colocar precinto correctamente	1/4	GB15	2,5	PA	1	Acercar a mano izda.	
		1/4	PB5	2,5				
				5	PA80	1/4	Colocar en posición	
8			1	GA45	13	GA45	1	Coger caja
			1	GW4	4	GW4	1	
			1	PA30	15	PA45	1	
			1	PW5	1			
			1	GB30	14			
					14	GB30	1	
			1	PA30	11	PA30	1	Acercar caja al cuerpo
			1	PW5	1	PW5	1	
			1	GB	90	S	5	Ir hacia el palé
			1	PA30	11	PA30	1	Situar
			1	PW5	1	PW5	1	
		20	PA80	1	Empujar			
		1	PW5	1				



9			72	S	4	Ir a carrito para montar caja
			14	GA30	1	Elige caja
			11	PA30	1	
			10	GB15	1	
	1	GA-	20	PA80	1	Separa caja del montón
			10	GB15	1	
	1	GB15	6	PA15	1	
			54	S	3	Ir a zona libre
			61	B	1	
	1	GB5	14	GB30	1	
	1	PA80	20	PA80	1	
	1	GB45	18	GB45	1	
	1	PA45	15	PA45	1	Empujar solapas laterales
	1	GA30	9	GA30	1	Frontal
	1	PA30	11	PA30	1	Posterior
			36	S	2	Ir a por precintadora
	1	GB45	19			
	1	PA30	11	GB30	1	Cambio a mano derecha
			36	S	2	Volver
	1	GA45	13	GA45	1	Solapas en posición
	1	PA15	6	PA15	1	
	1	GA30	30	PB80	1	Colocar precintadora
Colocar precinto correctamente	1/4	GB15	2,5	PA-		Acercar a mano izda.
	1/4	PB5	2,5			
			5	PA80	1/4	Colocar en posición
			20	PA80	1	Precintado
			15	PA45	1	Dejar precintadora
	1	GB30	18	S	1	Colocar caja en posición
				GB30		
			61	B	1	
	1	PB45	24	PB45	1	
			6	GA15	1	
			15	PA45	1	
			Total TMU's:	1835	TMU	Resumen
			Total (segundos):	73,4	seg	



16.2.2. Contador con autonomía de 6 cajas

Descripción del proceso	
Trabajo estudiado: Cambio de 5 cajas Destino: Almacen EX2 Caja: Sin bolsa	Empresa: MENSHEN IBER S.L. Fecha: 13-jul-10 Estudiado por: Fernando Gómez
Descripción	Observaciones
Ir a máquina, apagar alarma (1) Separar cajas y colocarla en posición (2 y 3) Alisar superficie (4) Cerrar solapas (5) Colocar precintadora y precintar (6 y 7) Llevar cajas a palé (8) Ir a carrito para coger cajas y montarla (9) Colocarla en posición (10)	Separa caja de los enganches y va cerrando las cajas de una en una Un 25% de las veces habrá que colocar el precinto Sólo se va una vez al carrito



Tiempos MTM-2							
Estudio: MTM-2 Destino: Almacén EX2 (sin bolsa) Fecha: 13-jul-10 Analista: Fernando Gómez		Estudio para el tiempo de cambio de 5 cajas (T _o)					
MANO IZQUIERDA		F	SIMB	TMU	SIMB	F	MANO DERECHA
1	Dejar precintadora			540 3 61	S GA- PA5 B	30 1 1 1	Ir hasta alarma máquina Apretar botón Inclinarse
2				15 100 5	GB30 GW3 PA80 S PW5	5 5 5 5 5	Obtener caja Arrastrar caja (40% de 8 kgr) Sacar caja
3	Colocar caja en posición Mover caja para distribuir piezas	5 5 5 1 15 15	GB80 GW4 PA80 PW5 PA15 PA15	115 20 100 5 270 270	GB80 GW4 PA80 PW5 PA15 PA15	5 5 5 5 15 15	Colocar caja en posición Mover caja para distribuir piezas
4	Alisar piezas	5 5 5 5 5 5	GA45 PA45 GA45 PA45 GA45 PA45	65 75 65 75 65 75	GA45 PA45 GA45 PA45 GA45 PA45	5 5 5 5 5 5	Alisar piezas
6	Solapas laterales Mantener solapa Solapa trasera	5 5 5 5 5	GA30 PA30 GA45 GA30 PA30	45 55 65 45 55 45 55	GA30 PA30 GA30 PA30	5 5 5 5 5	Solapas laterales Solapa delantera
7		5	GA80	115 100 85 100 75	GB80 PA80 PA80 PA45	5 5 5 5	Coger precintadora Situarse en posición de precintado Dejar precintadora
8	Colocar precinto correctamente	5/4 5/4	GB15 PB5	12,5 12,5 25	PA- PA80	5 5/4	Acercar a mano izda. Colocar en posición



9		5	GA45	65	GA45	5	Coger caja
		5	GW4	20	GW4	5	
		5	PA30	75	PA45	5	
		5	PW5	5			
		5	GB30	70			
				70	GB30	5	
		5	PA30	55	PA30	5	Acercar caja al cuerpo
		5	PW5	5	PW5	5	
		5	GB-	2250	S	25	Ir hacia el palé
		5	PA30	55	PA30	5	Situar
	5	PW5	5	PW5	5		
			100	PA80	5	Empujar	
			5	PW5	5		
10	Colocar precinto correctamente			72	S	4	Ir a carrito para montar caja vac
				14	GA30	1	Elige caja
				11	PA30	1	
				10	GB15	1	
		1	GA-	20	PA80	1	Separa caja del montón
				10	GB15	1	
		1	GB15	10	PA15	1	
				54	S	3	Ir a zona libre
				61	B	1	
		5	GB5	70	GB30	5	
		5	PA80	100	PA80	5	
		5	GB45	90	GB45	5	
		5	PA45	75	PA45	5	Empujar solapas laterales
		5	GA30	45	GA30	5	Frontal
		5	PA30	55	PA30	5	Posterior
				36	S	2	Ir a por precintadora
		1	GB45	19			
		1	PA30	11	GB30	1	Cambio a mano derecha
				36	S	2	Volver
		5	GA45	65	GA45	5	Solapas en posición
		5	PA15	30	PA15	5	
		5	GA30	150	PB80	5	Colocar precintadora
		5/4	GB15	12,5	PA-		Acercar a mano izda.
		5/4	PB5	12,5			
				25	PA80	5/4	Colocar en posición
				100	PA80	5	Precintado
				15	PA45	1	Dejar precintadora
5	GB30	450	S	5	Colocar caja en posición		
			GB30				
		61	B	1			
5	PB45	120	PB45	5	Situar debajo del brazo		
		10	GA15	5			
		75	PA45	5	Empujar		
Total TMU's:				7519	TMU	Resumen	
Total (segundos):				300,76	seg		



16.2.3. Transporte a EX2

Descripción del proceso	
Trabajo estudiado: Transporte palé completo Destino: Almacén EX2 Retractilado: No	Empresa: MENSHEN IBER S.L. Fecha: 30-ago-10 Estudiado por: Fernando Gómez
Descripción	Observaciones
Buscar traspalé e ir hasta máquina (1) Situarse traspalé debajo y subirlo (2) Tirar y entrar en pasillo (3) Andar hasta EX2 (4) Soltar palé en posición y volver a la máquina (5) Ir a por un palé nuevo a EX1 (6) Colocar en posición (7)	



Tiempos MTM-2							
Estudio: MTM-2 Destino: Almacén EX2 Fecha: 30-ago-10 Analista: Fernando Gómez		Estudio para el Tiempo de transporte de palé completo (T _t)					
MANO IZQUIERDA		F	SIMB	TMU	SIMB	F	MANO DERECHA
1				540	S	30	Buscar traspalé
				14	GB30	1	Obtener Traspalé
				11	PA30	1	
				20	PA80	1	Dejar precintadora
2		1	GB45	18	GB45	1	Obtener traspalé
		1	PA-	108	S	6	
					PA80		
		2	PA45	15	PA45	2	Situarse debajo de palé
				90	S	5	
		5	PA45	75	PA45	5	Levantar peso (Aprox. 160 kgrs.)
3		1	PA15	6	PA15	1	
		1	PW20	4	PW20	1	Deslizado por ruedas
		1	PA30	11	PA30	1	
		1	PW20	4	PW20	1	
4				1872	S	104	Distancia a EX2
		4	PA45	60	PA45	4	Rectificado dirección
		4	PW20	16	PW20	4	
				13	GA45	1	Botón para abrir puerta
5		1	PA45	15	PA45	1	Frenar palé
		1	PW20	4	PW20	1	
				3	PA5	1	Accionar palanca liberación
		1	PA80	20	PA80	1	
				72	S	104	Vuelta a la máquina
		4	PA45	60	PA45	4	Rectificado dirección
6				1386	S	77	Ir a EX1 a por palé vacío
		1	GB80	23	GB80	1	Coger palé nuevo vacío
		1	PA45	15	PA45	1	
		1	GB45	18	GB45	1	
		1	GW3	3	GW3	1	
		1	PA45	15	PA45	1	
				72	S	4	Situarse en traspalé
		3	PA45	45	PA45	3	Levantar peso
7				90	S	5	Ir hasta máquina
		1	PA15	6	PA15	1	
		1	GB80	23			
				1386	S	77	Volver a máquina
		2	PA45	15	PA45	2	
				36	S	2	
				3	PA5	1	Accionar palanca liberación
				162	S	9	Dejar Traspalé en posición
Total:				6349	TMU	Resumen	
Total (segundos):				253,96	seg		



16.3. Tabla resumen de tiempos

Tiempo cambio de caja (To)	Para EX1 (con bolsa)				Para EX2 (sin bolsa)			
	MTM-2 (TMU)	MTM-2 (TN)	Suplemento (k)	Tiempo (seg)	MTM-2 (TMU)	MTM-2 (a 100)	Suplemento	Tiempo (seg)
Para autonomía de 1 caja	2220,5	2464,76	1,11	109,44	1835	2036,85	1,11	100,38
Para autonomía de 5 cajas	9158,5	10165,9	1,11	451,37	7519	8346,09	1,11	370,57

Tiempo transporte palé (Tt)	MTM-2 (TMU)	MTM-2 (TN)	Suplemento (k)	Tiempo (seg)
Para EX1 (retractilado)	6465	7176,15	1,11	318,62
Para EX2 (sin retractilado)	6349	7047,39	1,11	312,90

Tiempo inicial (Ti)	CTT (seg)	FA	Suplemento (k)	Tiempo (seg)
Para artículos de EX1	344,4	1,05	1,11	401,40
Para artículos de EX2	338,1	1,05	1,11	394,06

Tiempo final (Tf)	CTT (seg)	FA (95%)	Suplemento (k)	Tiempo (seg)
Artículos de EX1 y EX2	416,35	1,05	1,11	485,26



17. Anexo E - Cuadro de moldes

En carpeta adjunta.

