

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas

Titulación: Ingeniero de Organización Industrial

Intensificación: Gestión



**Mejoras en Puestos de Trabajo y Maquinaria, para
el Aumento de Productividad y Reducción de
Costes, en una Línea de Producción de una Empresa
del Sector Alimentario**

Autor: Juan Antonio Salamanca Torre

Tutor: Pedro Moreu de León

Sevilla, Junio de 2004

ÍNDICE

Capítulo 1

Caracterización del Proyecto.	1
1.1. Introducción y Objeto del Proyecto	1
1.2. Antecedentes de la Empresa	3
1.3. Resumen y Estructura del Proyecto.	6

Capítulo 2

Metodología.	7
2.1. Estudio del Trabajo.	7
2.2. Estudio de Métodos	9
2.2.1. Etapas Básicas de un Estudio de Métodos	10
2.2.1.1. Selección del trabajo a estudiar	10
2.2.1.2. Registro del método actual	11
2.2.1.3. Análisis crítico del método actual	14
2.2.1.4. Desarrollo del método mejorado	14
2.2.1.5. Implantación del nuevo método.	15
2.3. Medición del Trabajo	16
2.3.1. Estudio de Tiempos con Cronómetro.	17
2.3.1.1. Etapas para la realización de un cronometraje	18
2.3.2. Sistemas de Normas de Tiempos Predeterminados (NTPD)	35
2.3.2.1. Medida del tiempo de métodos (MTM)	37
2.3.3. Muestreo del Trabajo	64
2.3.3.1. Conceptos relativos al muestreo del trabajo	66
2.3.3.2. Fases de un estudio de muestreo del trabajo	69

Capítulo 3

Estudio de la Línea de Producción de “Bollycao” en Sevillana de Expansión, S.A.....70

3.1. Descripción de la Planta.	70
3.2. Descripción de la Línea Actual.	71
3.3. Estudio de los Puestos de Trabajo.	77
3.3.1. Amasador.	77
3.3.1.1. Objetivo.	77
3.3.1.2. Funciones del puesto.	77
3.3.1.3. Estudio del puesto de trabajo: muestreo.	78
3.3.1.4. Mejora del puesto de trabajo.	80
3.3.2. Preparador de los Componentes Minoritarios de las Masas.	81
3.3.2.1. Objetivo.	81
3.3.2.2. Funciones del puesto.	81
3.3.2.3. Estudio del puesto de trabajo: cronometraje.	82
3.3.2.4. Mejora del puesto de trabajo.	107
3.3.3. Maquinista de la Formadora de Producto.	109
3.3.3.1. Objetivo.	109
3.3.3.2. Funciones del puesto.	110
3.3.3.3. Estudio del puesto de trabajo: muestreo.	110
3.3.3.4. Mejora del puesto de trabajo.	112
3.3.4. Supervisor de Producto Formado.	113
3.3.4.1. Objetivo.	113
3.3.4.2. Funciones del puesto.	113
3.3.4.3. Estudio del puesto de trabajo: muestreo.	114
3.3.4.4. Mejora del puesto de trabajo.	116
3.3.5. Hornero.	120
3.3.5.1. Objetivo.	120
3.3.5.2. Funciones del puesto de trabajo.	120
3.3.5.3. Estudio del puesto de trabajo: muestreo.	121
3.3.5.4. Mejora del puesto de trabajo.	123
3.3.6. Supervisor Producto Desmoldeado.	124

3.3.6.1.	Objetivo	124
3.3.6.2.	Funciones del puesto	124
3.3.6.3.	Estudio del puesto de trabajo: muestreo	124
3.3.6.4.	Mejora del puesto de trabajo	126
3.3.7.	Maquinista Retractiladora	126
3.3.7.1.	Objetivo	126
3.3.7.2.	Funciones del puesto de trabajo	126
3.3.7.3.	Estudio del puesto de trabajo: cronometraje	127
3.3.7.4.	Mejora del puesto de trabajo	128
3.3.8.	Recogida de Producto en Envase de Oferta	128
3.3.8.1.	Objetivo	128
3.3.8.2.	Funciones del puesto	129
3.3.8.3.	Estudio del puesto de trabajo: MTM-1	129
3.3.8.4.	Mejora del puesto de trabajo	132
3.3.9.	Envase de Oferta	133
3.3.9.1.	Objetivo	133
3.3.9.2.	Funciones del puesto	133
3.3.9.3.	Estudio del puesto de trabajo: MTM-1	133
3.3.9.4.	Mejora del puesto de trabajo	138
3.3.10.	Carreros	140
3.3.10.1.	Objetivo	140
3.3.10.2.	Funciones del puesto	140
3.3.10.3.	Estudio del puesto de trabajo: cronometraje	141
3.3.10.4.	Mejora del puesto de trabajo	158
3.4.	Estudio del Funcionamiento de la Maquinaria	158
3.4.1.	Funcionamiento de las empaquetadoras	159
3.4.2.	Control del Estado de la Maquinaria	161
3.4.2.1.	Control de operación y incidencias de la línea	162
3.4.2.2.	Control del arranque del empaquetado	167
3.5.	Estudio Económico de las Propuestas	169
3.5.1.	Ahorro Generado	169
3.5.2.	Inversiones Necesarias	171
3.5.3.	Ahorro Neto	171

Bibliografía.....172

Anexo A

Tablas para Calcular Suplementos por Descanso.....174

Anexo B

Tablas MTM-1183

Capítulo 1

Caracterización del Proyecto

1.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

El presente Proyecto Fin de Carrera es un trabajo real desarrollado por su autor como consecuencia de su actividad laboral en la planta de Sevilla, del Grupo Panrico, dedicado a la elaboración de pastelería industrial.

En la citada planta no se han realizado con anterioridad estudios sistemáticos de las actividades del personal con objeto de mejorar su productividad.

Por otra parte, se ha podido detectar una especial incidencia, en el tiempo total de trabajo útil, de las paradas sin justificar de la maquinaria de empaquetado.

Por todo ello y dada la implicación de estos aspectos de la producción en los distintos departamentos de la estructura empresarial (producción, mantenimiento, recursos humanos, financiero, etc.), la empresa ha juzgado interesante la realización de este proyecto con el siguiente objeto:

El objeto del presente proyecto es el estudio de los puestos de trabajo y de la maquinaria, para el aumento de la productividad y reducción de costes, de una línea de producción de una empresa del sector alimentario; dicha empresa es Sevillana de Expansión, S.A., perteneciente al Grupo Panrico, cuya actividad dentro del sector alimentario consiste en la fabricación de productos de pastelería y panadería.

Para ello, se acometerán los siguientes trabajos:

- **El estudio de los puestos de trabajo** mediante muestreo, cronometraje o MTM-1, según lo más adecuado en cada caso.
- Como consecuencia del estudio de los puestos de trabajo, **se reasignan las funciones del personal implicado, cuantificándose económicamente dicha estrategia en la globalidad de la empresa, implicando a los departamentos de producción, recursos humanos, financiero, etc.**
- Se realiza un **análisis de las paradas sin justificar (fundamentalmente microparadas)**, para la identificación de sus causas con objeto de informar a la Dirección Técnica para su subsanación. Este estudio se centra en la maquinaria de empaquetado, por ser la más compleja y limitante del proceso productivo.
- Elaboración de un **procedimiento para la preparación de la maquinaria en el arranque diario.**
- Se elabora un **nuevo sistema gráfico y de codificación de averías.**

1.2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

El presente proyecto se enmarca dentro del Grupo Panrico, un grupo empresarial español con implicaciones internacionales, constante expansión y búsqueda de mercados emergentes en el sector en el que desarrolla su actividad: la panadería y la pastelería.

Historia de la Empresa

Andrés Costafreda Montoliu nació el 6 de Febrero de 1909 en Alfarrás (Lérida) en el seno de una familia de antigua tradición molinera. Desde muy joven demostró un espíritu de lucha y un gran afán de superación que, haciendo honor a su lema “siempre adelante”, hicieron posible evolucionar desde una modesta panadería inicial a la gran empresa que es el Grupo Panrico actualmente.

En los años 60: se constituye la sociedad Panificio Rivera Costafreda S.L. en 1961 con un capital inicial de 2400€, suscrita por las familias Rivera y Costafreda. Durante esta época de grandes cambios, se introduce su primer producto con una gran marca en el mercado: Grisines. Las dos familias y Donut Corp. América fundan en 1962 Donut Corporación Española, S.A. Paralelamente a Donuts se desarrollan productos de bollería complementarios.

En los 70: el Grupo Panrico continúa liderando el mercado; muestra de ello es el lanzamiento de Donettes y Bollycao. Donettes se convierte en una marca con gran aceptación entre el público infantil y juvenil; su éxito radica en un concepto pionero de producto para compartir. Bollycao fue el primer producto de bollería aparecido en el mercado español como la merienda “de una sola pieza”; su gran éxito ha sido el ofrecer una merienda completa, uniendo en un sólo producto la tradicional merienda del pan con chocolate. A finales de esta década, en 1978, se

instala la primera fábrica de pan de molde en Madrid, para abastecer este mercado creciente bajo la marca Panrico.

Los años 80: tras el desarrollo en España, Panrico comienza la expansión internacional con la apertura de nuevas fábricas en Portugal: en Sintra (1985) y Oporto (1990). Se lanza el pan de molde en Portugal convirtiéndose Panrico en líder indiscutible del mercado. En 1987, empieza la elaboración de los famosos biscottes de pan tostado bajo la marca Tostipan.

En los años 90: le tocaría el turno a China, inaugurando en 1996 una gran fábrica en Beijing, donde llega con Donuts (conocido allí como Duo Na Chuan - Rosquilla de la abundancia) y Bollycao, ambos alcanzando gran éxito. Con una nueva marca, Primera Línea, Panrico afianza su presencia en el segmento de panadería integral. 1999 será un año vital para el grupo Panrico, al poner en marcha el Consejo de Educación Nutricional Bollycao para difundir la gran importancia de seguir una alimentación equilibrada y variada.

En el 2000: Panrico inaugura una fábrica en Grecia para atender su mercado e incorpora, como representante del Grupo en la península griega, la marca Let's. Sale al mercado Minibollycao y Donuts Cream.

A partir del 2000: la empresa ha seguido innovando y ha lanzando al mercado nuevos productos, entre ellos Bollycao de Leche, Bollycao Balance, American Donuts, Horno de Oro, Brook's American Sandwich, etc.

Localización

El Grupo Panrico tiene 15 fábricas en España, Portugal, China y Grecia y sus oficinas centrales se encuentran en España. Actualmente Panrico dispone de modernas instalaciones; su sede social de alrededor de 3.000 m² se encuentra en la nueva área de negocios barcelonesa, en la parte alta de la Diagonal.

La expansión internacional comenzó en 1985, cuando se construyó la primera fábrica en Portugal; actualmente posee tres en el país luso. También Panrico puso sus miras en China, construyendo allí una planta. Más moderna, es quizás la presencia del grupo en Grecia, con una fábrica.

Sin embargo, la presencia internacional no se ha quedado ahí, Panrico tiene nuevos proyectos, como la posibilidad de crear plataformas comerciales en países de la Unión Europea e incluso más lejos, como es el caso del norte de África y de América Latina.

Quién es el Grupo Panrico

El Grupo Panrico es una compañía líder en el mercado español y portugués de panificación y pastelería de marca con grandes crecimientos.

Con más de 100 líneas de producción, Panrico ha desarrollado a lo largo de sus más de 40 años de experiencia, más de 250 productos distintos, estructurados en dos grandes bloques: panadería y bollería de pan, bollería y pastelería.

Con una facturación en el 2000 de 427 millones de euros y en el 2001 de más de 525, el Grupo Panrico destina cada vez mayores recursos a la investigación de las necesidades del consumidor y la creación y mejora de nuevos productos. Reflejo de ello es el crecimiento de casi un 10% de la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D).

El Grupo Panrico posee en la actualidad un equipo humano formado por más de 7.000 empleados, 3.000 de ellos vendedores que, a través de 3.200 rutas que se activan a las 4 de la madrugada, llegan diariamente a más de 130.000 puntos de venta. Esta forma de operar permite a Panrico ofrecer al consumidor la garantía total de un producto fresco, fabricado cada día.

1.3. RESUMEN Y ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El presente proyecto está constituido por tres capítulos, bibliografía y dos anexos.

El Capítulo 1 consta de una introducción, en la que se justifica la elección del tema del proyecto y se presenta su objeto. Se muestran los antecedentes, en donde se describe de forma resumida el grupo empresarial, su historia y actividad, en el que está enmarcado el proyecto y, por último, el presente resumen y estructura del proyecto.

En el Capítulo 2 se realiza una descripción de las técnica y métodos utilizados en el desarrollo del cuerpo del proyecto, el Capítulo 3.

El Capítulo 3 representa el cuerpo del proyecto. En él que se describe inicialmente el centro de trabajo, seguido de la línea de producción en la que se centra el proyecto. Posteriormente, se realiza un estudio de los puestos de trabajo y de la maquinaria de la misma, finalizando con un estudio económico de las propuesta de modificación de la línea que incluye el ahorro generado y las inversiones necesarias.

El proyecto finaliza con la bibliografía utilizada y dos anexos que incluyen las tablas para calcular los suplementos por descansos y las tablas MTM-1.

Capítulo 2

Metodología

En el presente capítulo se va a realizar una descripción y justificación de las herramientas y métodos que posteriormente utilizaremos para consecución del objeto del proyecto.

2.1. ESTUDIO DEL TRABAJO

El estudio del trabajo es una de las herramientas más importantes de las que dispone una empresa (industrial o de servicios) para detectar posibles fallos en cualquier aspecto de su sistema organizativo, corregirlos y realizar mejoras.

Se puede definir por estudio del trabajo como el conjunto de técnicas, y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para estudiar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

La aplicación del estudio del trabajo a una empresa de bienes o servicios cubre los aspectos que se muestran en la siguiente figura:

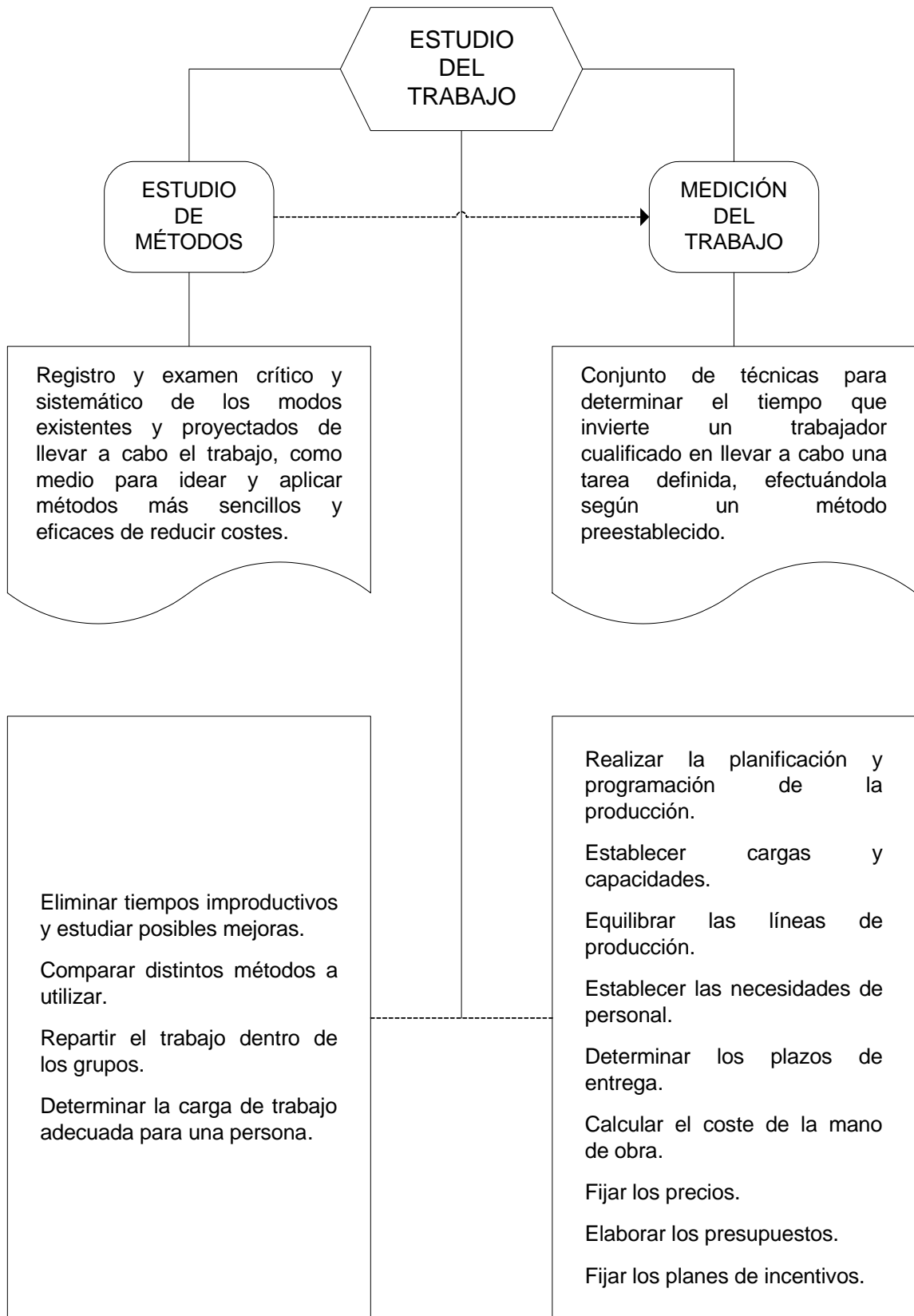


FIGURA 2.1 Aplicaciones del estudio del trabajo [Sánchez04].

El uso de esta herramienta no es aconsejable extenderla a toda la empresa ya que existen trabajos en los cuales los perjuicios ocasionados son superiores a los beneficios obtenidos. Algunos de estos trabajos son:

- Los correspondientes al personal indirecto, administrativos, mandos intermedios, jefes, etc.
- Los trabajos creativos.
- Los trabajos que entrañan riesgo o fatiga.

2.2. ESTUDIO DE MÉTODOS

El estudio de métodos es el registro y examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo el trabajo, como medio para idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir costes.

Los fines perseguidos por esta técnica son:

- (a) Mejora de procesos y procedimientos.
- (b) Mejora de la distribución de los puestos de trabajo y del lugar de trabajo en sí.
- (c) Mejora en el uso de elementos disponibles: personal, máquinas y herramientas.
- (d) Economía del esfuerzo humano.
- (e) Reducción de la fatiga.
- (f) Mejora del ambiente físico en el trabajo.

2.2.1. ETAPAS BÁSICAS DE UN ESTUDIO DE MÉTODOS

Las etapas básicas de que consta un estudio de métodos son:

- (1) Selección del trabajo a estudiar.
- (2) Registro del método actual.
- (3) Análisis crítico del método actual.
- (4) Desarrollo del método mejorado.
- (5) Implantación del nuevo método.

2.2.1.1. Selección del trabajo a estudiar

La selección del trabajo a estudiar se debe realizar teniendo en cuenta todos los aspectos económicos, técnicos, y humanos:

(1) Consideraciones económicas

La oficina o departamento de métodos y tiempo de una empresa siempre tiene limitados, por motivos de rentabilidad, los recursos humanos y materiales, de tal manera que los procesos susceptibles de mejora, rebasan a los que puede abordar de forma inmediata; es fundamental una selección para que la relación resultados obtenidos frente a recursos empleados sea máxima.

Las operaciones que suponen un mayor coste y, por tanto, las primeras que se deben tener en cuenta son:

- Las que generan beneficios con un alto coste o con un alto índice de desecho de materiales.
- Las que suponen un cuello de botella para el desarrollo de actividades que se realizan posteriormente.

- Las de muy larga duración.
- Las que tienen un carácter muy repetitivo.
- Las que emplean una gran cantidad de mano de obra.
- Las que suponen un movimiento de materiales con un recorrido largo.

(2) Consideraciones técnicas

se basa en la necesidad de que haya personal conocedor del estudio de métodos y personal conocedor de los procesos.

(3) Consideraciones humanas

Tiene en cuenta:

- Los aspectos relacionados con la seguridad y la salud física y psíquica de los trabajadores: detectando esas actividades y estableciéndolas más seguras.
- Las reacciones humanas: explicando a los trabajadores, comité de empresa, sindicatos, etc., el propósito del estudio de métodos, mayor productividad pero trabajo menos fatigoso.

2.2.1.2. Registro del método actual

Consiste en recolectar los datos más importantes acerca del trabajo escogido, haciendo uso para ello de la técnica más conveniente. Las técnicas que se suelen utilizar para realizar este registro son:

- (a) Anotación por escrito: consiste en describir con palabras todas las operaciones realizadas para llevar a cabo la tarea.

- (b) Diagramas y gráficos normalizados: existen gran variedad de ellos y sus ventajas frente a la anotación por escrito son que sintetizan mejor la información y que son inteligibles independientemente del sector, país, etc. La clasificación más extendida de estos diagramas es la realizada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en 1973, mostrada en la siguiente figura:

<p>Gráficos que indican una secuencia de hechos sin escala de tiempo.</p>	<p>Cursograma sinóptico o diagrama de operaciones del proceso. Cursograma analítico o diagrama de análisis del proceso. Diagrama bimanual.</p>
<p>Gráficos que indican una sucesión de hechos reproducidos a escala temporal.</p>	<p>Diagrama de actividades múltiples o simultáneas. Simograma. Gráfico STPM.</p>
<p>Gráficos que especifican el movimiento de los materiales y/u operaciones.</p>	<p>Gráfico de trayectoria. Diagrama de recorrido o de circuito. Diagrama de hilos. Ciclograma. Cronociclograma.</p>

FIGURA 2.2 Clasificación de diagramas según la OIT.

Para la realización del registro del método actual mediante los diagramas o gráficos normalizados, se ha convenido, con carácter universal, por distintos organismos internacionales, que todas las actividades que pueden formar parte del proceso, actividad o tarea se encuadren en cinco clases:

- (1) Operación: tiene lugar una operación cuando se modifican, de manera intencionada, las características físicas o químicas de un objeto, cuando se monta o desmonta de otro o cuando se dispone para la siguiente actividad. También tiene lugar una operación cuando se da o recibe información o cuando se hacen cálculos o planes. Se representa por un círculo.

- (2) Inspección: estamos ante una inspección cuando se examina un objeto para su identificación o para comprobar la cantidad o calidad de alguna de sus propiedades. Se representa por un cuadrado.
- (3) Transporte: existe transporte cuando se traslada de un lugar a otro un objeto, exceptuando los casos en los que el movimiento forma parte de una operación o inspección. Se representa por una flecha.
- (4) Demora: se trata de una demora cuando las circunstancias, salvo las inherentes al proceso, no permiten la ejecución inmediata de la siguiente actividad prevista. También se considera demora el almacenamiento circunstancial entre puestos o en puestos de trabajo. Se representa mediante una D mayúscula.
- (5) Almacenaje: existe almacenaje cuando un objeto es guardado o protegido de traslados no autorizados. Se representa por un triángulo invertido.






Símbolo	Descripción	Resultado
	Operación	Produce
	Inspección	Verifica
	Transporte	Mueve
	Demora	Retrasa
	Almacenaje	Guarda

FIGURA 2.3 Simbología de diagramas y gráficos normalizados [Sánchez04].

2.2.1.3. Análisis crítico del método actual

Una vez realizado el registro del método actual, hay que someter al proceso a un examen crítico de forma global y para ello se confecciona un cuestionario adaptado a cada caso. Además de estudiar los movimientos utilizados en la ejecución de las actividades, es conveniente tener en cuenta los materiales, herramientas, plantillas, condiciones de trabajo, etc.

Posteriormente al examen exhaustivo del proceso, se procede a la crítica de cada una de las actividades que lo integran. Este estudio crítico por actividades conviene iniciarlo por las operaciones (simbolizadas por un círculo) ya que constituyen la parte esencial del proceso, quedando el resto de elemento condicionados por ellas.

2.2.1.4. Desarrollo del método mejorado

Consiste en encontrar una nueva forma de realizar los trabajos, basada principalmente en criterios económicos.

Para deducir el nuevo método de trabajo, hay que seguir los siguientes pasos:

- (1) Eliminar actividades que no añadan valor al producto:
 - Las inspecciones se pueden minimizar mediante la aplicación de los sistemas de gestión de la calidad y siguiendo la máxima “la calidad no se inspecciona, se fabrica”.
 - Los transportes se pueden minimizar mediante técnicas de distribución en planta.
 - Las demoras se pueden minimizar mediante la simulación de eventos discretos o por teoría de colas.

- El almacenaje se puede minimizar con técnicas de gestión de stock.
- (2) Combinar actividades: las respuestas a las preguntas ¿dónde?, ¿cuándo? y ¿quién?, nos pueden ayudar a combinar las actividades cuando éstas no han podido ser eliminadas. Las actividades más fáciles de combinar son las operaciones y los transportes, de manera que cuando movemos las piezas, las vamos procesando.
 - (3) Reordenar actividades: si los detalles son necesarios y no pueden combinarse, hay que analizar si se pueden ordenar de otra forma más eficiente.
 - (4) Simplificar actividades: si no podemos eliminar, combinar ni reordenar, hay que tratar de simplificar el método. Las respuestas a la pregunta ¿cómo? nos ayudarán a poder hacerlo y para ello se pueden tener en cuenta los siguientes principios:
 - Hacer el trabajo más fácil y seguro.
 - Colocar con anticipación los materiales y herramientas en los mejores sitios del área de trabajo.
 - Usar el transporte por gravedad.
 - Hacer el trabajo con ambas manos.
 - Sostener las piezas con dispositivos.
 - Desarrollar las ideas en colaboración.

2.2.1.5. Implantación del nuevo método

Los principales pasos a seguir en la implantación del nuevo método son:

- (1) Obtener la aprobación de la dirección competente.
- (2) Conseguir que el jefe de departamento o sección acepte el cambio.

- (3) Conseguir la aceptación de los operarios afectados por el cambio y la de sus representantes.
- (4) Enseñar el nuevo método a los trabajadores.
- (5) Seguir de cerca la marcha del trabajo, hasta tener la seguridad de que se realiza según el método.

2.3. MEDICIÓN DEL TRABAJO

La medición del trabajo tiene como objetivo determinar el tiempo que debe asignarse a la realización de una tarea determinada, teniendo en cuenta que ese tiempo debe ser justo y equitativo, tanto para el trabajador que realiza esa tarea, como para la empresa, que tiene que pagar por ese trabajo.

La medición del trabajo es muy importante para las empresas ya que el conocimiento de los tiempos que se precisan para ejecutar las diferentes tareas les permitirá establecer decisiones respecto a:

- (1) La maquinaria:
 - Para controlar su funcionamiento.
 - Para la selección y diseño de nueva maquinaria.
 - Para la distribución en planta y transporte de materiales.
- (2) El personal:
 - Para establecer el plan de trabajo.
 - Para determinar los costes de mano de obra.
 - Como base para incentivos.
- (3) El producto:
 - Para comparar diseños.

- Para establecer presupuestos.
 - Para programar la fabricación.
- (4) Otros:
- Para simplificar los problemas de dirección.
 - Para mejora de relación con clientes.

Para fines de la medición del trabajo, una tarea se puede considerar como un trabajo repetitivo o no repetitivo. Un trabajo repetitivo es aquel en el que la operación principal se repite continuamente durante el tiempo dedicado a la tarea, mientras que un trabajo no repetitivo es aquel en el que la operación principal casi nunca se repite de la misma manera.

Los procedimientos más usados para la determinación de tiempos de trabajo son:

- (a) Estudio de tiempos con cronómetro.
- (b) Sistemas de normas de tiempos predeterminados (NTPD).
- (c) Muestreo del trabajo.

2.3.1. ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO

El estudio de tiempos es el análisis sistemático de los métodos de trabajo, con el fin de desarrollar el método y el sistema óptimos para minimizar costes, normalizar dichos sistema y método, determinar el tiempo necesario para que una persona cualificada y convenientemente adiestrada, realice una tarea u operación, trabajando a ritmo normal y ayudar al operario a adiestrarse siguiendo el mejor método; por tanto, se utiliza para medir el trabajo y su resultado es el tiempo en minutos que requiere una persona adecuada a la tarea u operación e instruida en el método específico, para realizar dicha tarea trabajando a un ritmo normal; a este tiempo es a lo que se denomina *tiempo tipo* de la tarea u operación.

De las distintas técnicas existentes de estudio de tiempos, el estudio de tiempos con cronómetro, también llamado cronometraje, es con diferencia el más usado. Su principal aplicación es la determinación de tiempos tipo en relación con los sistemas de primas por rendimiento; también se emplea para:

- (a) Determinar programas y planificar el trabajo.
- (b) Determinar costes tipo y ayudar a preparar presupuestos.
- (c) Estimar los costes de un producto previamente a su fabricación.
- (d) Determinar la eficacia de las máquinas, número de éstas que puede manejar una persona, número de personas necesarias en una célula de trabajo, equilibrado de líneas, etc.
- (e) Determinar tiempos tipo como base para el pago de la mano de obra indirecta.
- (f) Determinar tiempos tipo como base para el control de costes de la mano de obra.

2.3.1.1. Etapas para la realización de un cronometraje

El procedimiento para realizar un estudio de tiempos con cronómetro puede variar según el tipo de operación que se estudie y el uso que se le de a los datos obtenidos. En general, las etapas necesarias para la realización de un cronometraje son:

- (1) Estudio del puesto de trabajo.
 - (a) Análisis del método:
 - Observación y anotación del método.
 - Descomposición en operaciones elementales.
 - (b) Toma de datos:
 - Valoración de la actividad.

- Anotación de los tiempos cronometrados.
 - Número de observaciones a realizar.
- (2) Análisis de los datos.
- (a) Cálculo del tiempo normal.
 - (b) Aplicación de los suplementos.
 - (c) Determinación de las frecuencias de los elementos.
 - (d) Cálculo del tiempo tipo.

El estudio del puesto de trabajo se realiza en el puesto de trabajo objeto del estudio y con el operario que cubre dicho puesto, mientras que el análisis de datos consiste en una serie de cálculos con el objetivo de establecer el tiempo tipo.

2.3.1.1.1. Observación y anotación del método

Para la realización de un trabajo siempre es posible aplicar más de un método o procedimiento. Antes de realizar un cronometraje, es necesario que se haya aplicado en el puesto de trabajo la mejora de métodos, normalizando su ejecución y dotando al operario de los medios necesarios. Tanto si se ha mejorado el método, como en el caso contrario, hay que recoger y anotar toda la información relativa a como se realiza el trabajo, de tal manera que, por un lado, tengamos perfectamente reflejado el método al cual vamos a asignar un tiempo, y en el segundo caso, tengamos la información necesaria para la mejora del método.

2.3.1.1.2. Descomposición en operaciones elementales

El trabajo que se va a cronometrar hay que descomponerlo en partes llamadas operaciones elementales, con el fin de describir el procedimiento, tener datos normalizados, valorar la actividad, etc.

Se define como *operación elemental* una parte esencial y definida de una determinada tarea, que puede estar compuesta de uno o varios movimientos fundamentales, realizados por el operario o la máquina y que forman parte de la tarea que se va a cronometrar; al conjunto de operaciones elementales que es preciso realizar para ejecutar una unidad de tarea se denomina *ciclo de trabajo*.

Según cómo se presenten las operaciones elementales en el ciclo de trabajo, se clasifican en:

- (a) Elementos regulares: son aquellos que se presentan en todos los ciclos de trabajo.
- (b) Elementos de frecuencia: son aquellos que se necesitan realizar pero no están presentes en todos los ciclos de trabajo. La frecuencia con la que aparecen estos elementos puede ser regular o irregular.
- (c) Elementos extraños o fuera de método: Son aquellos que no son necesarios para la realización de la tarea; a efectos del cálculo del tiempo tipo no se tendrán en cuenta.

Para el estudio de tiempos con cronómetro, es también necesario diferenciar las operaciones elementales según su duración en el tiempo:

- (a) Elementos constantes: son aquellos que tienen el mismo valor de tiempo en las distintas tareas donde se presentan.
- (b) Elementos variables: son aquellos en los que el tiempo de ejecución depende de determinadas características del producto, proceso o equipo, aún siendo el mismo trabajo.

Teniendo presente las anteriores clasificaciones, podremos realizar la descomposición de un ciclo de trabajo en operaciones elementales, considerando las siguientes reglas:

- (a) Han de ser fáciles de reconocer y con puntos claros de comienzo y finalización.
- (b) Se deben hacer tan cortos como sea posible, siempre que queden bien identificados.
- (c) Deben separarse los elementos constantes de los variables.
- (d) Deben separarse los elementos regulares, de los de frecuencia y de los extraños.
- (e) Deben separarse los manuales de los de máquina.
- (f) Dentro de los manuales, hay que separar los de máquina parada de los de máquina en marcha.

2.3.1.1.3. Valoración de la actividad

La valoración de la actividad es el proceso durante el cual el observador de tiempos compara la actuación del operario bajo observación con su propio concepto de actividad normal; posteriormente este factor de valoración se aplicará al tiempo registrado para obtener el tiempo normal de la tarea. Por tanto, en la valoración interviene la opinión del observador de tiempos y no se puede establecer un tiempo tipo sin este juicio.

El tiempo que interesa determinar es aquel que corresponde a una actividad que no sea ni lenta ni rápida, sino normal, es decir, el *tiempo normal*.

Se define tiempo normal como aquel que requiere un operario medio, trabajando con una actividad normal, para realizar la tarea considerada:

- *Operario medio* es aquel que tiene una constitución normal, unas aptitudes normales para el trabajo y una cierta experiencia en su ejecución.

- Actividad normal se relaciona con andar, por terreno horizontal, liso y sin carga, de tal manera que, una persona desarrolla una actividad normal cuando anda en las condiciones anteriormente mencionadas a una velocidad de 4,5Km/h.
- Tarea considerada es aquella que se tiene que realizar siguiendo el método que se ha fijado.

Para el cálculo del tiempo normal se considera que los tiempos de ejecución de una operación elemental son inversamente proporcionales a las actividades:

$$\frac{T_o}{T_n} = \frac{A_n}{A_o} \Rightarrow T_n = \frac{T_o \times A_o}{A_n} \quad (2.1)$$

donde:

T_n : tiempo de la operación elemental realizado a la actividad normal.

T_o : tiempo cronometrado de esa operación elemental.

A_n : actividad normal.

A_o : actividad valorada a esa operación elemental.

Para la valoración de la actividad podemos adoptar dos criterios: dar una única valoración para todo el conjunto de la tarea o bien dar una valoración a cada elemento de la tarea. El procedimiento que seguiremos será el de valorar la actuación de todos los tiempos que se tomen.

2.3.1.1.4. Precisión en la valoración de la actividad

Dado que la valoración de la actividad se realiza mediante comparación mental de la actuación del operario que se está observando con el concepto que se

tiene de actividad normal, es necesario un cierto entrenamiento para que la precisión en la valoración sea aceptable.

La precisión en la valoración de la actividad debe ser la mayor posible pero en la práctica resulta muy difícil apreciar diferencias inferiores a un 5%. Nosotros realizaremos un entrenamiento mediante dos operaciones patrón: andar por terreno horizontal y repartir un mazo de 52 cartas; cuando el error cometido en la valoración de estas dos operaciones sea inferior al 10%, consideraremos que estamos preparados para afrontar el trabajo de campo. El seguimiento de este entrenamiento lo realizaremos mediante la hoja de control de actividades de la Fig.2.4, tomando como referencias las mostradas en la Fig.2.5.

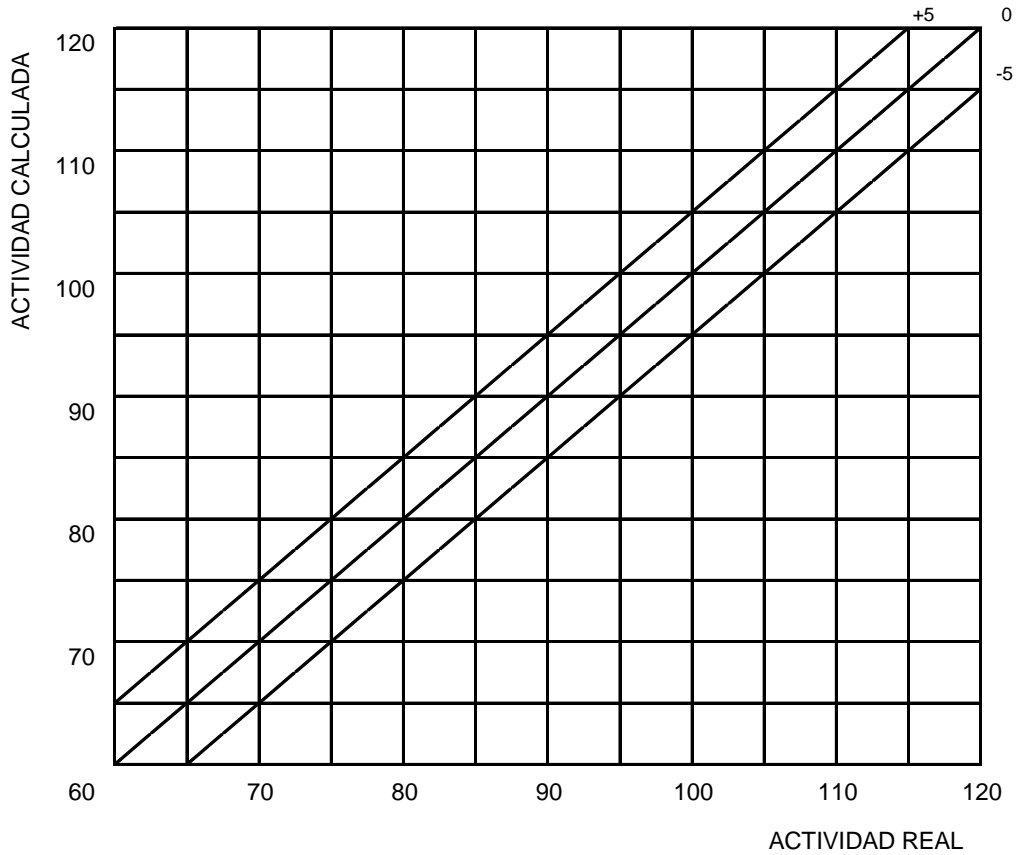
CONTROL DE ACTIVIDADES

Operación:

Hoja nº:

Nombre:

Fecha:



Prueba Nº:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividad calculada										
Actividad real										
Diferencia										

Resumen	<-10	-10	-5	0	+5	+10	>+10	Error

FIGURA 2.4 Hoja de control de actividades [Cabré67].

Actividad	Andar	Repartir 52 cartas
65	12,28	46
70	11,45	42,98
75	10,62	39,96
80	10,00	37,58
85	9,42	35,34
90	8,88	33,36
95	8,41	31,62
100	7,89	30
105	7,62	28,63
110	7,27	27,31
115	6,95	26,09
120	6,65	25

FIGURA 2.5 Tiempo-actividad operaciones patrón [Cabré67].

2.3.1.1.5. Número de observaciones a realizar

Para establecer un tiempo que sea justo, es necesario realizar varias lecturas de tiempo y actuaciones para un mismo elemento. Para determinar el número de ciclos de trabajo a cronometrar, hay que definir dos variables:

- Nivel de confianza: probabilidad de no cometer un error superior al adoptado como precisión. Se suele adoptar un nivel de confianza del 95%.
- Precisión: porcentaje máximo que se admite como máximo de error, al considerar la media de la muestra como valor verdadero. Se suele adoptar una precisión del 5%.

Existen distintos métodos para calcular el número de observaciones a realizar. Nosotros utilizaremos el nomograma de la Fig.2.6, para un 95% de nivel de confianza y una precisión del 5%.

El procedimiento para calcular el número de observaciones a realizar a partir del nomograma es el siguiente:

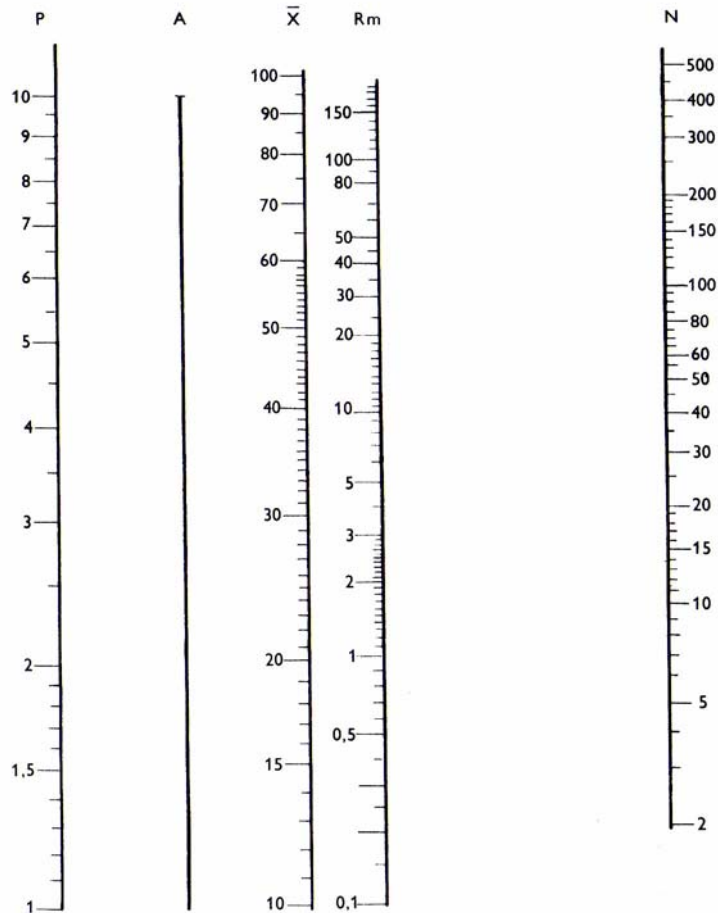


FIGURA 2.6 Nomograma para un nivel de confianza del 95% [Ruiz70].

- (1) Realizar un cronometraje previo, de 15 a 20 tiempos con sus actividades y se calcula el tiempo normal de cada uno.
- (2) Clasificar los tiempos normales obtenidos en grupos de cuatro; en el orden tomado.
- (3) Para cada grupo, se halla la diferencia entre el valor mayor y el menor (rango R).
- (4) Calcular el rango medio R_m de los grupos.
- (5) Hallar el valor medio \bar{X} de los tiempos normales.
- (6) Determinar sobre el nomograma el número de observaciones a realizar:
 - Sobre la escala P se toma el grado de precisión adoptado (5%).

- Sobre la escala \bar{X} se busca el valor de la media aritmética de los tiempos normales.
- Se unen los dos valores anteriores mediante una recta.
- Se busca en la escala R_m el valor del rango medio.
- Se unen mediante una recta, el punto de intersección, con la recta A de la recta que une P y \bar{X} , con el valor en R_m del rango medio y se prolonga hasta que corte la escala N ; sobre esta escala, se obtiene el número de observaciones.

2.3.1.1.6. Cálculo del tiempo normal

Una vez realizado el cronometraje, tenemos para cada elemento en el que se ha descompuesto el ciclo de trabajo, un número N de tiempos con sus correspondientes valoraciones de actividad. Hemos de tomar un valor de tiempo y de actividad que los represente a todos y, de esta manera, obtener el tiempo normal de cada elemento y, por tanto, del ciclo de trabajo.

Existen distintos procedimientos para analizar los datos obtenidos en el cronometraje. La aplicación de un procedimiento u otro, dependerá de una serie de factores como el número de tiempos obtenido, la dispersión de esos tiempos, número y dispersión de actividades, etc.

(1) Método triángulo-triángulo

Se utiliza cuando las actividades están limitadas a dos o tres valores contiguos con tiempos variables.

El método triángulo-triángulo es un método gráfico en forma de tabla en el que en las horizontales se colocan las medidas y en las verticales las frecuencias con que se presentan cada una de las medidas. La tabla que se utiliza para la

ejecución de este método se llama impreso de recuento de datos y se muestra en la Fig.2.7.

La forma de obtener el tiempo normal es la siguiente:

- (a) Se toma el valor inferior de los tiempos obtenidos y, a partir de él, se anotan en vertical la lista creciente de tiempos.
- (b) Según el número de datos, se le asigna en la horizontal de cada tiempo, un cuadrado a una o varias observaciones.
- (c) Se lleva todos los valores de tiempo a esta tabla.
- (d) Se traza un triángulo envolvente de todos los valores representados.
- (e) El tiempo medio T_s viene dado por el centro de gravedad del triángulo, punto de intersección de las medianas (rectas que unen cada vértice con el punto medio del lado opuesto).
- (f) Haciendo lo mismo con las actividades, se tendrá la actividad media A_s .
- (g) El producto de T_s por A_s dividido por 100 nos da el tiempo normal T_n de ese elemento.

(2) Método triángulo-hipérbola

Se utiliza cuando se disponen de bastantes datos y sin gran dispersión en las actividades.

Es un método gráfico similar al anterior en el que también se utiliza el impreso de recuento de datos de la Fig.2.7.

El tiempo normal se obtiene de la siguiente manera:

EMPRESA:				RECuento DE DATOS					Estudio nº				
Puesto de trabajo:				Cronometrador:			Fecha:		Hoja nº:				
Nº	T	Frecuencia			0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4
Grid content													

FIGURA 2.7 Impreso de recuento de datos [Ruiz70].

- (a) Se coloca en la columna de tiempos T una escala creciente desde el menor tiempo del elemento analizado, hasta el mayor.
- (b) En la zona de frecuencias, se irá colocando una marca, cada vez que aparezca un tiempo correspondiente al valor indicado en la escala.
- (c) La actividad correspondiente al tiempo marcado, se marcará en su misma horizontal y en la vertical correspondiente a su valoración.
- (d) Cuando se marquen todas las parejas tiempo-actividad, para ese elemento, se traza un triángulo envolvente de todos los valores representados de tiempos; para las actividades, se determinan los centros de gravedad de cada agrupación horizontal y se unen entre sí estos puntos para obtener una hipérbola
- (e) Hallando el centro de gravedad del triángulo y proyectándolo horizontalmente sobre la escala de tiempos, se tiene el tiempo medio T_s ; de la misma manera, proyectando ese punto horizontalmente sobre la hipérbola de actividades y llevándolo a su vertical, se tiene la actividad media A_s .
- (f) El producto de T_s por A_s dividido por 100 nos da el tiempo normal T_n de ese elemento.

(3) Triángulo de tiempos normales

Se usa cuando los tiempos tomados son de gran magnitud y las actividades muy variadas.

Consiste en circunscribir un triángulo con los tiempos observados pasados a actividad normal.

(4) Moda

Se utiliza cuando el tiempo medido es de poca magnitud y muy repetitivo y si la variación de estos tiempos es pequeña y se limita a tres o cuatro tiempos contiguos.

Las parejas de datos tiempo-actividad se representan en el impreso de recuento de datos, de tal manera, que como tiempo medio T_s se toma la moda (el valor que más se presentó) y como actividad media A_s , la que indique la hipérbola. El producto de T_s por A_s dividido por 100 nos da el tiempo normal T_n de ese elemento.

(5) Media aritmética

Se utiliza cuando el número de datos es pequeño, la dispersión es grande, las actividades son muy variadas, etc.

El tiempo normal T_n del elemento cuando con los datos de que se dispone, no es posible el trazado del triángulo o de la hipérbola, se obtiene mediante la media aritmética de los tiempos normales.

(6) Comprobación de los resultados

Para saber si hay proporcionalidad entre las variaciones de tiempos y variaciones de actividades de un elemento cronometrado, se calcula las relaciones entre tiempos extremos y entre actividades extremas:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} \qquad r_a = \frac{A_o \text{ máxima}}{A_o \text{ mínima}} \qquad (2.2)$$

Si la relación de relaciones no es mayor de 1,5, puede considerarse aceptable la proporción.

$$R = \frac{r_t}{r_a} \leq 1,5 \quad (2.3)$$

2.3.1.1.7. Aplicación de los suplementos

El tiempo normal de una operación o tarea es el tiempo que necesitaría un trabajador cualificado para realizar la tarea si trabajara a ritmo normal, sin embargo, el operario no trabaja todo el día sin ninguna interrupción, ya que usará cierto tiempo en sus necesidades personales, en descansar, en circunstancias que están fuera de su control, etc. Esta serie de interrupciones justificadas, que forman parte del trabajo, hay que incluirlas al tiempo asignado por ciclo de trabajo.

Se pueden definir los suplementos como un incremento de tiempo al tiempo normal, para que el operario pueda recuperarse de la fatiga, atender sus necesidades personales y compensar esperas justificadas que forman parte del trabajo.

La manera más usual de incorporar los suplementos al tiempo normal es en forma de tanto por ciento. Según sea el suplemento que estemos calculando y el tipo de operación, lo incorporaremos al tiempo normal de esta manera o bien lo restaremos de la jornada total de trabajo.

Los suplementos que incluiremos son:

- (a) suplementos para necesidades personales.
- (b) suplementos para recuperarse de la fatiga.
- (c) suplementos por esperas.

(a) Suplementos para necesidades personales

Este suplemento incluye el tiempo que necesita el operario para beber agua, lavarse las manos, ir al servicio, etc. El tiempo necesario para estas actividades depende del individuo, del tipo de trabajo que realice, de las condiciones ambientales y de los recorridos que tenga que realizar.

Por término medio, a este suplemento se le suele asignar entre un 2 y un 5% de tiempo de una jornada de trabajo. Nosotros tomaremos los tiempos establecidos en el Convenio Colectivo de la Empresa más los necesarios en recorrer la distancia del puesto de trabajo a la zona de descanso y servicios:

Por jornada de 8 horas de trabajo se establecen:

- (1) Dos descansos de 8 minutos cada uno a las dos horas y a las seis horas, aproximadamente, del inicio de la jornada.
- (2) Un descanso de 15 minutos a cargo del trabajador, aproximadamente a la mitad de la jornada de trabajo.
- (3) 3 minutos necesarios en recorrer la distancia del puesto de trabajo a la zona de descanso y servicios y viceversa

Por tanto, consideraremos a efectos de este estudio, aplicando el suplemento para necesidades personales, que la jornada de trabajo tiene una duración de 7 horas y 20 minutos; lo que equivaldría a un suplemento por necesidades personales de un 8,33% de la jornada de trabajo.

(b) Suplementos para recuperarse de la fatiga

Para aplicar este suplemento utilizaremos las tablas del anexo A publicadas por la empresa Peter Steel and Partners (Reino Unido). Existen tablas similares realizadas por distintas instituciones como Oficina Internacional del Trabajo, la REFA, etc.

(c) Suplementos por espera

Estas esperas pueden ser evitables o inevitables. Si las esperas que se presentan son evitables, es decir, que se producen por la voluntad del operario, no las tendremos en cuenta. Si las esperas son inevitables, en primer lugar, trataremos de eliminarlas o reducirlas al máximo económico y, en segundo lugar, las cuantizaremos para aplicar el suplemento.

Las actividades que pueden estar incluidas dentro de este suplemento son:

- (1) Rellenar el parte diario.
- (2) Mantener limpia la zona de trabajo durante la jornada.
- (3) Colocar en posición los materiales traídos por personal del departamento de compras.
- (4) Espera de materiales.
- (5) Instrucciones dadas por el responsable de línea.
- (6) Cambio de tarea.

2.3.1.1.8. Determinación de las frecuencias de los elementos

En una operación, al realizar la suma de los elementos para calcular su tiempo total, hemos de tener en cuenta el número de veces que se repite cada uno de los elementos en el ciclo de trabajo.

Anteriormente, realizábamos una clasificación de los elementos en regulares, de frecuencia y extraños o fuera del método. Si al calcular el tiempo de una operación sólo tenemos en cuenta los elementos regulares, obtendremos un resultado erróneo; hay que tener en cuenta además de los elementos regulares,

aquellos que aparecen cada cierto número de ciclos, considerando que pueden tener una periodicidad constante o irregular.

El tiempo total del ciclo de trabajo de una operación o tarea viene dado por la suma de los tiempos parciales de cada uno de los elementos multiplicados por un factor que tenga en cuenta su repetición o frecuencia dentro de la misma.

2.3.1.1.9. Cálculo del tiempo tipo

Para cada uno de los elementos en que se ha descompuesto una operación o tarea, calculamos su tiempo normal, producto del tiempo de realización por la valoración de la actividad y le aplicamos los suplementos correspondientes. El tiempo tipo elemental es el resultado de incrementar el tiempo normal elemental en los suplementos que le corresponden.

Se puede definir el tiempo tipo como el tiempo que por término medio, a lo largo de la jornada de trabajo, hay que asignar al operario para realizar el trabajo considerado. Se suele expresar en *horas tipo* o en *minutos tipo*.

2.3.2. SISTEMAS DE NORMAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS (NTPD)

El sistema de normas de tiempos predeterminados 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 realizan, con el fin de establecer el tiempo tipo requerido para la ejecución de una operación o tarea según un método fijado. Por tanto, los sistemas de normas de tiempos predeterminados son técnicas para sintetizar los tiempos de una operación a partir de los tiempos tipo de los movimientos básicos.

Los pasos que hay que seguir para analizar una operación mediante estos sistemas son:

- (a) Determinar los movimientos básicos de los que se compone la operación o tarea.
- (b) Definir las variables que afectan al movimiento u operación en estudio.
- (c) Buscar en las tablas, según el sistema que estemos utilizando, el tiempo correspondientes a cada elemento básico.
- (d) Sumar los valores obtenidos en las tablas para hallar el tiempo tipo de la operación.

La mayor dificultad que presenta este método consiste en identificar claramente los movimientos básicos para cada elemento, por lo que es necesario tener las bases teóricas y adquirir la habilidad necesaria para identificar estos movimientos mediante la práctica.

Los tiempos de movimientos básicos son una reunión de tiempos estándares válidos, asignados a movimientos fundamentales y grupos de movimientos que no se puede evaluar con los procedimientos ordinarios de estudio de tiempos con cronómetro. Son el resultado de estudiar una gran muestra de operaciones con un dispositivo de medición de tiempo como cámaras especiales, capaz de medir tiempos muy pequeños.

Las ventajas de aplicar estos sistemas para la obtención del tiempo tipo de una operación o tarea son:

- (a) Desarrollo de los métodos eficaces de fabricación antes de comenzar la producción.
- (b) Mejora de los métodos de fabricación.
- (c) Mantenimiento y control de los métodos.

- (d) Establecimiento de tablas estándar de tiempo sin necesidad de valorar actividades.
- (e) Guía para el estudio y diseño de productos.
- (f) Creación de útiles más eficaces.
- (g) Adiestramiento y formación de operarios.
- (h) solución de conflictos ante quejas o diferencias.
- (i) Entrenamiento de supervisores para crear un espíritu metódico.

2.3.2.1. Medida del tiempo de métodos (MTM)

El sistema de medida del tiempo de los métodos (MTM) se desarrolló a partir del estudio de movimientos de las operaciones industriales con la ayuda de una cámara cinematográfica de 16 imágenes por segundo, de tal manera que la contabilidad del tiempo se realizó contando la cantidad de imágenes necesarias en cada movimiento y considerando que a cada imagen le correspondía un tiempo de 0.00001737 horas. Los tiempos tipo se publicaron por primera vez en 1948 como resultado de los trabajos de H. B. Maynard y sus colaboradores Stegemerten y Schwab en la Westinghouse.

2.3.2.1.1. Unidades de tiempo y sus equivalencias

La unidad de tiempo usada en MTM es el TMU (Time Measurement Unit) que corresponde a 1/100.000 horas. Las equivalencias del TMU con otras unidades son:

- 1 TMU = 0.00001 horas
- 1 TMU = 0.00060 minutos
- 1TMU = 0.03600 segundos

- 1 hora = 100.000 TMU
- 1 minuto = 1.666,7 TMU
- 1 segundo = 27.8 TMU

2.3.2.1.2. Clasificación de los movimientos

Todos los movimientos o elementos que se establecen en el MTM se pueden clasificar en los siguientes grupos:

(1) Movimiento de los miembros superiores:

(a) Elementos básicos principales:

- Alcanzar
- Coger
- Mover
- Posicionar
- Soltar

(b) Elementos básicos secundarios:

- Girar
- Movimiento de manivela
- Aplicar presión
- Desalojar

(2) Movimientos visuales:

- Examinar
- Desplazar la mirada

(3) Movimientos de los miembros inferiores:

- Movimiento del pie
- Movimiento de la pierna

- (4) Movimientos del cuerpo:
- (a) Los desplazamientos:
- Andar
 - Paso lateral
 - Girar el cuerpo
- (b) Las flexiones:
- Inclinarsse
 - Agacharse
 - Arrodillarse sobre una rodilla
 - Arrodillarse (sobre las dos rodillas)
 - Sentarse
 - Levantarse

Cada elemento básico se caracteriza por:

- (1) Una definición detallando las circunstancias de su ejecución.
- (2) Una lista de variable y criterios que influyen en el tiempo de ejecución, tales como:
 - Amplitud del movimiento.
 - Esfuerzo muscular necesario.
 - Grado de control necesario para su realización.
- (3) Simbología.
- (4) Reglas de combinación y simultaneidad de realización con otros movimientos.

2.3.2.1.3. Nivel de actividad usado por MTM

El sistema L.M.S. (creado por Lowry, Maynard y Stegemerten) pondera varios criterios para determinar el nivel de actividad y, dentro de cada criterio, varios niveles. Los criterios para la evaluación de la actividad son:

- (a) Habilidad.
- (b) Esfuerzo.
- (c) Condiciones ambientales.
- (d) Homogeneidad de las observaciones.

La correspondencia de la actividad MTM con otros sistemas de actividades es la siguiente [Cast88]:

Actividad	MTM	Centesimal	Bedaux	75/100
Normal	90	100	60	75
Tablas MTM	100	111	66,7	83,3
Optima	120	133	80	100

Para trasladar los tiempos obtenidos mediante las tablas MTM a tiempo normal hay que realizar la conversión:

$$\text{Tiempo normal en segundos} = \frac{\text{Tiempo UMT} \times 4}{100} \quad (2.4)$$

2.3.2.1.4. Elemento básico “Alcanzar (R)”

(1) Definición

Es el elemento básico empleado cuando el fin predominante del movimiento es el desplazamiento de la mano o de los dedos hacia un destino o situación general.

(2) Variables

Clases de Alcanzar (R):

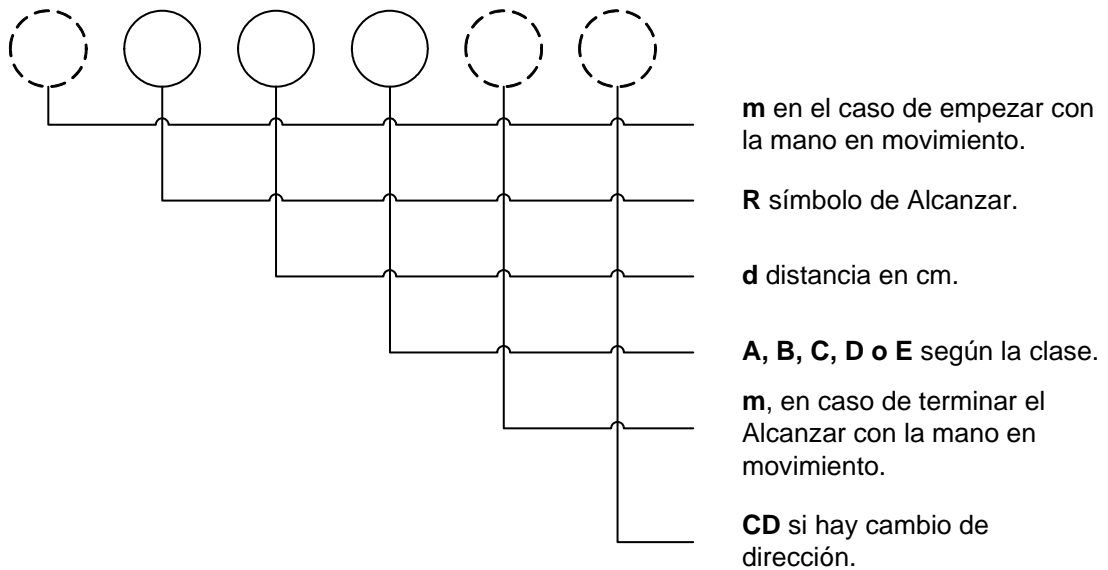
- (a) Clase A: Cuando el objeto a alcanzar está en un emplazamiento fijo y constante o bien se trata de alcanzar un objeto en la otra mano o sobre el cual descansa la otra mano.
- (b) Clase B: Cuando el objeto a alcanzar está aislado y ocupa una posición que varía ligeramente de un ciclo a otro.
- (c) Clase C: Cuando el objeto a alcanzar está mezclado con otros de manera que es necesaria una búsqueda visual o una selección.
- (d) Clase D: Es alcanzar un objeto muy pequeño (sección igual o inferior a 3mm x 3mm) o que necesita precaución para ser cogido. Es un movimiento altamente controlado.
- (e) Clase E: Es desplazar una mano hasta una posición indefinida para preparar el movimiento siguiente (aproximación), despejar la zona de trabajo. Nunca precede a un Coger (G).

Tipos de Alcanzar (R):

- (a) Tipo I: La mano está inmóvil al principio y al final del movimiento.
- (b) Tipo II: La mano está en movimiento al principio o al final del elemento. En las clases C y D nunca está en movimiento al final.

- (c) Tipo III: La mano está en movimiento al principio y al final del elemento. En las clases C y D no existe.

(3) Simbología



2.3.2.1.5. Elemento básico “Coger (G)”

(1) Definición

Es el elemento básico realizado por la mano o por los dedos con el fin predominante de asegurar el control suficiente, de uno o varios objetos, y permitir la realización del elemento básico siguiente.

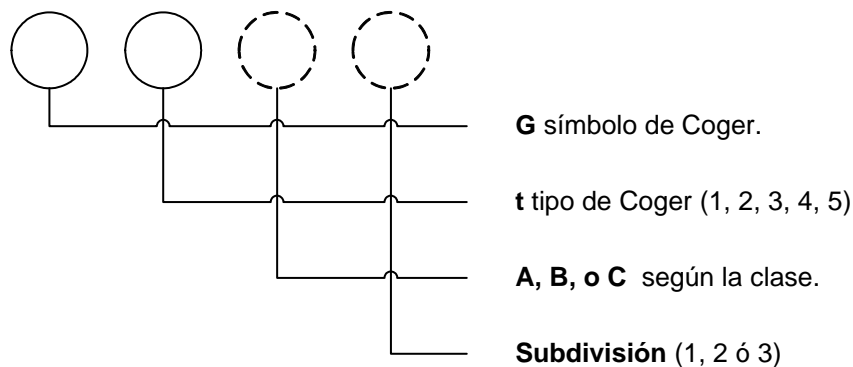
(2) Variables

COGER		Clase	Condiciones		
			Caso	Nivel	Símbolo
Por cierre corto de dedos	Objetos aislados o alineados	1	A	-	G1A
			B	-	G1B
			C	1	G1C1
			C	2	G1C2
			C	3	G1C3
		2	-	-	G2
		3	-	-	G3
	Objetos mezclados	4	A	-	G4A
B			-	G4B	
C			-	G4C	
Por contacto		5	-	-	G5

- (a) G1A: Es coger un objeto aislado, mezclado o alineado fácil de coger. Normalmente viene precedido de Alcanzar (R).
- (b) G1B: Es coger un objeto aislado muy pequeño (< 3mm en la parte de cogida) o un objeto plano, sobre una superficie plana. Normalmente está precedido de Alcanzar (R) clase D.
- (c) G1C: Es coger un objeto cilíndrico o casi cilíndrico (sección poligonal) alineado con otros objetos y en presencia de obstáculos que impiden cogerlo por debajo o lateralmente. Se distinguen 3 subcasos, según el diámetro de la zona cogida:
 - G1C1: $D > 12\text{mm}$. Normalmente va precedido de Alcanzar (R), clase B.
 - G1C2: $6\text{mm} < D \leq 12\text{mm}$. Normalmente va precedido de Alcanzar (R), clase B.
 - G1C3: $D \leq 6\text{mm}$. Siempre va precedido de Alcanzar (R), clase B.

- (d) G2: Es reasir o volver a coger (coger modificando la aprehensión de un objeto previamente cogido sin, para ello, soltarlo). Siempre va precedido de un Mover (M) o de otro Coger (G).
- (e) G3: Coger por transferencia (pasar un objeto de una mano a otra).
- (f) G4: Coger por selección (coger un objeto mezclado con otros de tal manera que haya búsqueda visual, selección muscular y opción). Siempre va precedido de un R_C. Según las dimensiones del objeto se distinguen 3 subcasos:
 - G4A: Dimensiones $> 25 \times 25 \times 25\text{mm}$
 - G4B: $6 \times 6 \times 3\text{mm} < \text{Dimensiones} \leq 25 \times 25 \times 25\text{mm}$
 - G4C: Dimensiones $\leq 6 \times 6 \times 3\text{mm}$
- (g) G5: Coger por contacto.

(3) Simbología



2.3.2.1.6. Elemento básico “Mover (M)”

(1) Definición

Es el movimiento básico, realizado con la mano o con los dedos, con el fin predominante de desplazar un objeto hacia un destino.

(2) Variables

Clases de Mover (M):

- (a) Clase A: Es mover un objeto hasta la otra mano (distancia máxima 8cm; si es mayor se trata de Clase B) o contra un tope. Se puede realizar sin control mental ni visual. Las opciones en caso de tope son:
 - Tope simple o tope doble formando un ángulo inferior a 90°:
M_A.
 - Tope doble formando un ángulo igual o superior a 90°:
M_A
M2A
- (b) Clase B: Es mover un objeto hacia un emplazamiento aproximado o indefinido (emplazamiento que puede variar ligeramente de un ciclo a otro).
- (c) Clase C: Es mover un objeto hasta un emplazamiento preciso o con precaución.

La elección entre Mover (M) clase B y clase C depende de la tolerancia o juego del posicionamiento:

Alineación (tolerancia)	> 12mm	M_B
	≤ 12mm	M_C
Introducción (juego)	> 25mm	M_B
	≤ 25mm	M_C

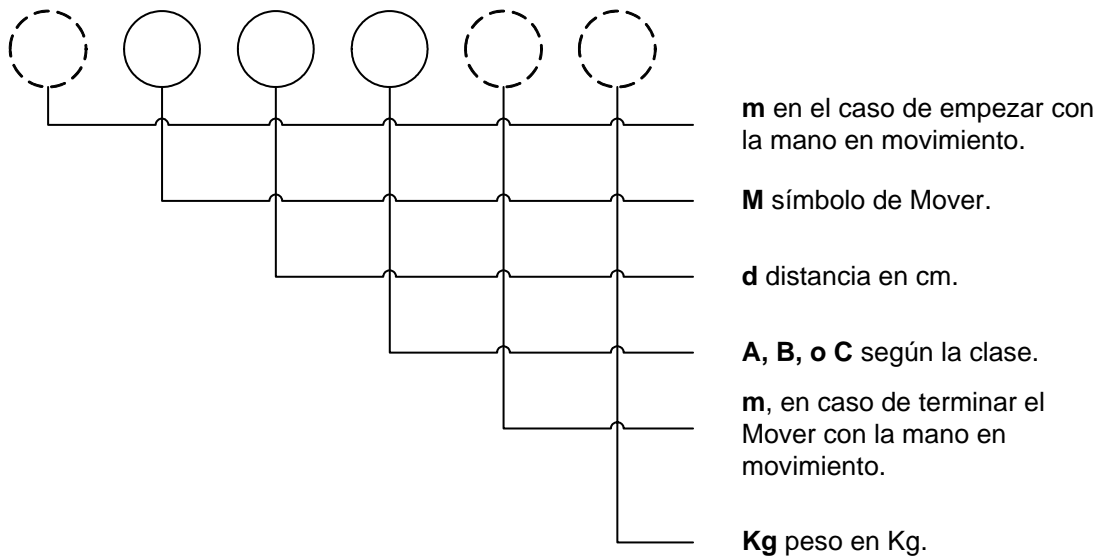
La fórmula para calcular el tiempo de Mover (M) con esfuerzo es:

$$T = (T_0 \times D) + S \tag{2.5}$$

donde:

- T_0 : Tiempo de Mover (M) sin esfuerzo.
- D : Coeficiente dinámico $D = 1 + (0,0242 \times K)$
- S : Constante estática $S = 0,5 + (0,76 \times K)$
- T : Tiempo de Mover (M) con esfuerzo.

(3) Simbología



2.3.2.1.7. Elemento básico “Girar (T)”

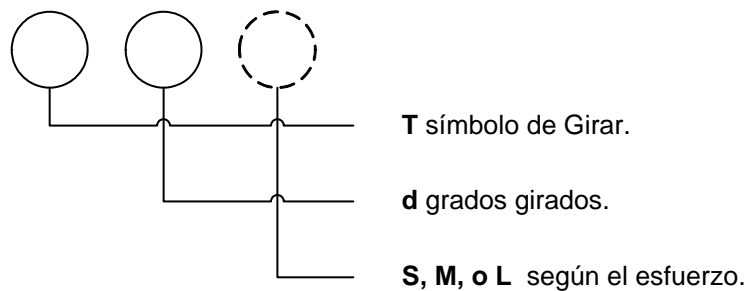
(1) Definición

Es el movimiento básico realizado cuando la mano vacía o cargada, la muñeca y el antebrazo ejecutan un movimiento de rotación alrededor del eje longitudinal del antebrazo.

(2) Variables

- (a) Grados girados: ángulo de giro descrito por la mano. Se expresa en grados y su campo total es de 30 a 180°. Si el ángulo girado es inferior a 30°, no es Girar (T) sino Alcanzar (R) o Mover (M) según la finalidad del movimiento.
- (b) Esfuerzo: es el peso del objeto girado o la resistencia opuesta al giro. Se distingue entre Ligero “S”, Medio “M” y Grande “L”.

(3) Simbología



2.3.2.1.8. Elemento básico “Aplicar presión (AP)”

(1) Definición

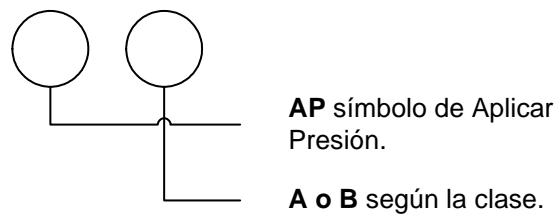
Es el elemento básico realizado cuando se aplica una fuerza muscular controlada para vencer la resistencia de un objeto, acompañado o no por un pequeño movimiento (6mm máximo).

(2) Variables

- (a) Clase A: No es necesario un reasir, es decir, el movimiento para mejorar la aprehensión inicial del objeto.

- (b) Clase B: Incluye un reasir.

(3) Simbología



2.3.2.1.9. Elemento básico “Posicionar (P)”

(1) Definición

Es el elemento básico utilizado para alinear, y si es necesario orientar e introducir un objeto en otro.

(2) Variables

Clases de Ajuste: determinada por la presión necesaria para franquear el plano de introducción o por la precisión de la alineación.

- (a) Clase 1: ajuste libre. No exige alineación, ni cuidado especial ni es necesaria ninguna presión. Hay un cierto juego entre las piezas.
- (b) Clase 2: ajuste suave. La alineación debe ser cuidadosamente realizada o es necesaria una ligera presión.
- (c) Clase 3: ajuste duro. La alineación debe ser realizada con gran cuidado o es necesaria una fuerte presión.

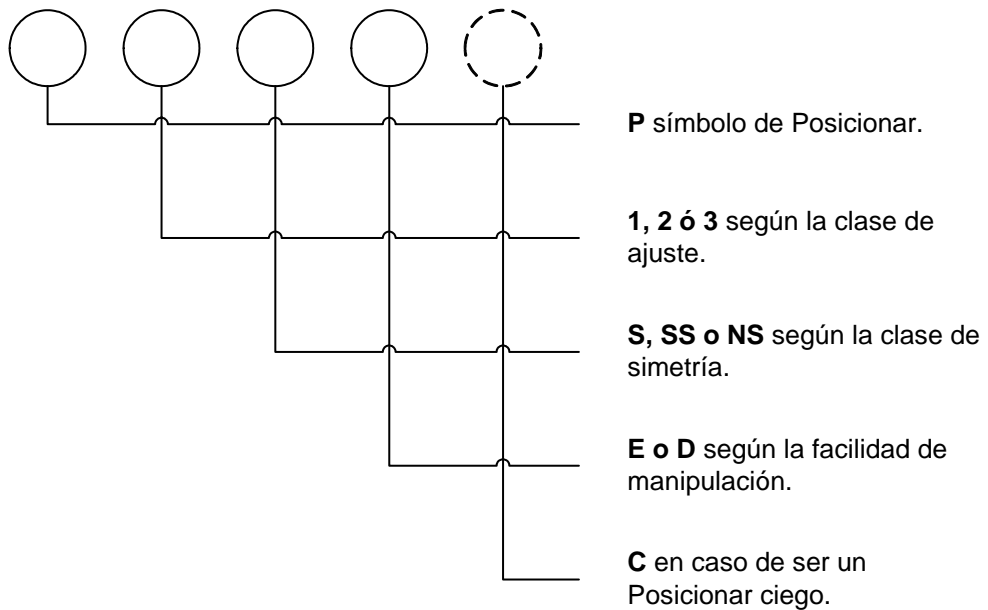
Simetría: depende de la forma de las piezas en el plano de introducción:

- (a) Simétrico (S): No es necesaria la orientación.
- (b) Semisimétrico (SS): Es necesaria una orientación; el ángulo medio de rotación es de 45°.
- (c) No simétrico (NS): Sólo existe una posición posible; el ángulo medio de rotación es de 75°.

Manipulación: depende de la forma, de la naturaleza y de las condiciones de empleo del objeto. Se distingue entre fácil (E) y difícil (D).

Posicionar ciego: es posicionar fuera de la vista del trabajador.

(3) Simbología



2.3.2.1.10. Elemento básico “Soltar (RL)”

(1) Definición

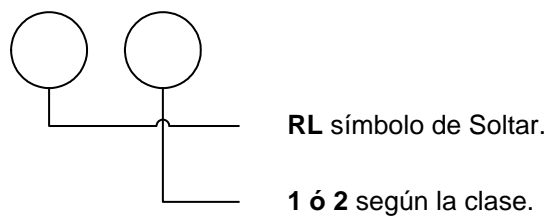
Es el elemento básico realizado cuando la mano o los dedos abandonan el control de uno o varios objetos.

(2) Variables

Clases de Soltar (RL):

- (a) Clase 1: soltar normal. Es realizado por simple apertura de dedos.
- (b) Clase 2: soltar de contacto. La pérdida de contacto del objeto se caracteriza por el alejamiento de la mano o de los dedos del objeto.

(3) Simbología



2.3.2.1.11. Elemento básico “Desalojar (D)”

(1) Definición

Es el elemento básico realizado para romper el contacto entre dos o más objetos. Se caracteriza esencialmente por un movimiento de retroceso involuntario de la mano provocado por el cese repentino de la resistencia.

(2) Variables

Clase de ajuste: depende del grado de adherencia de los objetos a separar y de la posición en la cual se realiza el Desalojar (D):

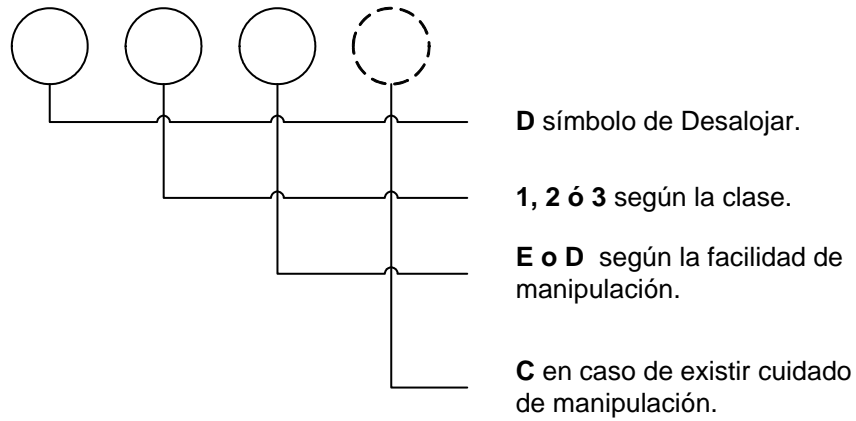
- (a) Clase 1: libre. Es suficiente con un ligero esfuerzo.
- (b) Clase 2: suave. Es necesario realizar un cierto esfuerzo que provoca un retroceso visible de amplitud inferior a 12 cm.
- (c) Clase 3: duro. Es necesario ejercer un esfuerzo importante que provoca un retroceso visible de amplitud comprendida entre 12 y 30 cm.

Manipulación: se refiere al control de ejecución de los movimientos:

- (a) Fácil (E): los objetos fáciles de manipular son los que después de haber sido cogidos pueden ser desalojados sin que sea necesario modificar la cogida.
- (b) Difícil (D): los objetos difíciles de manipular son los que no pueden ser desalojados sin que sea necesario modificar la cogida.

Cuidado en la manipulación (C): cuando existe riesgo de lesión para el trabajador, de deterioro de los objetos, etc.

(3) Simbología



2.3.2.1.12. Elemento básico “Movimiento de manivela (C)”

(1) Definición

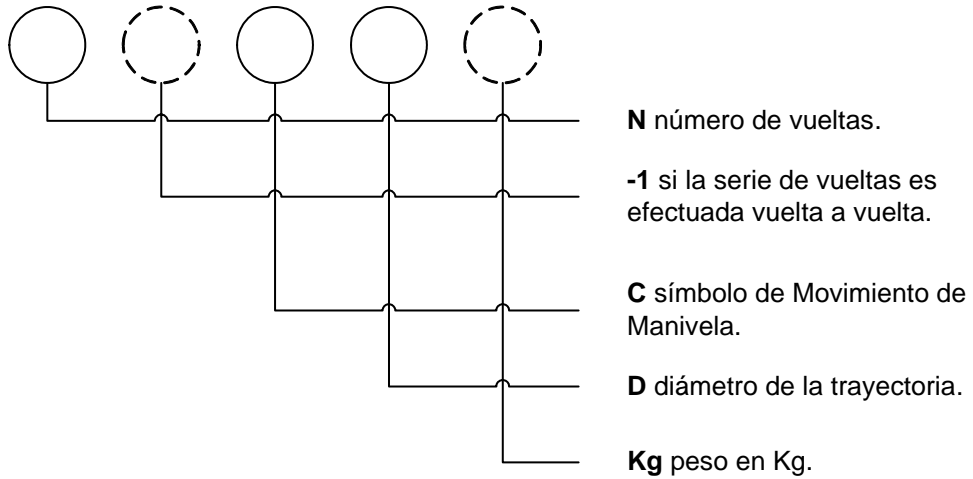
El elemento básico realizado cuando la mano o los dedos desplazan un objeto describiendo una trayectoria circular quedando el codo casi fijo.

(2) Variables

Distancia: es el diámetro de la trayectoria descrita por la mano.

Esfuerzo: es la resistencia opuesta al movimiento. Se utilizan los coeficientes de incremento usados en el elemento básico Mover (M).

(3) Simbología



2.3.2.1.13. Movimiento visual “Desplazar la mirada (ET)”

(1) Definición

Es el movimiento de los ojos efectuado para llevar la mirada de un sitio a otro.

(2) Variables

El tiempo de este elemento se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ET = 15,2 \frac{T}{D} \tag{2.6}$$

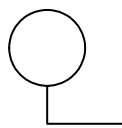
donde:

- T : es la distancia que separa los dos puntos considerados.

- D : es la distancia que separa el punto medio de “T” y los ojos del ejecutante.

El tiempo de ejecución máximo es de 20 UMT. Si la relación T/D es superior a 1,33, este elemento básico se realiza con rotación de la cabeza.

(3) Simbología



ET símbolo de Desplazar la Mirada.

2.3.2.1.14. Movimiento visual “Examinar (EF)”

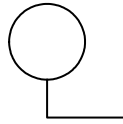
(1) Definición

Es el movimiento visual que consiste en fijar la mirada, con ausencia de todo movimiento, en un punto o en un objeto para reconocer la presencia o ausencia de una característica simple determinada de antemano, antes de comenzar el siguiente movimiento.

(2) Variables

Campo de visión normal: corresponde a una superficie circular de 10 cm de diámetro, situada a 40 cm de los ojos. Esta zona es cubierta por un sólo Examinar (EF”).

(3) Simbología



EF símbolo de Examinar.

2.3.2.1.15. Elemento básico “Movimiento del pie (FM)”

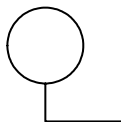
(1) Definición

Es un desplazamiento del pie alrededor del eje del tobillo efectuado, normalmente, en el plano vertical y más raramente en el horizontal.

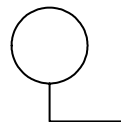
(2) Variables

Puede incluir un Aplicar Presión (APA) que transforma el movimiento de pie simple (FM) en movimiento de pie con presión (FMP).

(3) Simbología



FM símbolo de Movimiento del pie.



FMP símbolo de Movimiento del pie con presión.

2.3.2.1.16. Elemento básico “Movimiento de la pierna (LM)”

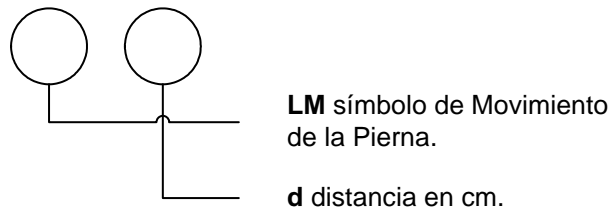
(1) Definición

Es el elemento básico que cubre todos los movimientos efectuados para desplazar el pie o la rodilla libremente o desplazando un objeto en los que la rodilla o la cadera sirven de pivote. El fin predominante es desplazar la pierna y no el cuerpo.

(2) Variables

Distancia recorrida, tomando como referencia el talón del ejecutante. En un desplazamiento lateral de rodilla, quedando fijo el pie, se toma como la distancia recorrida la medida al nivel de la rodilla.

(3) Simbología



2.3.2.1.17. Elemento básico “Andar (W)”

(1) Definición

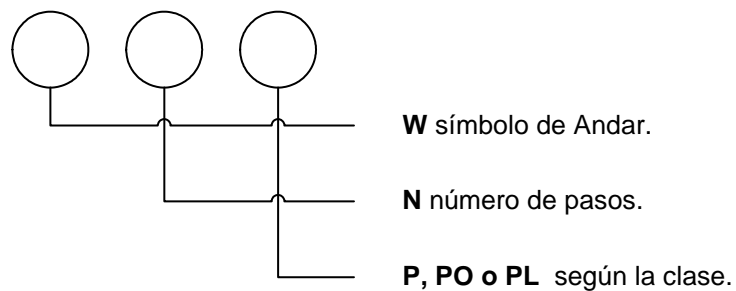
Es el elemento básico que se produce en los desplazamientos del cuerpo del individuo dando pasos.

(2) Variables

Clases de Andar (W):

- (a) Clase P: andar con pasos libres. Es andar sobre un suelo plano, libre y horizontal; eventualmente con una carga máxima de 25kg. El tiempo de ejecución de un paso (65 cm sin carga) es constante e igual a 15 UMT y su longitud disminuye cuando aumenta la carga.
- (b) Clase PO: andar con pasos con cuidado. Es andar sobre un terreno deslizante, sobre una pendiente considerable, sobre un recorrido con obstáculos, para subir o descender algunos escalones de escalera, con una carga superior a 25kg o con carga inferior a 25kg pero con cuidado, etc.
- (c) Clase PL: andar desplazando un carro. Es andar empujando o tirando de un carro.

(3) Simbología



2.3.2.1.18. Elemento básico “Paso lateral (SS)”

(1) Definición

Son los movimientos realizados para desplazar el cuerpo hacia un lado, de una posición a otra, contigua, sin girarlo sensiblemente (rotación inferior a 45°).

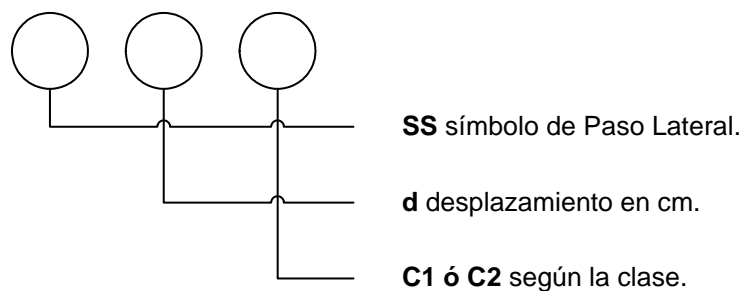
(2) Variables

Distancia del desplazamiento: se mide por el desplazamiento del eje del cuerpo y no de los pies.

Clases de Paso Lateral (SS):

- (a) Clase C1: termina cuando la pierna levantada vuelve a tomar contacto con el suelo.
- (b) Clase C2: termina cuando la segunda pierna vuelve a tomar contacto con el suelo.

(3) Simbología



2.3.2.1.19. Elemento básico “Rotación del Cuerpo (TB)”

(1) Definición

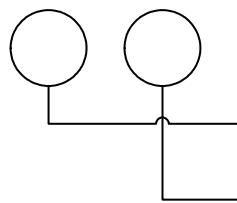
Es un movimiento de rotación del cuerpo alrededor de su eje vertical con desplazamiento del o de los pies (rotación superior a 45°).

(2) Variables

Clases de Rotación del Cuerpo (TB):

- (a) Clase C1: termina cuando la pierna levantada vuelve a tomar contacto con el suelo.
- (b) Clase C2: termina cuando la segunda pierna vuelve a tomar contacto con el suelo.

(3) Simbología



TB símbolo de Rotación del Cuerpo.

C1 ó C2 según la clase.

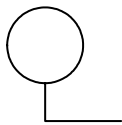
2.3.2.1.20. Elemento básico “Inclinarse (B)”

(1) Definición

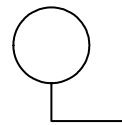
Es el elemento básico efectuado cuando el cuerpo se inclina, sin flexionar las rodillas, para alcanzar con las manos un punto situado al nivel o un poco por debajo de las rodillas.

(2) Variables

No presenta.

(3) Simbología

B símbolo de Inclinarse.



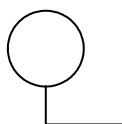
AB volver a la posición erecta.

2.3.2.1.21. Elemento básico “Agacharse (S)”**(1) Definición**

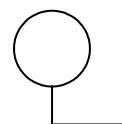
Es el movimiento efectuado cuando el cuerpo flexiona por las rodillas para alcanzar con la mano un punto situado en el suelo o cerca del suelo.

(2) Variables

No presenta.

(3) Simbología

S símbolo de Agacharse.



AS volver a la posición erecta.

2.3.2.1.22. Elemento básico “Arrodillarse sobre una rodilla (KOK)”

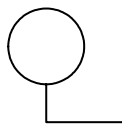
(1) Definición

Es el movimiento básico efectuado cuando se pone una rodilla sobre el suelo para alcanzar con las manos un punto situado en el suelo o cerca del suelo.

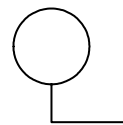
(2) Variables

No presenta.

(3) Simbología



KOK símbolo de Arrodillarse sobre una rodilla.



AKOK volver a la posición erecta.

2.3.2.1.23. Elemento básico “Arrodillarse con las dos rodillas (KBK)”

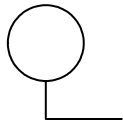
(1) Definición

Es el elemento básico realizado para arrodillarse, sobre las dos rodillas, partiendo de la posición de pie.

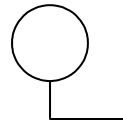
(2) Variables

No presenta.

(3) Simbología



KBK símbolo de Arrodillarse con las dos rodillas.



AKBK volver a la posición erecta.

2.3.2.1.24. Elemento básico “Sentarse (SIT)”

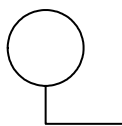
(1) Definición

Es el movimiento básico realizado para sentarse sobre un asiento de altura normal, sin ningún otro gesto tal como aproximar la silla, desplazar los pies, etc.

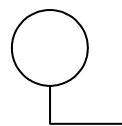
(2) Variables

No presenta.

(3) Simbología



SIT símbolo de Sentarse.



STD volver a la posición erecta.

2.3.2.1.25. Movimientos combinados y simultáneos

Cuando dos movimientos son realizados al mismo tiempo, el tiempo necesario para ejecutarlos es el del movimiento cuyo valor sea más elevado; este movimiento es llamado “determinante”, mientras que el otro es llamado

“enmascarado”. Desde este punto de vista, existen dos categorías de movimientos realizados al mismo tiempo:

(a) Movimientos combinados

Son los movimientos realizados al mismo tiempo por un mismo miembro o por una misma parte del cuerpo.

(b) Movimientos simultáneos

Son los movimientos realizados al mismo tiempo por dos miembros distintos o por dos partes del cuerpo.

2.3.2.1.26. Tablas MTM-1

Las tablas MTM-1 se muestran en el anexo B [AMTME01].

2.3.2.1.27. Obtención del tiempo tipo

El sistema de tiempo predeterminado MTM-1 nos permite calcular el tiempo necesario para desarrollar una actividad o tarea, pero como ya se ha mencionado anteriormente, este tiempo es superior al definido como normal.

Los pasos a seguir para la obtención del tiempo tipo son los siguientes:

(a) Traslado de tiempo UMT a tiempo normal aplicando la fórmula:

$$\text{Tiempo normal en segundos} = \frac{\text{Tiempo UMT} \times 4}{100} \quad (2.7)$$

- (b) Aplicar los suplementos según están definidos en el apartado 2.3.1.1.7 “Aplicación de los suplementos”.
- (c) Cálculo del tiempo tipo incrementando el tiempo normal en los suplementos que le corresponden.

2.3.3. MUESTREO DEL TRABAJO

El muestreo del trabajo es un método que permite obtener información relativa a máquinas o a sus operarios. Tiene dos aplicaciones principales:

- (a) La medida de actividades y esperas, para determinar, por ejemplo, el porcentaje de tiempo que un operario trabaja o está ocioso y permite clarificar los motivos de las esperas o tiempos improductivos, para su posterior análisis y mejora.
- (b) La medida de operaciones manuales para establecer su tiempo tipo.

La determinación del porcentaje de la jornada de trabajo, durante la cual una máquina u operario están trabajando o en espera, se basa en la teoría de que el porcentaje de observaciones es una medida interrumpida del porcentaje de tiempo, si se toma un número suficiente de observaciones.

La característica fundamental de este método se basa en que se obtiene la información mediante observaciones aleatorias del operario o de la máquina, sin necesidad de ningún aparato de medida de tiempo, frente a los métodos de estudio de tiempos continuos. Las ventajas del método de muestro frente a los métodos de estudio de tiempos continuos son:

- (1) Se necesita menos tiempo, especialmente cuando hay varios puestos de trabajo similares ya que permite la obtención de más de un dato por recorrido.

- (2) Las observaciones se pueden realizar en un período de días o semanas, disminuyendo así la probabilidad de que las variaciones diarias o semanales sesguen los resultados.
- (3) Las observaciones se pueden interrumpir en cualquier momento sin que ello afecte al estudio.
- (4) Todos los integrantes de un grupo o departamento pueden incluirse en un estudio mientras que, para obtener resultados con la misma precisión mediante estudio de tiempos continuos serían necesarios numerosos estudios.
- (5) Los operarios no se encuentran sometidos a observaciones durante largos períodos de tiempo por lo que es menos probable la obtención de resultados falsos.
- (6) Sirve para mejorar la eficiencia, al poner en relieve las causas de las esperas.
- (7) Puede hacerse un análisis de las operaciones en porcentaje, para fines de control de costos.
- (8) Permite obtener un índice de la eficiencia o productividad de una fábrica o departamento.
- (9) Se puede obtener un índice de actuación por operario o departamento, incluso cuando no hay métodos tipificados o descripción de operaciones.

El muestreo del trabajo se basa en las leyes de probabilidades: una muestra extraída aleatoriamente de una población, tiende a tener la misma distribución que dicha población; si la muestra es suficientemente grande.

Para aplicar bien esta técnica, es necesario que las observaciones sean aleatorias, es decir, que cada instante tenga la misma probabilidad de ser un punto de observación; sin embargo, si la actividad o proceso que se observa es aleatorio, los intervalos de observación pueden ser regulares.

2.3.3.1. Conceptos relativos al muestreo del trabajo

(1) Curva de Distribución Normal:

La curva de distribución normal representa la probabilidad de que ocurra un determinado fenómeno aleatorio y, por tanto, es la que se utiliza en el muestreo del trabajo. La curva normal es significativa debido a la relación del área bajo la curva, entre dos puntos situados a varias distancias a ambos lados de la media poblacional.

(2) Nivel de Confianza:

Hay que decidir el nivel de confianza que se desea obtener en los resultados del muestreo del trabajo. El nivel de confianza más usual es del 95%, que incluye el área comprendida por la curva a dos sigmas o dos desviaciones típicas (94,45%) y que significa que hay un 95% de probabilidad de que las observaciones registradas representen la realidad.

(3) Precisión Relativa:

La definición de la precisión relativa de los resultados del muestreo del trabajo es de gran importancia porque determina el número de observaciones necesarias y, por tanto, influye en el tiempo y coste del estudio. Se puede considerar aceptable una precisión relativa del $\pm 5\%$, asimilándola como error típico del porcentaje, de tal manera que se considera un 95% de nivel de confianza y un 5% de precisión relativa.

(4) Tamaño de la Muestra:

Suponiendo un nivel de confianza del 95%, una precisión relativa del 5% y que se emplea una distribución binomial como base para determinar el error típico,

el número de observaciones aleatorias necesarias o tamaño de la muestra viene dado por la expresión:

$$S \cdot p = 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{4(1-p)}{S^2 \cdot p} \quad (2.8)$$

donde:

S: precisión relativa deseada (0,05).

p: porcentaje de actividad o espera respecto al número total de observaciones.

N: tamaño de la muestra.

Para calcular el tamaño de la muestra (N), se realiza un estudio preliminar para estimar “p” o bien se le da un valor hipotético. Una vez finalizado el estudio, hay que comprobar si los resultados obtenidos están dentro de la precisión relativa deseada. Para ello, se utiliza la fórmula anterior, siendo la incógnita “S” en lugar de “N”.

La precisión relativa $\pm S$ indica que los resultados obtenidos se encuentran dentro del intervalo $\pm S$ de “p”, lo que quiere decir que, en el 95% de los casos, el porcentaje de actividad o espera se encuentra entre “p - S” y “p + S”.

(5) Precisión Absoluta:

Del análisis realizado del tamaño de la muestra, obtenido a partir de la precisión relativa “S”, se deduce que para valores pequeños de “p”, el tamaño de la muestra es muy grande, aumentando el tiempo y coste del estudio. Si relacionamos el porcentaje de actividad o espera, el tamaño de la muestra y el error absoluto, para un nivel de confianza del 95% y una precisión relativa del 5%, obtenemos los resultados mostrados en la Tabla 2.1:

TABLA 2.1 Relación entre porcentajes de actividad y errores.

p	1	2	3	4	5	10	25	50	60
N	158400	78400	51700	38400	30400	14400	4800	1600	1067
Error relativo	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Error absoluto	0,05%	0,10%	0,15%	0,20%	0,25%	0,50%	1,25%	2,50%	3,00%

Los resultados obtenidos en la Tabla 2.1 reflejan que para valores pequeños de “p”, se está exigiendo una precisión absoluta mínima respecto a valores mayores de “p”. Se estima que un error absoluto de 2,5 a 3,5% es aceptable para la mayoría de los estudios de muestreo de trabajo. Dado que, en ningún caso utilizaremos este método para el cálculo de tiempos tipo, el tamaño de la muestra lo calcularemos de la siguiente manera:

- (a) Si $p \leq 60\%$: $N = 1000$
- (b) Si $p > 60\%$: $N = \frac{4(1-p)}{S^2 \cdot p}$

(6) Gráfico de control:

El gráfico de control en el muestreo del trabajo permite representar los resultados diarios o acumulados, de tal manera que si un punto queda fuera de los límites de control, indicará que los datos relativos a ese punto han sufrido algún fenómeno anormal o extraño y no será considerado en el estudio.

Los límites de control de “p”, para un nivel de confianza del 95%, se calculan mediante la fórmula:

$$\text{Límites de Control de } p = p \pm 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} \tag{2.9}$$

2.3.3.2. Fases de un estudio de muestreo del trabajo

- (1) Especificar de forma detallada el objeto o fin del estudio que se va a realizar, de manera que se pueda diseñar correctamente.
- (2) Descripción de los elementos que van a ser medidos.
- (3) Determinar el nivel de confianza, la precisión relativa o absoluta y la duración del estudio.
- (4) Contactar con los supervisores y operarios para su cooperación y ayuda.
- (5) Realizar una estimación preliminar del porcentaje de actividad o espera que se va a medir u obtenerlo mediante un muestreo preliminar.
- (6) Diseño del estudio. Hay que determinar:
 - (a) El número de observaciones.
 - (b) El número de observadores.
 - (c) Período del estudio; número de días o turnos necesarios. Debe extenderse por un período suficientemente largo para obtener una muestra representativa de la actividad.
- (7) Realización del estudio:
 - (a) Hacer las observaciones y anotar los resultados.
 - (b) Resumir los datos al final del día.
 - (c) Determinar los límites de control.
 - (d) Representar los datos en el gráfico de control al final de cada día.
- (8) Comprobar la precisión de los datos al final del estudio.
- (9) Realizar el informe con las conclusiones a las que se ha llegado.

Capítulo 3

Estudio de la Línea de Producción de “Bollycao” en Sevillana de Expansión, S.A.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Con el propósito de que se comprendan mejor las implicaciones del trabajo en la línea bajo estudio, se va a proceder, en primer lugar, a realizar una breve descripción de la planta en la que se encuentra dicha línea.

La planta en la que se encuentra la línea de producción objeto del presente proyecto pertenece a la empresa Sevillana de Expansión, S.A., del Grupo Panrico, y está ubicada en Sevilla capital, más concretamente en el Polígono Industrial de la Carretera Amarilla.

El objeto social de dicha planta es la elaboración de productos de pastelería industrial, contando para ello de 3 líneas de producción totalmente independientes, denominadas:

- Línea Donuts.

- Línea Bollycao.
- Línea de hojaldre.

El presente proyecto se centra en la línea Bollycao.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA ACTUAL

La línea de producción Bollycao, objeto del presente Proyecto Fin de Carrera, se centra en la elaboración de productos de la familia Bollycao. Los productos de esta familia que se elaboran en la planta de Sevilla son:

- (1) “Bollycao Clásico” en sus formatos individual (BY-6) y de bolsa (BY-4, BY-4x3, BY-3, etc.).
- (2) “Bollycao de Leche” en sus formatos individual (BCHE-6) y de bolsa (BCHE-4, BCHE-4x3, BCHE-3, etc.).
- (3) “Bollycao Bombón” en sus formatos individual (BYBB-6) y de bolsa (BBB-4).
- (4) “Cebritá” en un único formato de oferta del día (CEB-18).
- (5) “Carmela” en un único formato de oferta del día (MELA-18).

Las principales etapas de que consta el proceso de elaboración de estos productos se muestra en el diagrama de bloques de la Fig.3.1 y, con más detalle, en el cursograma analítico de las siguientes páginas (Fig.3.2).

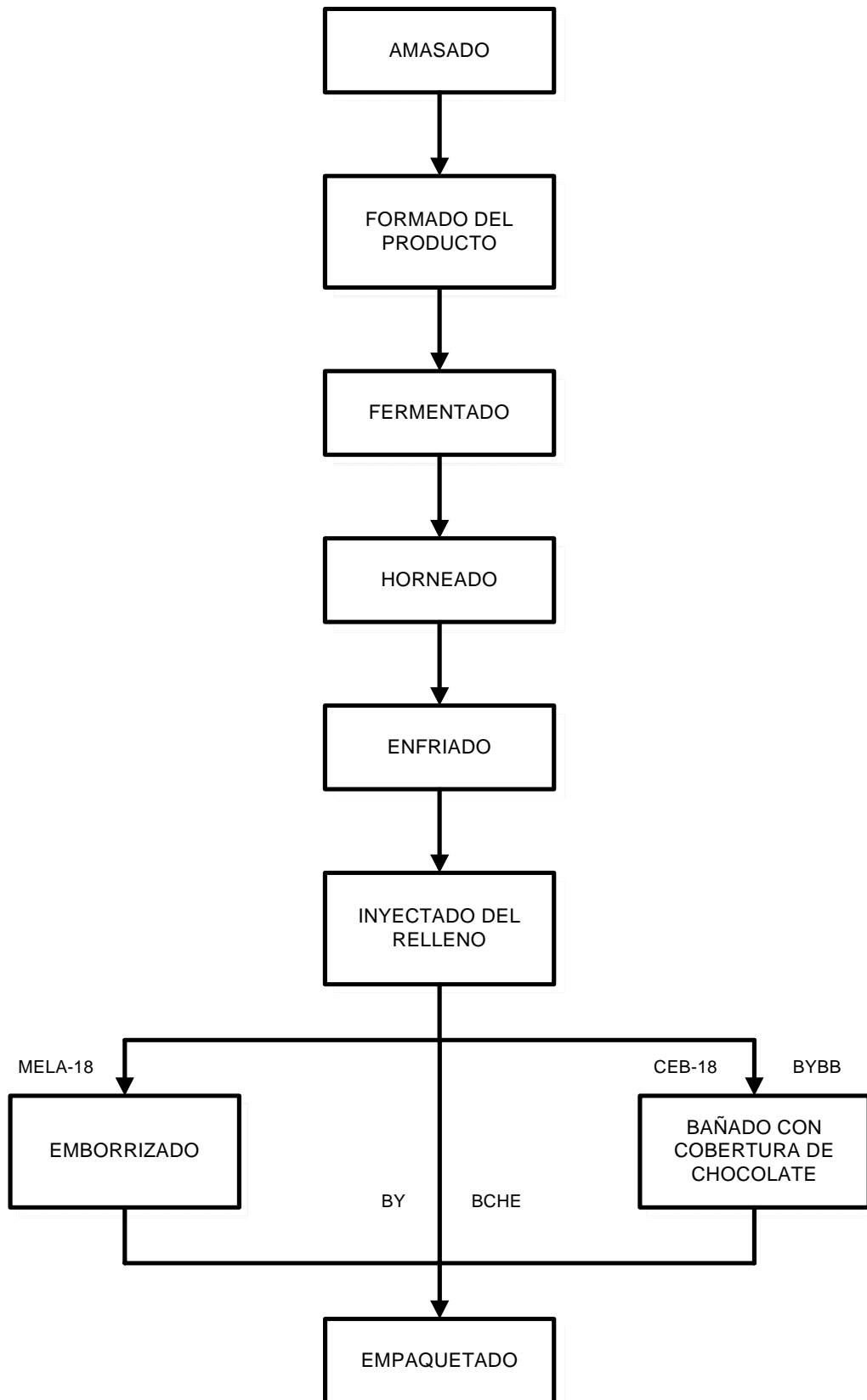
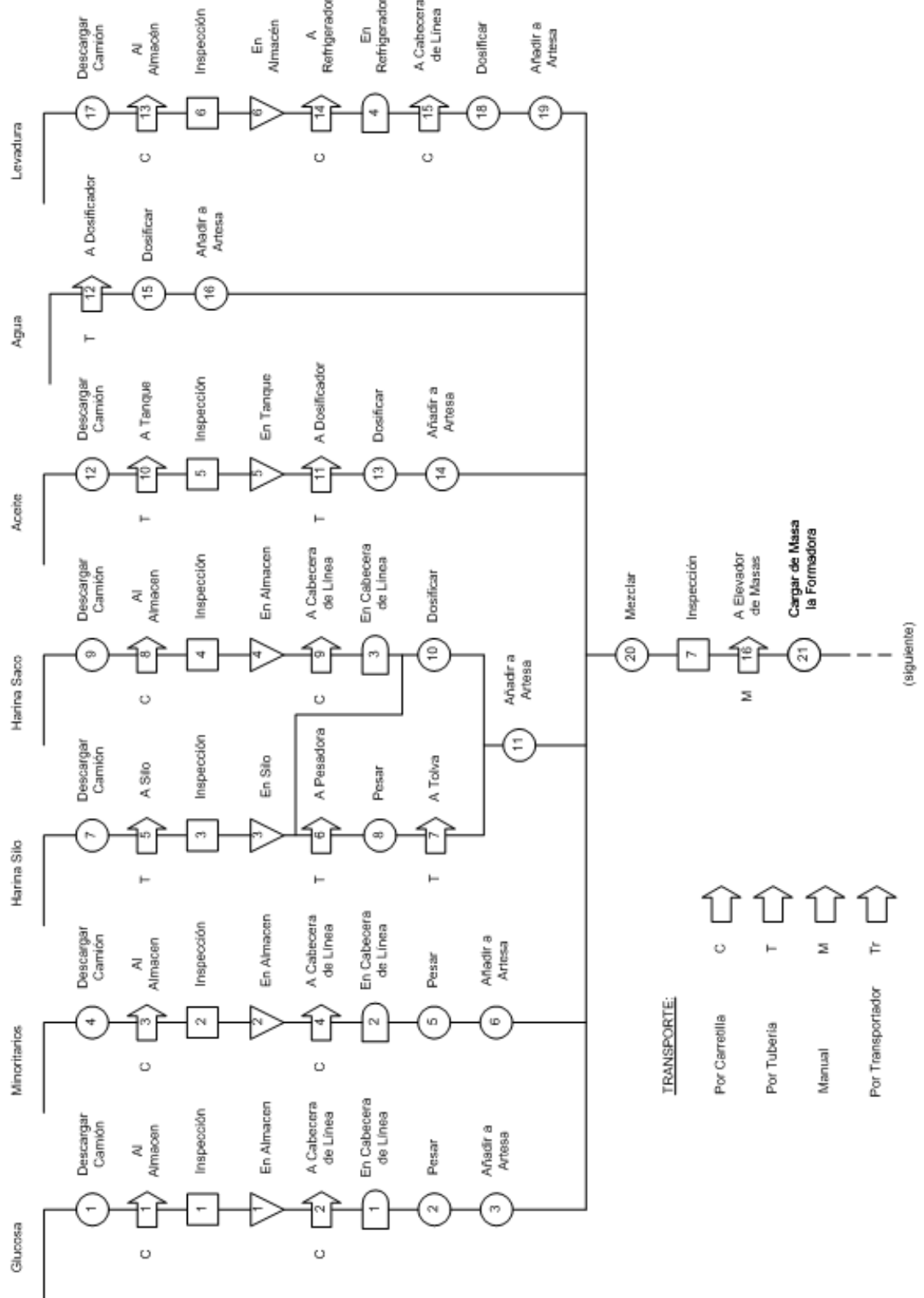
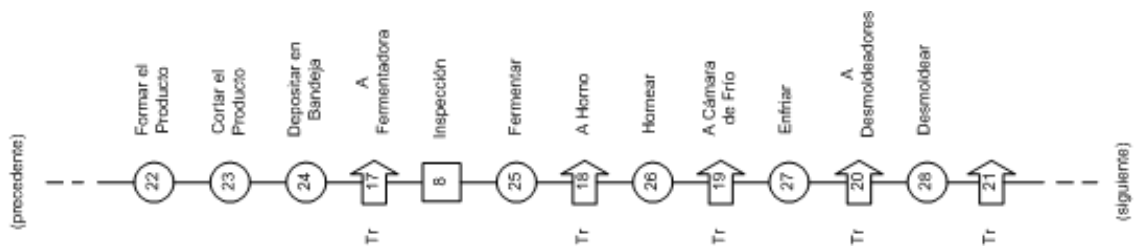
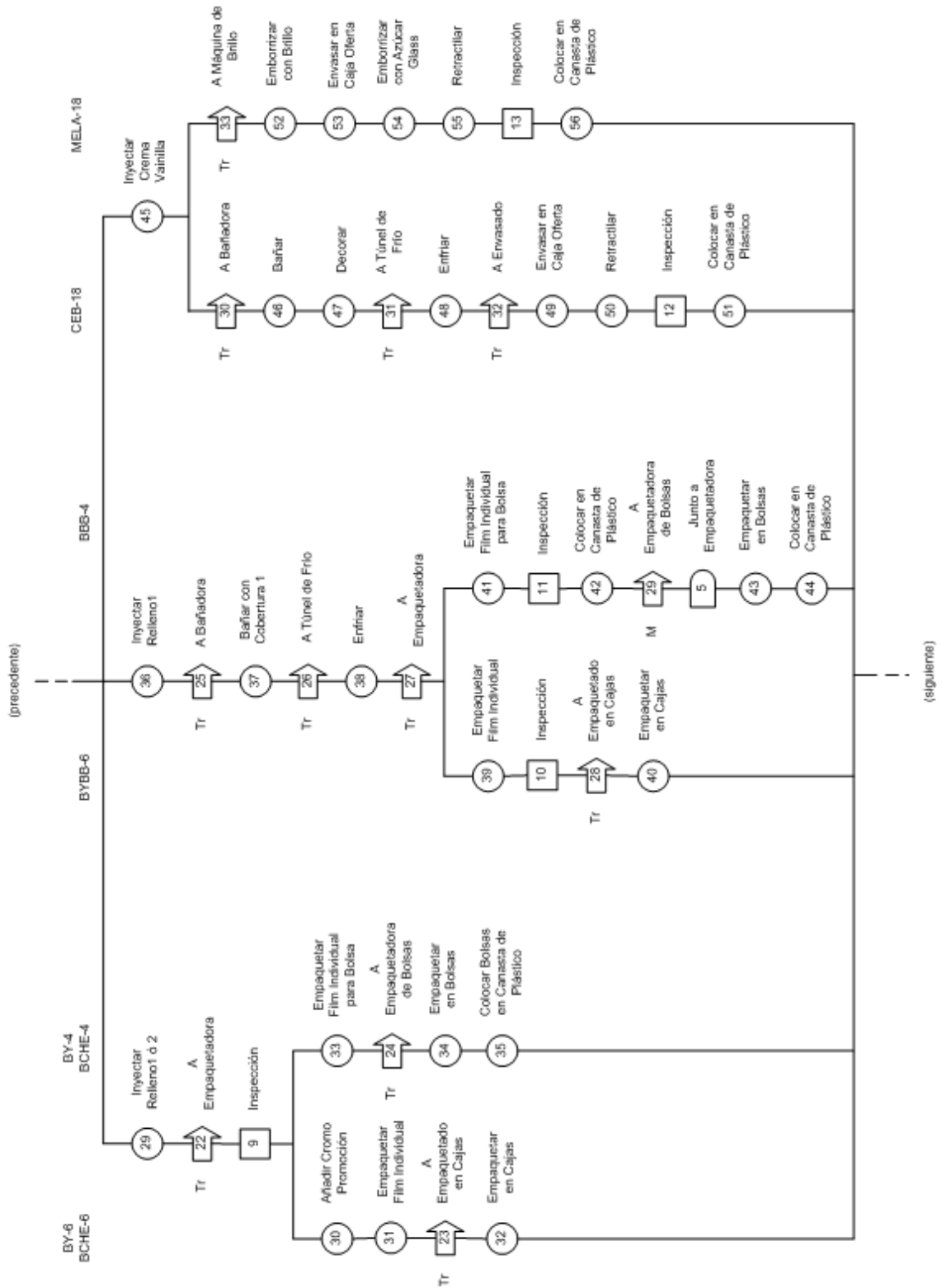


FIGURA 3.1 Diagrama de bloques de la línea de producción.







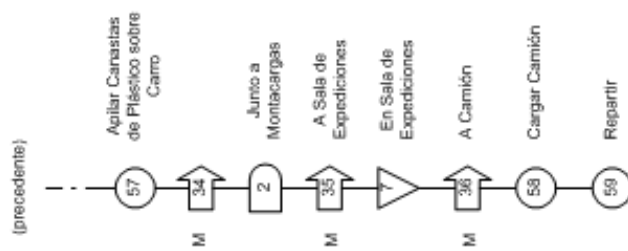


FIGURA 3.2 Cursograma analítico. Diagrama del proceso.

El estudio de la línea de producción lo vamos a centrar en los puestos de trabajo y en el funcionamiento de la maquinaria.

3.3. ESTUDIO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

3.3.1. AMASADOR

3.3.1.1. Objetivo

El objetivo básico del estudio del amasador consiste en analizar las distintas actividades que desarrolla, verificar el tiempo efectivo que dedica a las tareas propias de su puesto y comprobar si tiene tiempos ociosos.

3.3.1.2. Funciones del puesto

Las funciones propias de este puesto de trabajo son:

- (1) Añadir todos los ingredientes (glucosa, componentes minoritarios, harina, agua, aceite y levadura) de los que consta una masa a una artesa.
- (2) Amasar las masas de las artesas preparadas con las amasadoras automáticas en el momento requerido para el trabajo continuo de la formadora de producto.
- (3) Llevar las masas hechas al elevador de masas de la formadora de producto.

- (4) Junto con el maquinista de la formadora de producto, echar dos cubetas de recorte de producto en cada artesa antes de añadir los ingredientes.
- (5) Rellenar los registros del sistema de gestión de la calidad referentes a sus parámetros de trabajo y a los lotes de materia prima.
- (6) Mantener limpia y ordenada su zona de trabajo.

3.3.1.3. Estudio del puesto de trabajo: muestreo

Dadas las características del puesto de trabajo, el estudio se va a centrar en obtener el porcentaje de tiempo que el amasador realiza alguna actividad propia de su puesto y el que está ocioso. El método más adecuado para realizar este estudio es el muestreo.

(1) Nivel de confianza y precisión

Para el estudio de muestreo se va a considerar un nivel de confianza del 95% y una precisión absoluta máxima del 3,5%.

(2) Período del estudio

El desarrollo de este estudio se va a realizar en un período de varios días en los que se incluirán distintos turnos y distintos amasadores.

(3) Número de observaciones

El número de observaciones o tamaño de la muestra “N”, bajo las hipótesis de nivel de confianza y precisión dadas, que vamos a considerar será el máximo, es decir, $N = 1000$. Tomamos este valor porque el estudio de muestreo se va a realizar a la vez en los puesto de trabajo de amasador, maquinista de la formadora de producto, supervisor del producto formado y hornero.

(4) Realización del estudio

El resumen de los datos obtenidos del estudio de muestreo es el mostrado en la Tabla 3.1:

Fecha	Total observaciones		Trabajo Util			
	Día	Acumuladas	Día		Acumuladas	
			N	%	N	%
15/02/2004	85	85	69	81,2	69	81,2
16/02/2004	85	170	62	72,9	131	77,1
17/02/2004	85	255	71	83,5	202	79,2
18/02/2004	85	340	73	85,9	275	80,9
19/02/2004	85	425	66	77,6	341	80,2
20/02/2004	85	510	61	71,8	402	78,8
22/02/2004	85	595	69	81,2	471	79,2
23/02/2004	85	680	65	76,5	536	78,8
25/02/2004	85	765	66	77,6	602	78,7
26/02/2004	85	850	72	84,7	674	79,3
29/02/2004	85	935	70	82,4	744	79,6
01/03/2004	85	1020	64	75,3	808	79,2

TABLA 3.1 Estudio de muestreo del amasador.

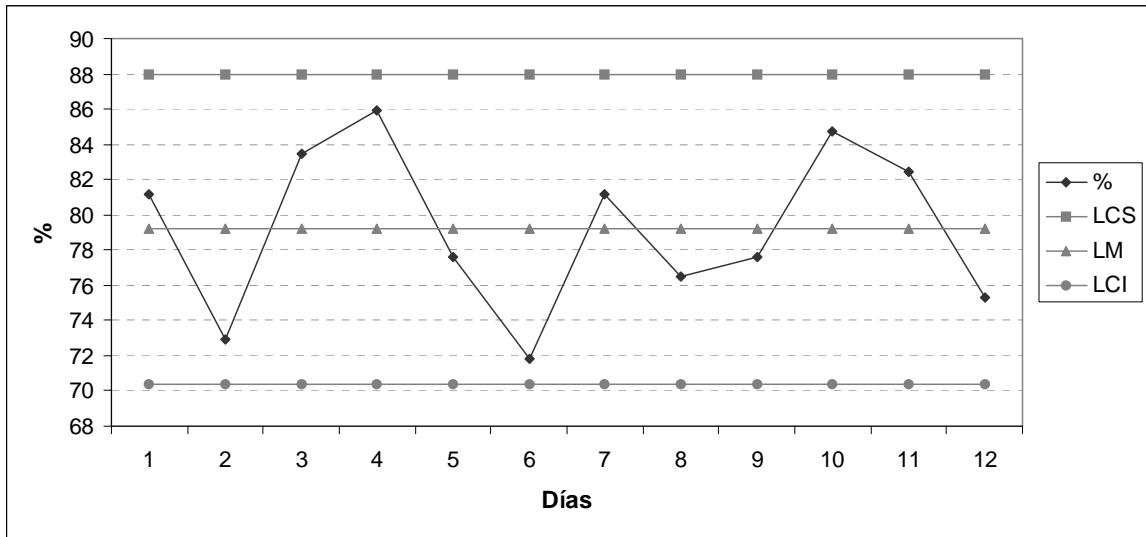
Límites de control de “p”:

$$\text{Límites de Control de } p = p \pm 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} = 0,792 \pm 2 \sqrt{\frac{0,792(1-0,792)}{85}}$$

$$\text{LCI} = 70,4\%$$

$$\text{LM} = 79,2\%$$

$$\text{LCS} = 88,0\%$$



(5) Conclusiones

La actividad que realiza el amasador es del 79.2% del total de su jornada laboral, con un nivel de confianza del 95% y un error absoluto máximo del 3.5%.

3.3.1.4. Mejora del puesto de trabajo

Como mejora del puesto de trabajo de amasador, se va a incluir dentro de sus funciones:

- (1) Dejar las cubetas de componentes minoritarios según se use, en la zona de trabajo del preparador de minoritarios, sobre palet.
- (2) Coger las cubetas de minoritarios de la zona de trabajo del preparador de minoritarios, antes de hacerlo de la zona de almacenamiento.
- (3) Llevar los palets completos de cubetas de minoritarios a la zona de almacenamiento (el recorrido máximo del palet es de 10 metros y la cantidad máxima por día de producción es de 2 palets).

El resultado de aplicar los tres puntos anteriores será disminuir los elementos de frecuencia del trabajo realizado por el preparador de minoritarios y, en consecuencia, disminuir el tiempo tipo de preparación de los mismos y mejorar su productividad.

- (4) Dado que el amasador hace uso de dos amasadoras y no están siempre las dos funcionando, realizará durante su tiempo disponible, coincidente con la parada de una de las amasadoras, la limpieza de la misma, con objeto de reducir el posterior tiempo de limpieza al finalizar la producción del día.

3.3.2. PREPARADOR DE LOS COMPONENTES MINORITARIOS DE LAS MASAS

3.3.2.1. Objetivo

El objetivo básico del estudio del preparador de componentes minoritarios de las masas, en adelante preparador, consiste en establecer el tiempo tipo de preparación de una cubeta de componentes minoritarios para una masa, equilibrar el número de cubetas a realizar con el número de masas necesarias para la producción diaria y comprobar si tiene tiempos ociosos.

3.3.2.2. Funciones del puesto

Las funciones propias de este puesto de trabajo son:

- (1) Añadir los componentes minoritarios de las masas en las cubetas, en las cantidades establecidas.
- (2) Rellenar los registros del sistema de gestión de la calidad referentes a sus parámetros de trabajo y a los lotes de materia prima.

- (3) Mantener limpia y ordenada su zona de trabajo.

3.3.2.3. Estudio del puesto de trabajo: cronometraje

Como hemos mencionado anteriormente, el estudio del puesto de trabajo del preparador, en primer término, va a consistir en establecer el tiempo tipo de preparación de una cubeta de componentes minoritarios para una masa. El método más adecuado para realizar este estudio es el cronometraje.

(1) Observación y anotación del método

La tarea del preparador consiste en añadir 6 componentes minoritarios, denominados M1, M2, M3, M4, M5 y M6, en las cantidades establecidas, en cubetas. Para realizar su trabajo dispone de:

- (1) Una mesa con dos báscula, una de ellas de precisión.
- (2) Dos palets con materia prima.
- (3) Una estantería con materia prima.
- (4) Dos palets con bidones de los que coge la materia prima para añadir a las cubetas.
- (5) Un palet sobre el que apila las cubetas con los componentes minoritarios de las masas.
- (6) Un palet del que coge las cubetas vacías.

La situación de estos elementos en su puesto de trabajo es la que se muestra en la Fig.3.3:

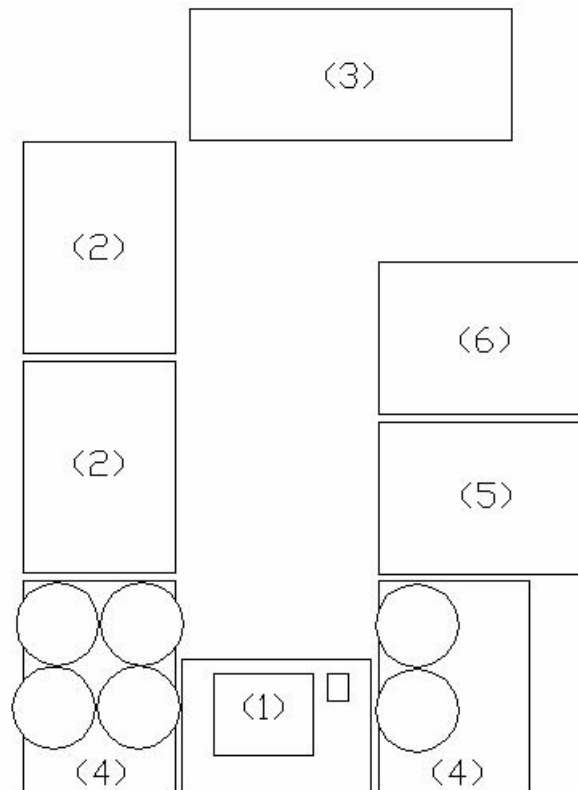


FIGURA 3.3 Puesto de trabajo del preparador.

El método establecido para la preparación de una cubeta de minoritarios es el siguiente:

- (1) Coge una cubeta vacía, la inspecciona, si es necesario la limpia y la deja sobre la báscula.
- (2) Añade en la cubeta el componente M1 hasta que la báscula marca 6kg (6kg de componente M1).
- (3) Añade en la cubeta el componente M2 hasta que la báscula marca 9kg (3kg de componente M2).
- (4) Añade en la cubeta el componente M3 hasta que la báscula marca 10.5kg (1.5kg de componente M3).
- (5) En la báscula de precisión pesa 0.6kg del componente M4 y lo añade a la cubeta.

- (6) En la báscula de precisión pesa 0.6kg del componente M4 y lo añade a la cubeta (repite la operación (6)).
- (7) En la báscula de precisión pesa 1kg del componente M5 y lo añade a la cubeta.
- (8) En la báscula de precisión pesa 0.25kg del componente M6 y lo añade a la cubeta.
- (9) Lleva la cubeta al palet de cubetas con minoritarios.

Además de las operaciones elementales regulares indicadas anteriormente, en el ciclo de trabajo del preparador existen elementos de frecuencia que hay que tener en cuenta para establecer su tiempo tipo. Los elementos de frecuencia que se presentan en el ciclo de trabajo del preparador son:

- (10) Coger un saco y vaciar su contenido en el bidón correspondiente: se produce cuando se ha vaciado el bidón del componente M1, M2, M3, M4 o M6.
- (11) Coger una caja de cartón y vaciar su contenido en el bidón del componente M5: se produce cuando se ha vaciado el bidón del componente M5.
- (12) Tarar la báscula a cero: esta operación se realiza cuando se coloca la primera cubeta vacía sobre la báscula y no resulta necesaria con el resto.
- (13) Recoger las cubetas vacías de la zona de amasado y llevarlas a su zona de trabajo.
- (14) Llevar el palet completo de cubetas, con los componentes minoritarios, a la zona de almacenamiento.

La frecuencia de los elementos (10) y (11) se ha calculado con el uso de la Tabla 3.2:

Compuesto minoritario	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Cantidad (Kg)	6,0	3,0	1,5	1,4	1,0	0,3
Tamaño saco o caja (Kg)	25,0	15,0	20,0	25,0	20,0	20,0
Ud. cubetas por saco o caja	4,2	5,0	13,3	17,9	20,0	80,0
Recarga de bidón por cubeta	0,24	0,20	0,08	0,06	0,05	0,01
Recarga total	0,64 saco o caja/cubeta					

TABLA 3.2 Cálculo de los elementos de frecuencia (10) y (11).

El cursograma sinóptico o diagrama de operaciones que realiza el preparador se muestra en la siguiente figura:

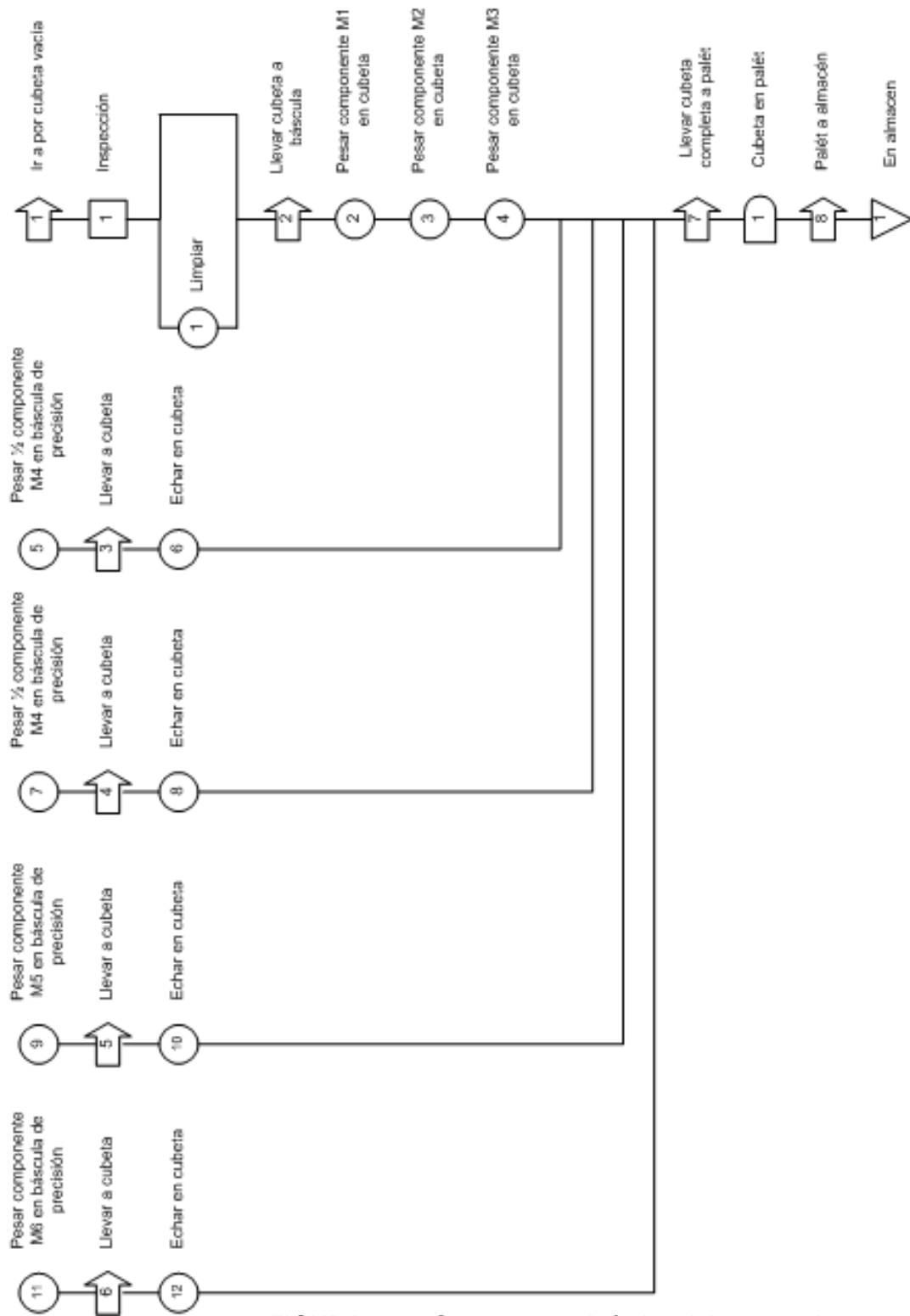


FIGURA 3.4 Cursograma sinóptico del preparador.

(2) Mejora del método de trabajo del preparador

Para mejorar el método nos basaremos en que la báscula de precisión admite un peso máximo de 2000 gramos y en conseguir un bote de plástico de 2 litros de capacidad y un peso inferior a 600 gramos. Con estas condiciones el nuevo método es el que se expone a continuación:

- (1) Coge una cubeta vacía, la inspecciona, si es necesario la limpia y la deja sobre la báscula.
- (2) Añade en la cubeta el componente M1 hasta que la báscula marca 6kg (6kg de componente M1).
- (3) Añade en la cubeta el componente M2 hasta que la báscula marca 9kg (3kg de componente M2).
- (4) Añade en la cubeta el componente M3 hasta que la báscula marca 10.5kg (1.5kg de componente M3).
- (5) En la báscula de precisión pesa 1.4kg del componente M4 y lo añade a la cubeta.
- (6) En la báscula de precisión pesa 0.25kg del componente M6 y seguidamente 1kg del componente M5 (la báscula marcará 1.25kg) y los añade a la cubeta.
- (7) Lleva la cubeta al palet de cubetas con minoritarios.

Elementos de frecuencia (13) y (14) se eliminan ya que pasan a ser nuevas funciones que realiza el amasador.

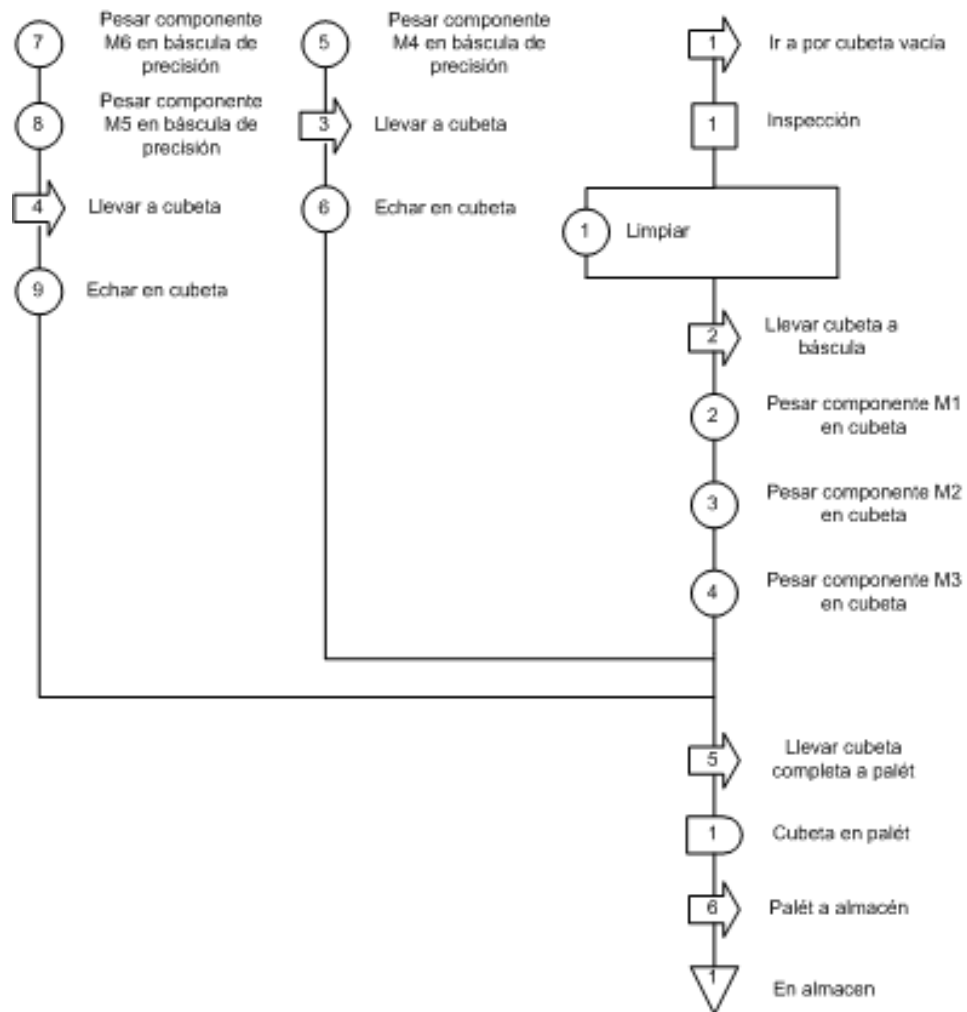


FIGURA 3.5 Nuevo cursograma sinóptico del preparador.

(3) Toma de datos

Tal como mencionamos en el Capítulo 2, antes de realizar la valoración de actividad en un cronometraje, realizaremos un entrenamiento mediante dos operaciones patrón: repartir un mazo de 52 cartas y andar por terreno horizontal; cuando el error cometido en la valoración de estas dos operaciones sea inferior al 10%, consideraremos que estamos preparados para afrontar el trabajo de campo. Los resultados de este entrenamiento se muestran a continuación:

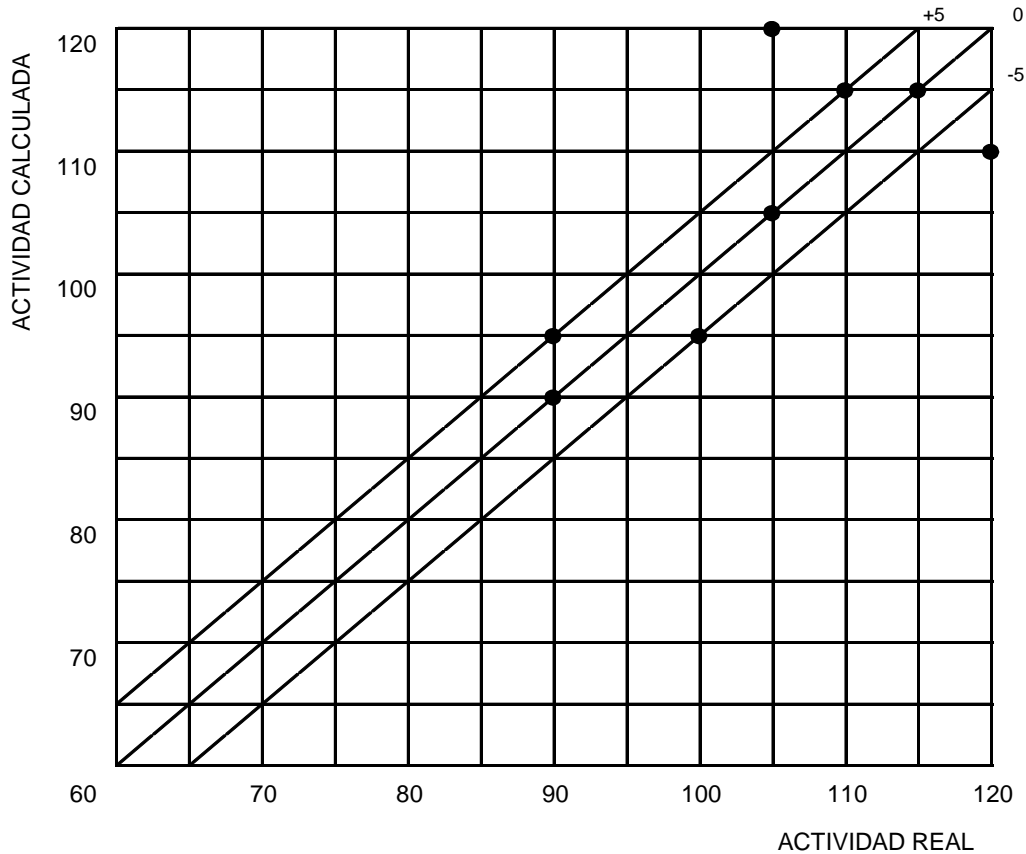
CONTROL DE ACTIVIDADES

Operación: Repartir 52 cartas

Hoja nº: 1

Nombre: Juan Antonio Salamanca Torre

Fecha: 13/03/2004



Prueba Nº:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividad calculada	110	95	95	120	95	105	95	90	115	115
Actividad real	>120	100	90	105	90	105	90	90	115	110
Diferencia	>10	5	5	15	5	0	5	0	0	5

Resumen	<-10	-10	-5	0	+5	+10	>+10	Error
	---	---	1	3	4	---	2	4

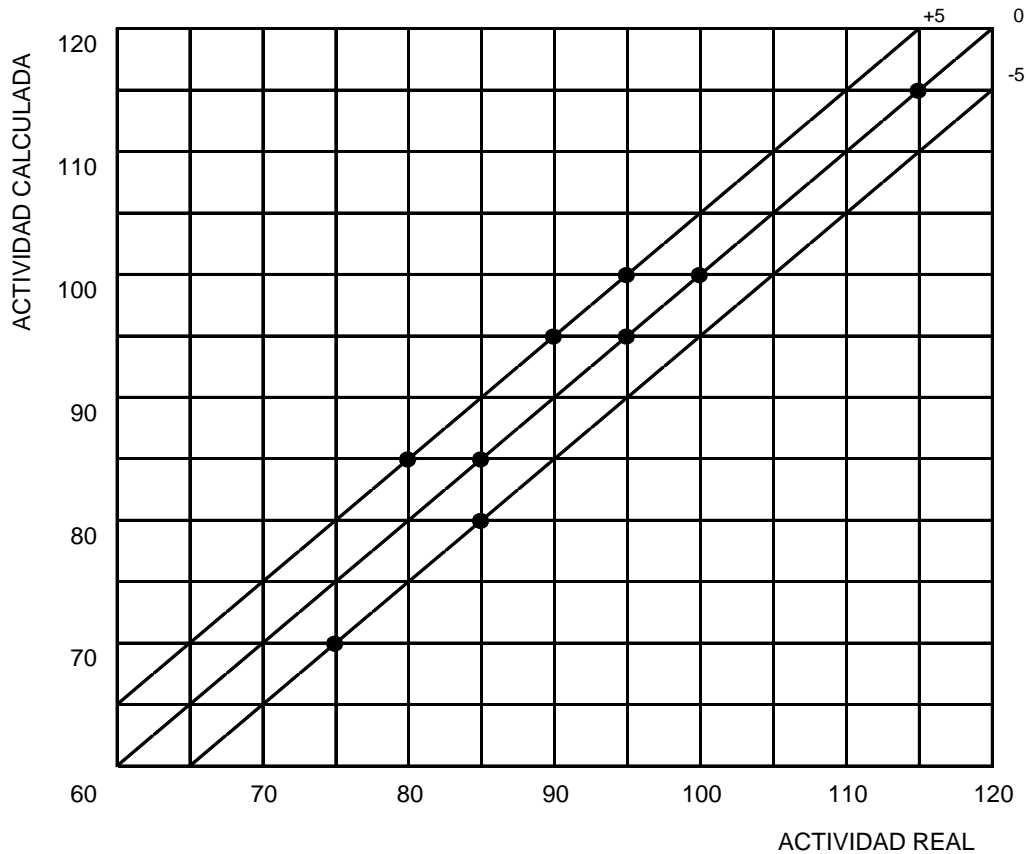
CONTROL DE ACTIVIDADES

Operación: Repartir 52 cartas

Hoja nº: 2

Nombre: Juan Antonio Salamanca Torre

Fecha: 23/03/2004



Prueba Nº:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividad calculada	95	100	115	80	70	95	85	95	100	85
Actividad real	95	100	115	85	75	90	80	95	95	85
Diferencia	0	0	0	-5	-5	5	5	0	5	0

Resumen	<-10	-10	-5	0	+5	+10	>+10	Error
	---	---	2	5	3	---	---	0,5

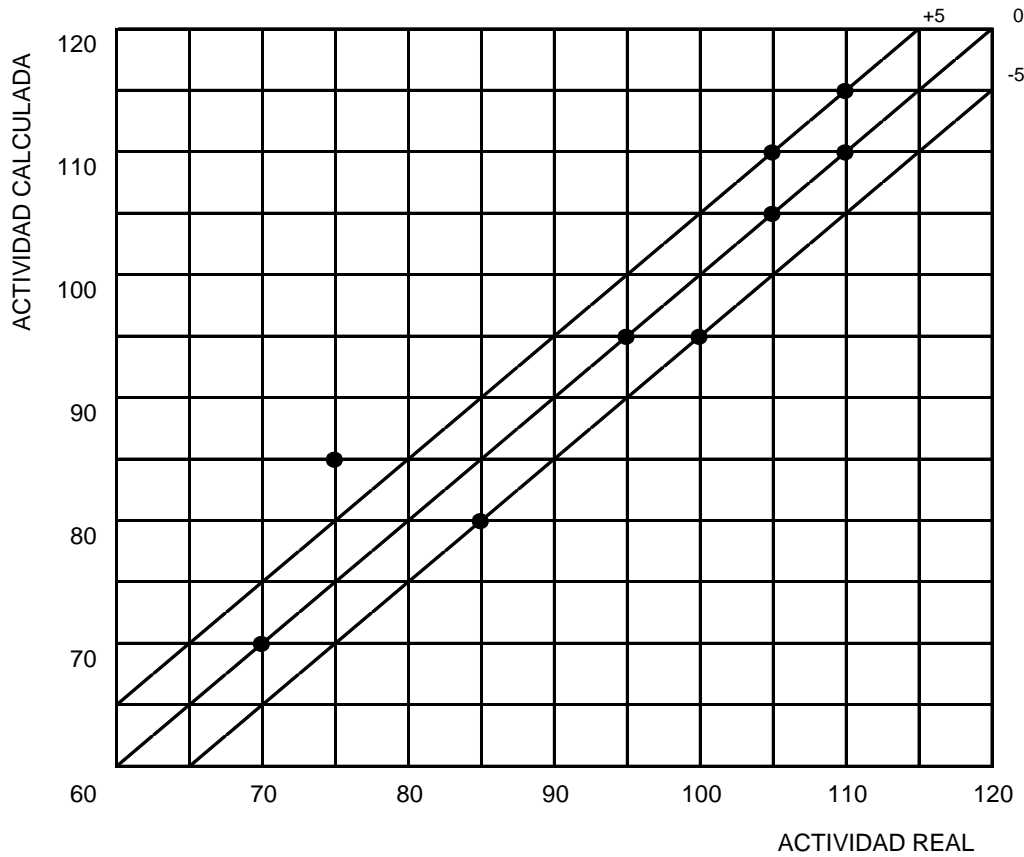
CONTROL DE ACTIVIDADES

Operación: Repartir 52 cartas

Hoja nº: 3

Nombre: Juan Antonio Salamanca Torre

Fecha: 25/03/2003



Prueba Nº:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividad calculada	110	85	70	95	105	95	95	110	115	80
Actividad real	105	75	70	100	105	95	100	110	110	85
Diferencia	-5	-10	0	5	0	0	5	0	5	5

Resumen	<-10	-10	-5	0	+5	+10	>+10	Error
	---	1	1	4	4	---	---	0,5

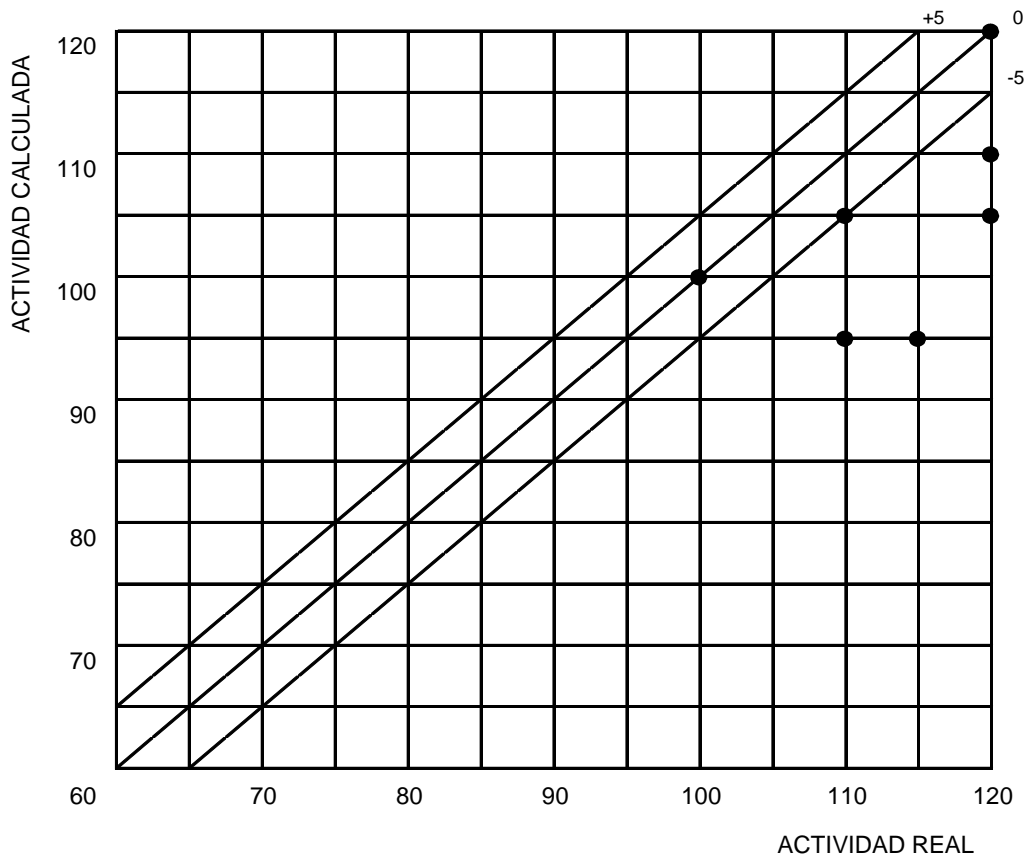
CONTROL DE ACTIVIDADES

Operación: Andar

Hoja nº: 1

Nombre: Juan Antonio Salamanca Torre

Fecha: 13/03/2004



Prueba Nº:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividad calculada	105	95	110	95	110	105	120	105	100	100
Actividad real	120	115	120	110	120	110	120	110	100	100
Diferencia	<-10	<-10	-10	<-10	-10	-5	0	-5	0	0

Resumen	<-10	-10	-5	0	+5	+10	>+10	Error
	3	2	2	3	---	---	---	-6

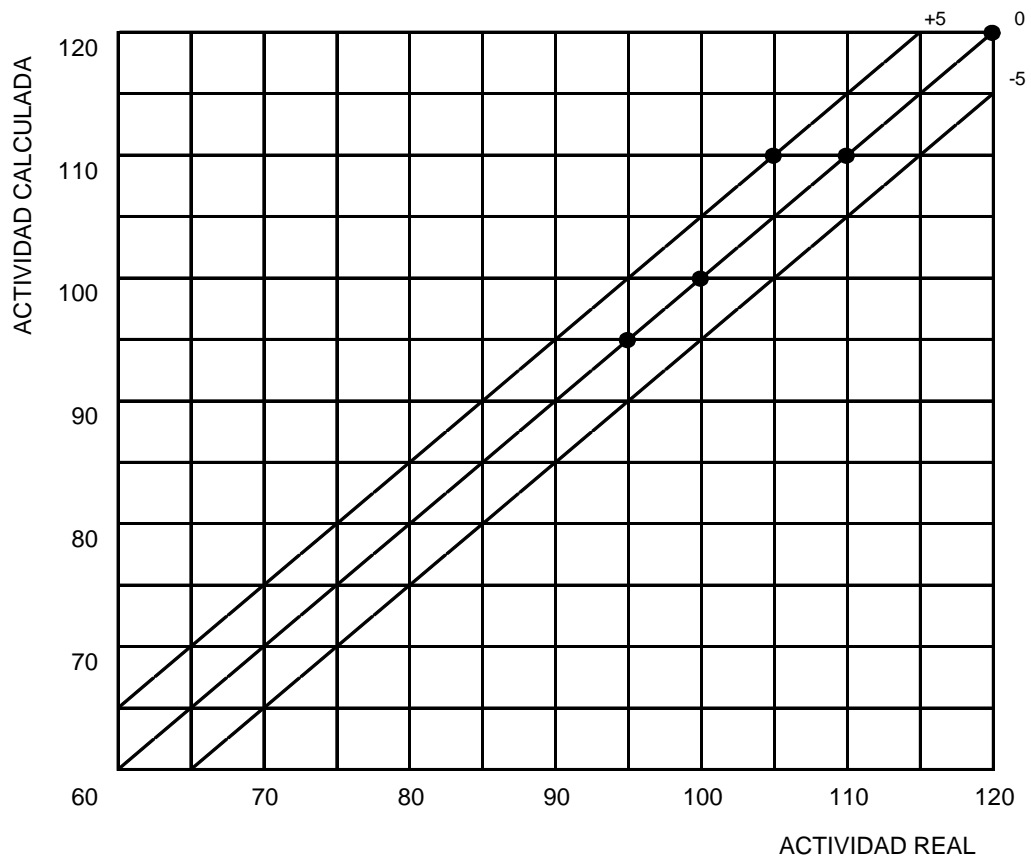
CONTROL DE ACTIVIDADES

Operación: Andar

Hoja nº: 2

Nombre: Juan Antonio Salamanca Torre

Fecha: 23/03/2004



Prueba Nº:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividad calculada	110	100	95	95	120	110	100	95	110	95
Actividad real	110	100	95	95	120	105	100	95	105	95
Diferencia	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0

Resumen	<-10	-10	-5	0	+5	+10	>+10	Error
	---	---	---	8	2	---	---	0,5

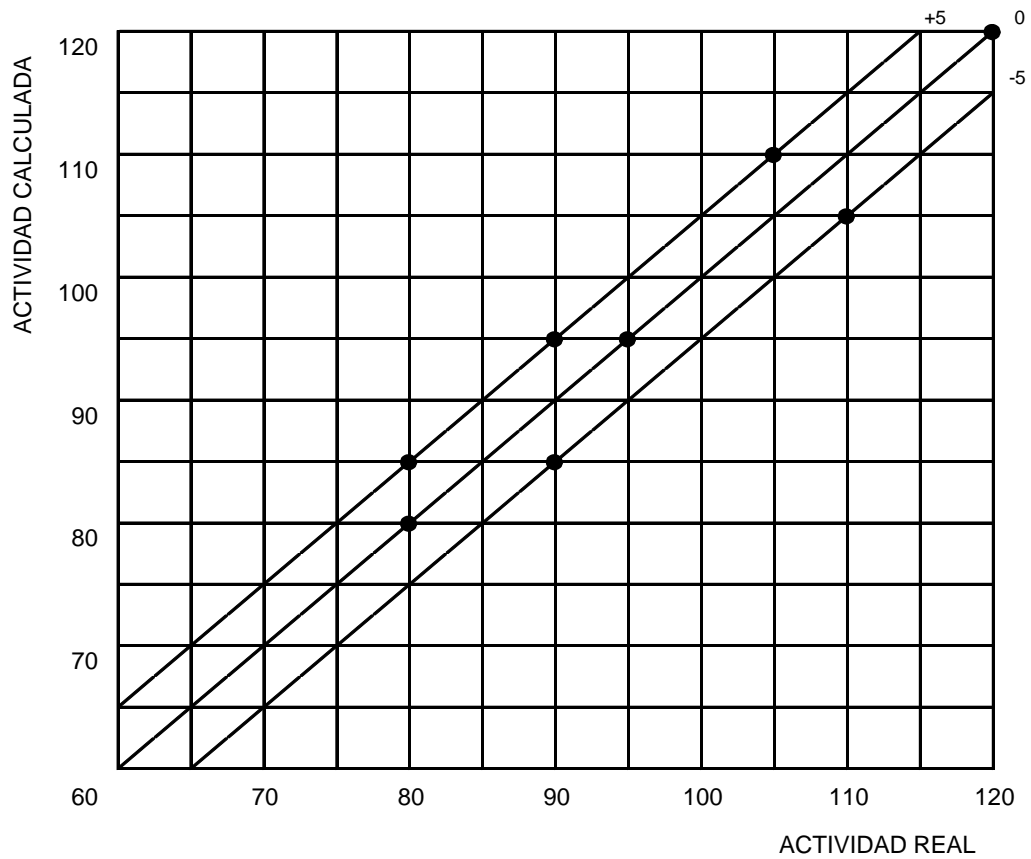
CONTROL DE ACTIVIDADES

Operación: Andar

Hoja nº: 3

Nombre: Juan Antonio Salamanca Torre

Fecha: 25/03/2003



Prueba Nº:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividad calculada	95	85	85	110	120	85	85	95	80	105
Actividad real	90	90	90	105	120	90	80	95	80	110
Diferencia	5	-5	-5	5	0	-5	5	0	0	-5

Resumen	<-10	-10	-5	0	+5	+10	>+10	Error
	---	---	4	3	3	---	---	-0,5

IMPRESO PARA EL CALCULO DEL TIEMPO TIPO

Operación: Preparador de componentes minoritarios

Fecha: 17/06/2004

ELEMENTO	CICLOS														
	1			2			3			4			5		
	T	VA		T	VA		T	VA		T	VA		T	VA	
1	7,0	100		7,7	100		6,7	100		8,7	90		5,4	105	
2	32,0	100		31,6	100		37,0	100		34,2	100		32,8	100	
3	16,9	100		18,7	95		16,7	100		16,0	100		17,6	95	
4	12,9	100		12,2	95		12,0	95		10,2	105		16,3	85	
5	47,6	95		49,0	95		39,2	110		46,9	95		56,0	90	
6	48,1	100		55,5	95		52,2	95		46,6	100		43,2	105	
7	7,5	95		6,3	105		6,9	100		5,8	105		6,6	95	

ELEMENTO	CICLOS														
	6			7			8			9			10		
	T	VA		T	VA		T	VA		T	VA		T	VA	
1	7,0	95		6,5	100		6,7	100		5,8	100		7,0	100	
2	41,4	90		32,4	100		33,0	100		36,7	100		42,4	90	
3	15,8	100		14,9	105		15,5	100		13,4	105		14,4	100	
4	11,2	105		11,5	105		12,6	100		13,2	100		11,1	105	
5	45,4	100		52,4	90		54,9	90		43,2	100		38,4	110	
6	53,5	90		42,4	105		42,0	105		49,3	100		62,4	85	
7	7,0	100		7,2	95		6,8	100		7,9	95		7,6	90	

TABLA 3.3 Toma de datos del preparador de componentes minoritarios.

IMPRESO PARA EL CALCULO DEL TIEMPO TIPO

Operación: Preparador de componentes minoritarios

Fecha: 17/06/2004

ELEMENTO	CICLOS														
	11			12			13			14			15		
	T	VA	VA	T	VA	VA	T	VA	VA	T	VA	VA	T	VA	VA
1 Cubeta vacía a báscula	6,4	100	100	8,0	90	90	6,1	100	100	5,6	105	105	7,1	95	95
2 Añade a cubeta el componente M1	36,5	100	100	34,8	100	100	32,5	100	100	34,8	100	100	33,9	100	100
3 Añade a cubeta el componente M2	13,6	105	105	17,1	95	95	19,8	90	90	16,1	100	100	13,7	110	110
4 Añade a cubeta el componente M3	11,2	105	105	11,1	105	105	10,6	105	105	17,4	95	95	11,2	105	105
5 Pesa y añade a cubeta el componente M4	53,8	90	90	39,2	110	110	44,8	105	105	52,7	90	90	43,8	105	105
6 Pesa y añade a cubeta el componente M5 y M5	53,7	90	90	43,6	100	100	45,8	100	100	48,4	95	95	53,8	95	95
7 Deja la cubeta sobre palet	7,6	95	95	5,9	105	105	6,6	100	100	4,9	105	105	5,4	105	105

ELEMENTOS DE FRECUENCIA	CICLOS									
	1		2		3		4		5	
	T	VA	T	VA	T	VA	T	VA	T	VA
1 Vaciar saco o caja en el bidón correspondiente	33,9	105	37,2	95	34,8	100	39,9	95	60,9	70

ELEMENTOS DE FRECUENCIA	CICLOS									
	6		7		8		9		10	
	T	VA	T	VA	T	VA	T	VA	T	VA
1 Vaciar saco o caja en el bidón correspondiente	47,3	80	52,5	75	41,2	90	40,1	90	34,9	100

ELEMENTOS DE FRECUENCIA	CICLOS									
	11		12		13		14		15	
	T	VA	T	VA	T	VA	T	VA	T	VA
1 Vaciar saco o caja en el bidón correspondiente	35,9	100	38,4	95	46,5	80	36,5	100	39,3	90

TABLA 3.4 Toma de datos del preparador de componentes minoritarios (continuación).

(4) Número de observaciones a realizar

Para un nivel de confianza del 95% y una precisión del 5%, el procedimiento de cálculo que utilizaremos es el descrito en el apartado 2.3.1.1.5 “Número de observaciones a realizar”.

El número de observaciones a realizar es:

Operación 1: Cubeta vacía a báscula:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.5:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
7,0	100	7,0	1,1	1,2	6,8	14
7,7	100	7,7				
6,7	100	6,7				
8,7	90	7,8				
5,4	105	5,7	1,0			
7,0	95	6,7				
6,5	100	6,5				
6,7	100	6,7				
5,8	100	5,8	1,4			
7,0	100	7,0				
6,4	100	6,4				
8,0	90	7,2				

TABLA 3.5 Número de observaciones operación 1.

Operación 2: Añade a cubeta el componente M1:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.6:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
32,0	100	32,0	5,4	4,6	34,7	8
31,6	100	31,6				
37,0	100	37,0				
34,2	100	34,2				
32,8	100	32,8	4,9			
41,4	90	37,3				
32,4	100	32,4				
33,0	100	33,0				
36,7	100	36,7	3,4			
42,4	90	38,2				
36,5	100	36,5				
34,8	100	34,8				

TABLA 3.6 Número de observaciones operación 2.

Operación 3: Añade a cubeta el componente M2:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.7:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
16,9	100	16,9	1,8	1,7	15,8	6
18,7	95	17,8				
16,7	100	16,7				
16,0	100	16,0				
17,6	95	16,7	1,2			
15,8	100	15,8				
14,9	105	15,6				
15,5	100	15,5				
13,4	105	14,1	2,1			
14,4	100	14,4				
13,6	105	14,3				
17,1	95	16,2				

TABLA 3.7 Número de observaciones operación 3.

Operación 4: Añade a cubeta el componente M3:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.8:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
12,9	100	12,9	2,2	1,9	12,1	12
12,2	95	11,6				
12,0	95	11,4				
10,2	105	10,7				
16,3	85	13,9	2,1			
11,2	105	11,8				
11,5	105	12,1				
12,6	100	12,6				
13,2	100	13,2	1,5			
11,1	105	11,7				
11,2	105	11,8				
11,1	105	11,7				

TABLA 3.8 Número de observaciones operación 4.

Operación 5: Pesa y añade a cubeta el componente M4:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.9:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
47,6	95	45,2	3,5	4,9	45,7	6
49,0	95	46,6				
39,2	110	43,1				
46,9	95	44,6				
56,0	90	50,4	5,0			
45,4	100	45,4				
52,4	90	47,2				
54,9	90	49,4				
43,2	100	43,2	6,2			
38,4	110	42,2				
53,8	90	48,4				
39,2	110	43,1				

TABLA 3.9 Número de observaciones operación 5.

Operación 6: Pesa y añade a cubeta los componentes M6 y M5:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.10:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
48,1	100	48,1	6,1	6,5	47,8	9
55,5	95	52,7				
52,2	95	49,6				
46,6	100	46,6				
43,2	105	45,4	4,1			
53,5	90	48,2				
42,4	105	44,5				
42,0	105	44,1				
49,3	100	49,3	9,4			
62,4	85	53,0				
53,7	90	48,3				
43,6	100	43,6				

TABLA 3.10 Número de observaciones operación 6.

Operación 7: Deja la cubeta sobre palet:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.11:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
7,5	95	7,1	1,0	1,0	6,8	11
6,3	105	6,6				
6,9	100	6,9				
5,8	105	6,1				
6,6	95	6,3	0,7			
7,0	100	7,0				
7,2	95	6,8				
6,8	100	6,8				
7,9	95	7,5	1,3			
7,6	90	6,8				
7,6	95	7,2				
5,9	105	6,2				

TABLA 3.11 Número de observaciones operación 7.

(5) Cálculo del tiempo normal

A continuación calcularemos el tiempo normal de cada una de las operaciones de las que consta el trabajo del preparador de componentes minoritarios:

Operación 1: Cubeta vacía a báscula:

El cálculo se ha realizado utilizando el método de la media aritmética de los tiempos normales ya que el número de datos es pequeño, la dispersión es grande, las actividades son muy variadas y no es posible el trazado del triángulo o de la hipérbola:

$$T_N = \frac{\sum T_{Ni}}{N} = 6,7 \quad (3.1)$$

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{7,8}{5,7} = 1,37$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{105}{90} = 1,17$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,37}{1,17} = 1,17 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

Operación 2: Añade a cubeta el componente M1:

El cálculo se ha realizado utilizando el método de la media aritmética de los tiempos normales:

$$T_N = \frac{\sum T_{Ni}}{N} = 34,6 \quad (3.2)$$

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{38,2}{31,6} = 1,21$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{100}{90} = 1,11$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,21}{1,11} = 1,09 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

Operación 3: Añade a cubeta el componente M2:

El cálculo se ha realizado utilizando el método de la media aritmética de los tiempos normales:

$$T_N = \frac{\sum T_{Ni}}{N} = 16,0 \quad (3.3)$$

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{17,8}{14,1} = 1,26$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{105}{90} = 1,17$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,26}{1,17} = 1,08 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

Operación 4: Añade a cubeta el componente M3:

El cálculo se ha realizado utilizando el método de la media aritmética de los tiempos normales:

$$T_N = \frac{\sum T_{Ni}}{N} = 12,3 \quad (3.4)$$

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{17,4}{10,2} = 1,71$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{105}{85} = 1,24$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,71}{1,24} = 1,38 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

Operación 5: Añade a cubeta el componente M4:

El cálculo se ha realizado utilizando el método de la media aritmética de los tiempos normales:

$$T_N = \frac{\sum T_{Ni}}{N} = 45,9 \quad (3.5)$$

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{56,0}{38,4} = 1,46$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{110}{90} = 1,22$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,46}{1,22} = 1,19 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

Operación 6: Pesa y añade a cubeta los componentes M6 y M5:

El cálculo se ha realizado utilizando el método de la media aritmética de los tiempos normales:

$$T_N = \frac{\sum T_{Ni}}{N} = 47,5 \quad (3.6)$$

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{62,4}{42,0} = 1,49$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{105}{85} = 1,24$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,49}{1,24} = 1,20 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

Operación 7: Deja la cubeta sobre palet:

El cálculo se ha realizado utilizando el método de la media aritmética de los tiempos normales:

$$T_N = \frac{\sum T_{Ni}}{N} = 6,7 \quad (3.7)$$

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{7,9}{4,9} = 1,61$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{105}{90} = 1,17$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,61}{1,17} = 1,38 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

Elemento de frecuencia: Vaciar saco o caja en el bidón correspondiente:

El cálculo se ha realizado utilizando el método de la media aritmética de los tiempos normales:

$$T_N = \frac{\sum T_{Ni}}{N} = 37,0 \quad (3.8)$$

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{60,9}{33,9} = 1,80$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{105}{70} = 1,50$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,80}{1,50} = 1,20 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

(6) Cálculo del tiempo tipo

Para el cálculo del tiempo tipo, tenemos que incrementar el tiempo normal en los suplementos que le corresponden.

Para la obtención de los suplementos, vamos a agrupar las operaciones en las que son similares; ésto es:

- (a) Operación A: Operación 1.
- (b) Operación B: Operaciones 2, 3, 4, 5 y 6.
- (c) Operación C: Operación 7.
- (d) Operación D: Elemento de frecuencia.

El resultado de aplicar los suplementos a las operaciones anteriormente definidas, es el que se muestra en la Tabla 3.12:

	Operación A		Operación B		Operación C		Operación D	
	Grado	Puntos	Grado	Puntos	Grado	Puntos	Grado	Puntos
A. Tensión física.								
1. Fuerza media (Kg)	Mediano	6	---	---	Mediano	19	Mediano	24
2. Postura	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6
3. Vibraciones	---	---	---	---	---	---	---	---
4. Ciclo breve	---	---	---	---	---	---	---	---
5. Ropa molesta	Mediano	8	Mediano	8	Mediano	8	Mediano	8
B. Tensión mental.								
1. Concentración	---	---	Mediano	7	---	---	---	---
2. Monotonía	Mediano	5	Mediano	5	Mediano	5	Mediano	5
3. Tensión visual	Bajo	2	Bajo	2	---	---	---	---
4. Ruido	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2
C. Condiciones de trabajo								
1. Temperatura/Humedad	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6
2. Ventilación	---	---	---	---	---	---	---	---
3. Emanación de gases	---	---	---	---	---	---	---	---
4. Polvo	---	---	Bajo	2	---	---	Bajo	2
5. Suciedad	---	---	---	---	---	---	---	---
6. Presencia de agua	---	---	---	---	---	---	---	---
Total Puntos		35		38		46		53
Suplemento (%)		17		18		22		26

TABLA 3.12 Suplementos al trabajo del preparador de componentes minoritarios.

El tiempo tipo del ciclo de trabajo se muestra en la Tabla 3.13, en la que a los suplementos calculados se les ha restado un 8.33%, según se describe en el Capítulo 2, apartado 2.3.1.1.7 “Aplicación de los suplementos”:

	Tiempo normal (minutos)	Suplementos (%)	Tiempo tipo (minutos)
Operación 1: Cubeta vacía a báscula	0,11	17 - 8,33	0,12
Operación 2: Añade a cubeta el componente M1	0,58	18 - 8,33	0,63
Operación 3: Añade a cubeta el componente M2	0,27	18 - 8,33	0,29
Operación 4: Añade a cubeta el componente M3	0,21	18 - 8,33	0,22
Operación 5: Pesa y añade a cubeta el componente M4	0,77	18 - 8,33	0,84
Operación 6: Pesa y añade a cubeta los componentes M6 y 5	0,79	18 - 8,33	0,87
Operación 7: Deja la cubeta sobre palet	0,11	22 - 8,33	0,13
Elemento de frecuencia: rellenar bidón (x 0,64)	0,39	26 - 8,33	0,46
Tiempo tipo del ciclo de trabajo (minutos)			3,56

TABLA 3.13 Tiempo tipo del ciclo de trabajo del carrero de la planta baja.

3.3.2.4. Mejora del puesto de trabajo

Una vez obtenido el tiempo tipo de preparación de una cubeta de componentes minoritarios para una masa, vamos a calcular el número de cubetas que tiene que realizar por jornada de trabajo. Para ello, en primer lugar, hemos realizado una estadística de las masas elaboradas durante un período de tiempo y hemos calculado su media, según se muestra en la Tabla 3.14:

AMASADAS ELABORADAS

Fecha	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
15/02/2004	66					
16/02/2004		54				
17/02/2004			50			
18/02/2004				44		
19/02/2004					51	
20/02/2004						29
22/02/2004	64					
23/02/2004		51				
24/02/2004			47			
25/02/2004				45		
26/02/2004					39	
27/02/2004						26
29/02/2004	55					
01/03/2004		54				
02/03/2004			53			
03/03/2004				54		
04/03/2004					38	
05/03/2004						24
07/03/2004	49					
08/03/2004		48				
09/03/2004			50			
10/03/2004				44		
11/03/2004					39	
12/03/2004						25
14/03/2004	47					
15/03/2004		46				
16/03/2004			44			
17/03/2004				48		
18/03/2004					36	
19/03/2004						24
21/03/2004	50					
22/03/2004		48				
23/03/2004			48			
24/03/2004				52		
25/03/2004					43	
26/03/2004						37
28/03/2004	54					
29/03/2004		52				
30/03/2004			45			
31/03/2004				44		
01/04/2004					52	
02/04/2004						27

PARCIAL	385	353	337	331	298	192
MEDIA PARC.	55,0	50,4	48,1	47,3	42,6	27,4
TOTAL	1896					
MEDIA	45,1					

TABLA 3.14 Estadística de amasas elaboradas.

Considerando que de los 6 días de producción a la semana el preparador trabaja 5, el número de cubetas diarias que tiene que realizar es:

$$45,1 \times \frac{6}{5} = 55 \frac{\text{cubetas}}{\text{jornada}}$$

El tiempo por jornada de trabajo que requiere el preparador para realizar las 55 cubetas, teniendo en cuenta que se le conceden 45 minutos para rellenar su registro y ordenar y limpiar su puesto de trabajo es:

$$55 \frac{\text{cubetas}}{\text{jornada}} \times 3,56 \frac{\text{minutos}}{\text{cubeta}} + 45 \text{ minutos} = 4,01 \frac{\text{horas}}{\text{jornada}}$$

Por tanto, el tiempo ocioso por jornada de trabajo es:

$$7,33 \frac{\text{horas}}{\text{jornada}} - 4,01 \frac{\text{horas}}{\text{trabajo}} = 3,32 \frac{\text{horas ociosas}}{\text{jornada}}$$

que serán dedicadas a apoyar una de las otras dos líneas de producción.

Es necesario considerar que la demanda de los productos que se fabrican es estacional, por lo que para ajustar correctamente el tiempo útil de trabajo de este puesto de trabajo, hay que seguir el plan maestro de producción semanal.

3.3.3. MAQUINISTA DE LA FORMADORA DE PRODUCTO

3.3.3.1. Objetivo

El objetivo básico del estudio del maquinista de la formadora de producto consiste en analizar las distintas actividades que desarrolla, verificar el tiempo efectivo que dedica a las tareas propias de su puesto y comprobar si tiene tiempos ociosos.

3.3.3.2. Funciones del puesto

Las funciones propias de este puesto de trabajo son:

- (1) Supervisar el funcionamiento de la formadora y actuar sobre ella para obtener el producto con las dimensiones y peso requeridos.
- (2) Junto con el amasador, echar dos cubetas de recorte de producto en cada artesa antes de añadir los ingredientes.
- (3) Rellenar los registros del sistema de gestión de la calidad referentes a sus parámetros de trabajo.
- (4) Mantener llenos los harinadores de la formadora.
- (5) Mantener limpia y ordenada su zona de trabajo.

3.3.3.3. Estudio del puesto de trabajo: muestreo

Dadas las características del puesto de trabajo, el estudio se va a centrar en obtener el porcentaje de tiempo que el maquinista realiza alguna actividad propia de su puesto y el que está ocioso. El método más adecuado para realizar este estudio es el muestreo.

(1) Nivel de confianza y precisión

Para el estudio de muestreo se va a considerar un nivel de confianza del 95% y una precisión absoluta máxima del 3,5%.

(2) Período del estudio

El desarrollo de este estudio se va a realizar en un período de varios días en los que se incluirán distintos turnos y distintos maquinistas.

(3) Número de observaciones

El número de observaciones o tamaño de la muestra “N”, bajo las hipótesis de nivel de confianza y precisión dadas, que vamos a considerar será el máximo, es decir, $N = 1000$. Tomamos este valor porque el estudio de muestreo se va a realizar a la vez en los puesto de trabajo de amasador, maquinista de la formadora de producto, supervisor del producto formado y hornero.

(4) Realización del estudio

El resumen de los datos obtenidos del estudio de muestreo es el mostrado en la Tabla 3.15:

Fecha	Total observaciones		Trabajo Util			
	Día	Acumuladas	Día		Acumuladas	
			N	%	N	%
15/02/2004	85	85	25	29,4	25	29,4
16/02/2004	85	170	22	25,9	47	27,6
17/02/2004	85	255	32	37,6	79	31,0
18/02/2004	85	340	31	36,5	110	32,4
19/02/2004	85	425	28	32,9	138	32,5
20/02/2004	85	510	24	28,2	162	31,8
22/02/2004	85	595	27	31,8	189	31,8
23/02/2004	85	680	21	24,7	210	30,9
25/02/2004	85	765	29	34,1	239	31,2
26/02/2004	85	850	34	40,0	273	32,1
29/02/2004	85	935	25	29,4	298	31,9
01/03/2004	85	1020	22	25,9	320	31,4

TABLA 3.15 Estudio de muestreo del maquinista de formadora de producto.

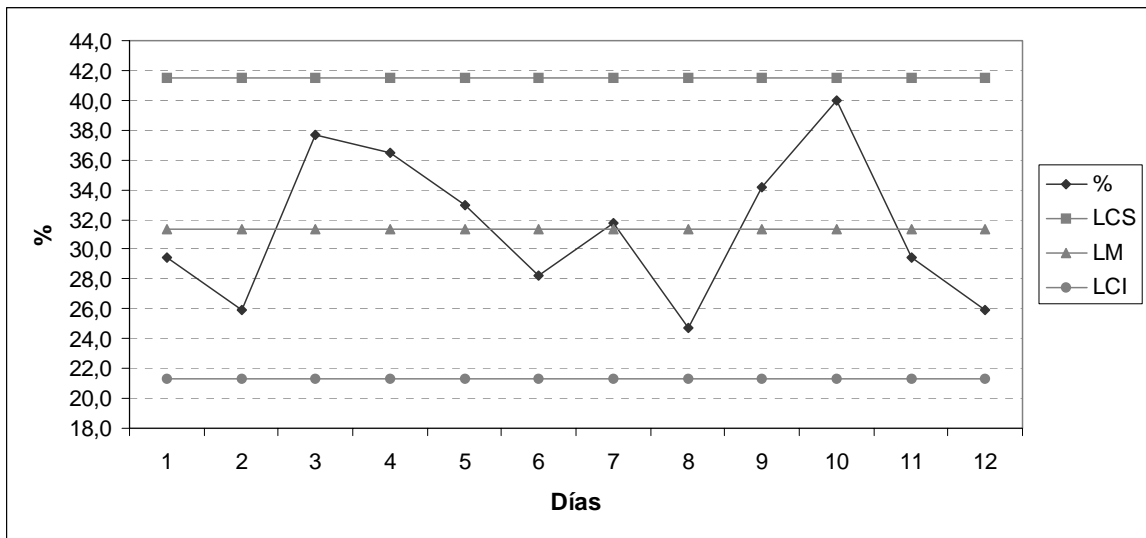
Límites de control de “p”:

$$\text{Límites de Control de } p = p \pm 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} = 0,314 \pm 2 \sqrt{\frac{0,314(1-0,314)}{85}}$$

$$\text{LCI} = 21,3\%$$

$$\text{LM} = 31,4\%$$

$$\text{LCS} = 41,5\%$$



(5) Conclusiones

La actividad que realiza el maquinista de la formadora de producto es del 31.4% del total de su jornada laboral, con un nivel de confianza del 95% y un error absoluto máximo del 3.5%.

3.3.3.4. Mejora del puesto de trabajo

Como mejora del puesto de trabajo, se va a incluir dentro de sus funciones:

- (1) Limpieza de la artesa que se ha vaciado en la tolva de la formadora, con objeto de reducir el posterior tiempo de limpieza, por parte del amasador, al finalizar la producción del día.
- (2) Cribado de la harina de espolvoreo para su posterior reutilización en los harinadores de la formadora.
- (3) Supervisar el producto formado antes de su entrada en la cámara de fermentación.

3.3.4. SUPERVISOR DE PRODUCTO FORMADO

3.3.4.1. Objetivo

El objetivo básico del estudio del supervisor del producto formado consiste en analizar las distintas actividades que desarrolla, verificar el tiempo efectivo que dedica a las tareas propias de su puesto y comprobar si tiene tiempos ociosos.

Para el estudio de este puesto de trabajo es necesario mencionar que mes y medio antes del comienzo de la realización del presente proyecto se realizó una inversión en la empresa cambiando la formadora de producto existente por otra tecnológicamente más avanzada, de mayor fiabilidad y capacidad productiva.

3.3.4.2. Funciones del puesto

Las funciones propias de este puesto de trabajo son:

- (1) Supervisar las bandejas con producto antes de su entrada a la cámara de fermentación, comprobando que el producto esté bien colocado en los alveolos de las bandejas y que las bandejas estén completas.

- (2) Mantener limpia y ordenada su zona de trabajo.

3.3.4.3. Estudio del puesto de trabajo: muestreo

Dadas las características del puesto de trabajo, el estudio se va a centrar en obtener el porcentaje de tiempo que el supervisor de producto formado realiza alguna actividad propia de su puesto y el que está ocioso. El método más adecuado para realizar este estudio es el muestreo.

(1) Nivel de confianza y precisión

Para el estudio de muestreo se va a considerar un nivel de confianza del 95% y una precisión absoluta máxima del 3,5%.

(2) Período del estudio

El desarrollo de este estudio se va a realizar en un período de varios días en los que se incluirán distintos turnos y distintos supervisores.

(3) Número de observaciones

El número de observaciones o tamaño de la muestra “N”, bajo las hipótesis de nivel de confianza y precisión dadas, que vamos a considerar será el máximo, es decir, $N = 1000$. Tomamos este valor porque el estudio de muestreo se va a realizar a la vez en los puesto de trabajo de amasador, maquinista de la formadora de producto, supervisor del producto formado y hornero.

(4) Realización del estudio

El resumen de los datos obtenidos del estudio de muestreo es el mostrado en la Tabla 3.16:

Fecha	Total observaciones		Trabajo Util			
	Día	Acumuladas	Día		Acumuladas	
			N	%	N	%
15/02/2004	85	85	43	50,6	43	50,6
16/02/2004	85	170	41	48,2	84	49,4
17/02/2004	85	255	37	43,5	121	47,5
18/02/2004	85	340	31	36,5	152	44,7
19/02/2004	85	425	39	45,9	191	44,9
20/02/2004	85	510	33	38,8	224	43,9
22/02/2004	85	595	47	55,3	271	45,5
23/02/2004	85	680	41	48,2	312	45,9
25/02/2004	85	765	38	44,7	350	45,8
26/02/2004	85	850	35	41,2	385	45,3
29/02/2004	85	935	42	49,4	427	45,7
01/03/2004	85	1020	36	42,4	463	45,4

TABLA 3.16 Estudio de muestreo del supervisor del producto formado.

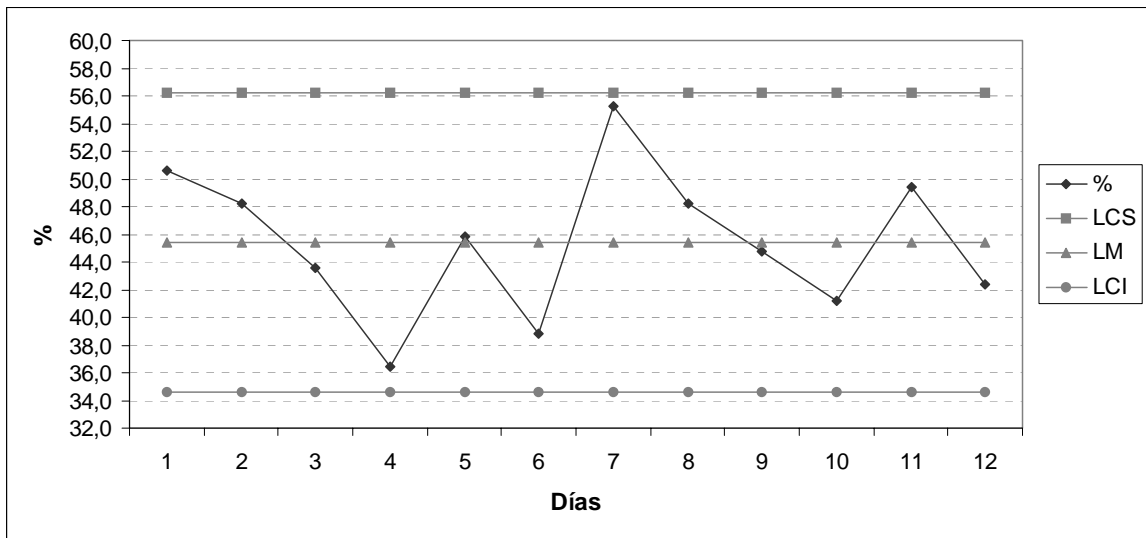
Límites de control de “p”:

$$\text{Límites de Control de } p = p \pm 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} = 0,454 \pm 2 \sqrt{\frac{0,454(1-0,454)}{85}}$$

$$\text{LCI} = 34,6\%$$

$$\text{LM} = 45,4\%$$

$$\text{LCS} = 56,2\%$$



(5) Conclusiones

La actividad que realiza el supervisor de producto formado es del 45.4% del total de su jornada laboral, con un nivel de confianza del 95% y un error absoluto máximo del 3.5%.

3.3.4.4. Mejora del puesto de trabajo

Durante el estudio de muestreo del supervisor de producto formado, también se ha realizado un estudio de la situación del producto en las bandejas tras el depositado automático de la formadora de producto, antes de pasar por dicho supervisor. Este estudio se ha realizado bajo las siguientes hipótesis:

- (a) Cada bandeja contiene 2 docenas, siendo por tanto el número de unidades de producto observadas cada día:

$$\text{Unidades observadas} = 85 \times 24 = 2040 \quad (3.9)$$

- (b) El producto es conforme (OK) cuando su desviación máxima respecto a los alveolos de las bandejas es inferior a 6mm en su eje longitudinal y a 2mm en el transversal.

El resumen de los datos obtenidos del estudio de muestreo es el mostrado en la Tabla 3.17 y en la Tabla 3.18:

Fecha	Total observaciones			Producto conforme			
	Día	Uds.	Acumuladas	Día		Acumuladas	
				OK	%	OK	%
15/02/2004	85	2040	2040	2022	99,1	2022	99,1
16/02/2004	85	2040	4080	2007	98,4	4029	98,8
17/02/2004	85	2040	6120	2031	99,6	6060	99,0
18/02/2004	85	2040	8160	2014	98,7	8074	98,9
19/02/2004	85	2040	10200	2027	99,4	10101	99,0
20/02/2004	85	2040	12240	2038	99,9	12139	99,2
22/02/2004	85	2040	14280	2040	100,0	14179	99,3
23/02/2004	85	2040	16320	2032	99,6	16211	99,3
25/02/2004	85	2040	18360	2025	99,3	18236	99,3
26/02/2004	85	2040	20400	2023	99,2	20259	99,3
29/02/2004	85	2040	22440	2036	99,8	22295	99,4
01/03/2004	85	2040	24480	2017	98,9	24312	99,3

TABLA 3.17 Estudio de muestreo del producto en las bandejas.

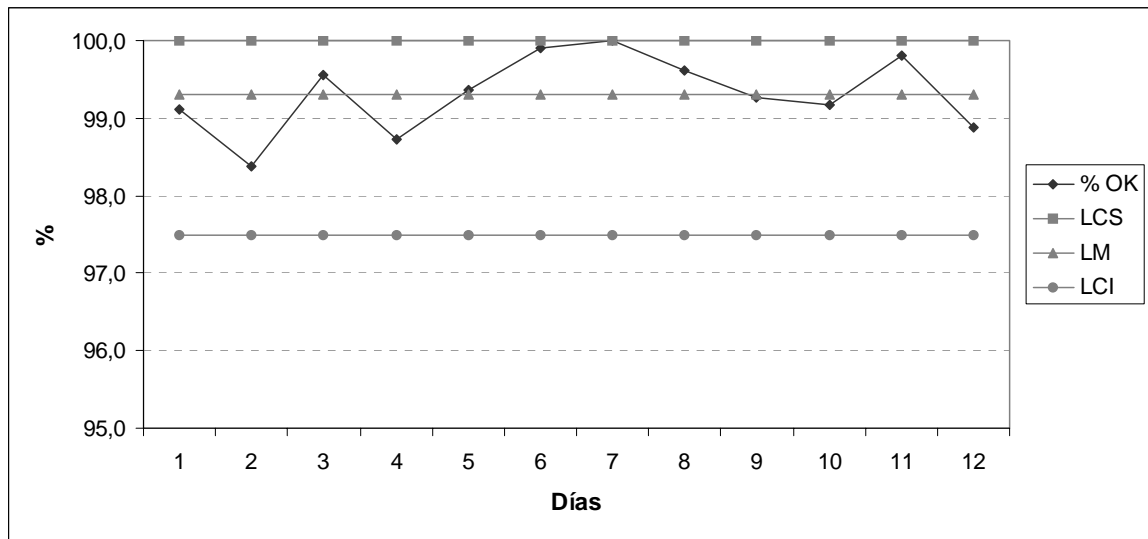
Límites de control de producto “OK”:

$$\text{Límites de Control de } p = p \pm 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} = 0,993 \pm 2 \sqrt{\frac{0,993(1-0,993)}{85}}$$

$$\text{LCI} = 97,5\%$$

$$\text{LM} = 99,3\%$$

$$\text{LCS} = 100,0\%$$



Fecha	Total observaciones			Rendimiento			
	Día	Uds.	Acumuladas	Día		Acumuladas	
				OK	%	OK	%
15/02/2004	85	2040	2040	2011	98,6	2011	98,6
16/02/2004	85	2040	4080	2022	99,1	4033	98,8
17/02/2004	85	2040	6120	2014	98,7	6047	98,8
18/02/2004	85	2040	8160	1993	97,7	8040	98,5
19/02/2004	85	2040	10200	2019	99,0	10059	98,6
20/02/2004	85	2040	12240	2026	99,3	12085	98,7
22/02/2004	85	2040	14280	2005	98,3	14090	98,7
23/02/2004	85	2040	16320	2032	99,6	16122	98,8
25/02/2004	85	2040	18360	2021	99,1	18143	98,8
26/02/2004	85	2040	20400	2009	98,5	20152	98,8
29/02/2004	85	2040	22440	1998	97,9	22150	98,7
01/03/2004	85	2040	24480	2012	98,6	24162	98,7

TABLA 3.18 Estudio de muestreo de presencia de producto en las bandejas.

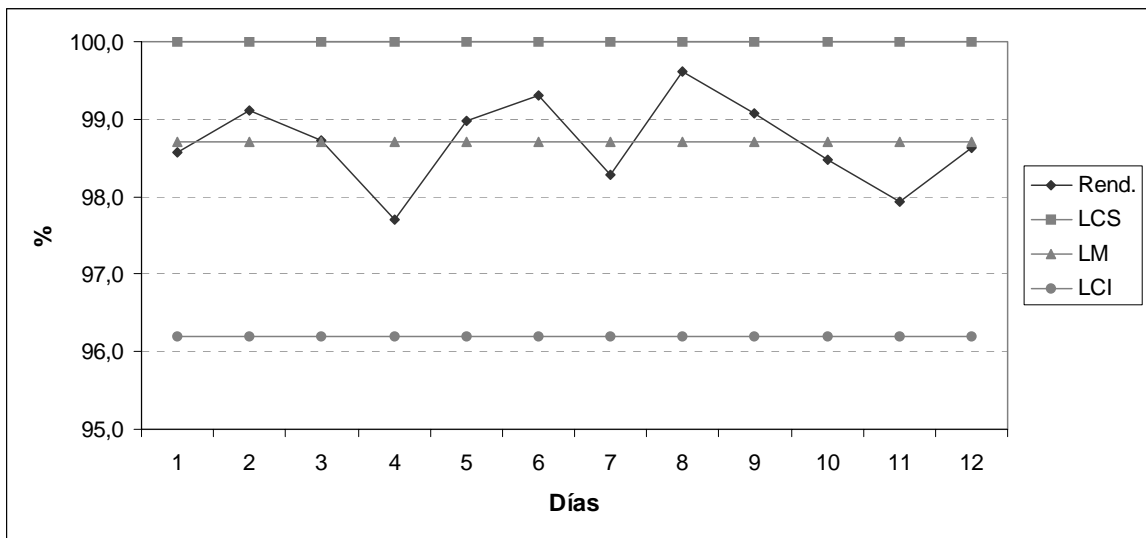
Límites de control del rendimiento de la formadora de producto:

$$\text{Límites de Control de } p = p \pm 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} = 0,987 \pm 2 \sqrt{\frac{0,987(1-0,987)}{85}}$$

$$\text{LCI} = 96,2\%$$

$$\text{LM} = 98,7\%$$

$$\text{LCS} = 100,0\%$$



Como resultado del análisis de los datos obtenidos con un nivel de confianza del 95% y una precisión absoluta máxima del 3,5%, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- (1) El grado de fiabilidad de la formadora de producto, expresado como el porcentaje de producto conforme en la caída de la cinta transportadora a la bandeja, es del 99.3%.
- (2) El rendimiento de la formadora de producto, expresado como el porcentaje de presencia de producto en las bandejas, es del 98.7%

- (3) El trabajo del supervisor de producto formado añade muy poco valor al producto; sólo afecta al grado de fiabilidad de la formadora y no a su rendimiento, ya que para completar las bandeja con producto tiene que quitar otras de la línea continua.
- (4) Aunque el estudio de muestreo del trabajo del supervisor del producto formado, ha dado como resultado que su nivel de actividad es del 45.4%, realmente su trabajo útil es muy inferior. Esta diferencia se debe a que:
 - (a) El producto conforme, en los términos expresados anteriormente, él los considera no conformes.
 - (b) Completar de producto las bandejas a costa de quitar otras de la línea continua ni mejora el rendimiento ni añade valor.

Por todo lo dicho anteriormente, se va a suprimir este puesto de trabajo pasando a ser responsabilidad del maquinista de la formadora de producto el supervisar el producto formado en las bandejas.

3.3.5. HORNERO

3.3.5.1. Objetivo

El objetivo básico del estudio del hornero consiste en analizar las distintas actividades que desarrolla, verificar el tiempo efectivo que dedica a las tareas propias de su puesto y comprobar si tiene tiempos ociosos.

3.3.5.2. Funciones del puesto de trabajo

Las funciones propias de este puesto de trabajo son:

- (1) Regular la temperatura interior del horno para que el producto horneado cumpla con los requisitos exigidos por el Sistema de Gestión de la Calidad de la Empresa.
- (2) Supervisar la fermentación del producto y avisar al responsable de línea ante cualquier eventual anomalía que observe.
- (3) Evitar, en colaboración con el operario destinado a acumular latas en carros, el colapso de la línea continua por paradas de las empaquetadoras.

3.3.5.3. Estudio del puesto de trabajo: muestreo

Dadas las características del puesto de trabajo, el estudio se va a centrar en obtener el porcentaje de tiempo que el hornero realiza alguna actividad propia de su puesto y el que está ocioso. El método más adecuado para realizar este estudio es el muestreo.

(1) Nivel de confianza y precisión

Para el estudio de muestreo se va a considerar un nivel de confianza del 95% y una precisión absoluta máxima del 3,5%.

(2) Período del estudio

El desarrollo de este estudio se va a realizar en un período de varios días en los que se incluirán distintos turnos y distintos horneros.

(3) Número de observaciones

El número de observaciones o tamaño de la muestra “N”, bajo las hipótesis de nivel de confianza y precisión dadas, que vamos a considerar será el máximo, es decir, $N = 1000$. Tomamos este valor porque el estudio de muestreo se va a

realizar a la vez en los puesto de trabajo de amasador, maquinista de la formadora de producto, supervisor del producto formado y hornero.

(4) Realización del estudio

El resumen de los datos obtenidos del estudio de muestreo es el mostrado en la Tabla 3.19:

Fecha	Total observaciones		Trabajo Util			
	Día	Acumuladas	Día		Acumuladas	
			N	%	N	%
15/02/2004	85	85	4	4,7	4	4,7
16/02/2004	85	170	5	5,9	9	5,3
17/02/2004	85	255	13	15,3	22	8,6
18/02/2004	85	340	9	10,6	31	9,1
19/02/2004	85	425	14	16,5	45	10,6
20/02/2004	85	510	8	9,4	53	10,4
22/02/2004	85	595	11	12,9	64	10,8
23/02/2004	85	680	5	5,9	69	10,1
25/02/2004	85	765	7	8,2	76	9,9
26/02/2004	85	850	7	8,2	83	9,8
29/02/2004	85	935	12	14,1	95	10,2
01/03/2004	85	1020	9	10,6	104	10,2

TABLA 3.19 Estudio de muestreo del hornero.

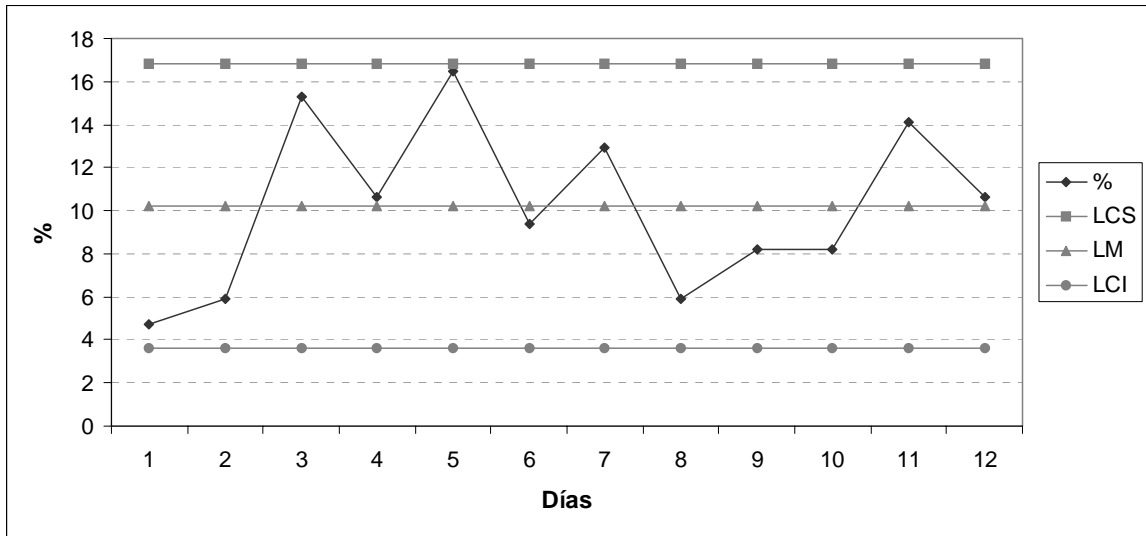
Límites de control de “p”:

$$\text{Límites de Control de } p = p \pm 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} = 0,102 \pm 2 \sqrt{\frac{0,102(1-0,102)}{85}}$$

$$\text{LCI} = 3,6\%$$

$$\text{LM} = 10,2\%$$

$$\text{LCS} = 16,8\%$$



(5) Conclusiones

La actividad que realiza el hornero es del 10,2% del total de su jornada laboral, con un nivel de confianza del 95% y un error absoluto máximo del 3.5%.

3.3.5.4. Mejora del puesto de trabajo

Como mejora del puesto de trabajo de hornero, se va a incluir dentro de sus funciones las siguientes:

- (1) Realizar los registros del sistema de gestión de la calidad, que anteriormente los hacían el personal del departamento de calidad, correspondiente al control de:
 - (a) Dimensiones y peso del producto acabado, longitud del relleno y chequeo de ciertos parámetros del envoltorio.
 - (b) Las cámaras de fermentación y de enfriamiento y el horno.
- (2) Limpieza de bandejas. Este trabajo lo puede realizar mientras supervisa el horno ya que el retorno de bandejas desmoldeadas de

producto (vacías) a la formadora de producto se realiza por una cinta transportadora que discurre paralela al horno.

3.3.6. SUPERVISOR PRODUCTO DESMOLDEADO

3.3.6.1. Objetivo

El objetivo básico del estudio del supervisor de producto desmoldeado consiste en analizar las distintas actividades que desarrolla.

3.3.6.2. Funciones del puesto

Las funciones propias de este puesto de trabajo son:

- (1) Supervisar el desmoldeo de producto, de las bandejas que salen de la cámara de enfriamiento, a las empaquetadoras 1 y 2 y, en caso necesario, reponer producto faltante.
- (2) Llenar las copas de las inyectoras, abriendo una llave de corte y pulsando un botón, del relleno que se esté utilizando, cuando sea necesario.
- (3) Rellenar el registro del sistema de gestión de la calidad referente al desmoldeador cada media hora.

3.3.6.3. Estudio del puesto de trabajo: muestreo

El estudio de este puesto de trabajo consistirá en justificar la existencia o no del mismo analizando sus funciones.

- (1) Supervisar el desmoldeo de producto, de las bandejas que salen de la cámara de enfriamiento, a las empaquetadoras 1 y 2 y, en caso necesario, reponer producto faltante.

A partir de la TABLA 3.18 “Estudio de muestreo de presencia de producto en las bandejas” se extrae que la reposición del producto faltante se corresponde con el 1.3% del total. Dado que las inyectoras de producto tienen un sistema de inyección según el cual, cuando no detecta la presencia de producto no inyecta, este bajo nivel de actividad no justifica la necesidad de tener un operario para realizar dicha tarea.

Estas condiciones de trabajo se mantienen excepto para los productos Carmela y Cebritas (ofertas) que utilizan otra crema de relleno y requieren una copa para la inyectora distinta. Para estos productos se dispone de dos copas: una que funciona según el sistema descrito anteriormente y otra que con ausencia de producto inyecta crema. El uso de la primera copa no justifica la necesidad del supervisor de desmoldeo de producto pero el tiempo que requiere para su limpieza hace que no sea rentable su uso; debido a esto, durante la inyección del relleno de estos productos, es necesario el supervisor para reponer el producto faltante.

Se ha puesto en conocimiento del Departamento Técnico que mediante el uso de un útil de limpieza, junto con la introducción de un programa de lavado, en el sistema de control del funcionamiento de la inyectora, se reduce el tiempo de limpieza, de tal manera que es viable el uso de la primera inyectora y, por tanto, no es necesario tener un supervisor de reposición de producto faltante.

- (2) Llenar las copas de las inyectoras, abriendo una llave de corte y pulsando un botón, del relleno que se esté utilizando, cuando sea necesario.

Esta operación la puede realizar el maquinista de las empaquetadoras.

- (3) Rellenar el registro del sistema de gestión de la calidad referente al desmoldeador cada media hora.

Esta operación la puede realizar el maquinista de las empaquetadoras.

3.3.6.4. Mejora del puesto de trabajo

Este puesto de trabajo se puede suprimir con las inversiones mencionadas anteriormente.

3.3.7. MAQUINISTA RETRACTILADORA

3.3.7.1. Objetivo

El objetivo básico del estudio del maquinista de la retractiladora consiste en analizar las distintas actividades que desarrolla, verificar el tiempo efectivo que dedica a las tareas propias de su puesto y comprobar si tiene tiempos ociosos.

3.3.7.2. Funciones del puesto de trabajo

Las funciones propias de este puesto de trabajo son:

- (1) Supervisar el funcionamiento de la retractiladora de envase de oferta.
- (2) Rellenar cada hora el registros del sistema de gestión de la calidad referente a sus parámetros de trabajo.

3.3.7.3. Estudio del puesto de trabajo: cronometraje

El estudio se va a centrar en obtener el porcentaje de tiempo que el maquinista realiza alguna actividad propia de su puesto y el que está ocioso; para ello vamos a realizar un cronometraje en continuo del funcionamiento de la retractiladora de producto.

(1) Precisión

El estudio de funcionamiento de la retractiladora lo vamos a realizar mediante cronometraje en continuo, con un error máximo en la medición de 1,25 segundos.

(2) Período del estudio

El desarrollo de este estudio se va a realizar en un período de varios días en los que se incluirán distintos turnos y distintos maquinistas.

(3) Realización del estudio

El resumen de los datos obtenidos del estudio de cronometraje es el mostrado en la Tabla 3.20:

Día	Tiempo total de medición (minutos)	Tiempo total de trabajo (minutos)	Tiempo total ocioso (minutos)	Porcentaje de tiempo ocioso (%)
25/02/2004	47,53	0,41	47,12	99,1
02/03/2004	21,87	1,52	20,35	93,0
03/03/2004	38,12	4,28	33,84	88,8
29/03/2004	40,00	1,86	38,14	95,4
30/03/2004	54,00	0,00	54,00	100,0
Total	201,52	8,07	193,45	96,0

TABLA 3.20 Cronometraje del funcionamiento de la retractiladora.

(4) Conclusiones

La actividad que realiza el maquinista es del 4,0% del total de su jornada laboral.

3.3.7.4. Mejora del puesto de trabajo

Como mejora del puesto de trabajo del maquinista de la retractiladora, se va a incluir dentro de sus funciones realizar envase de oferta.

3.3.8. RECOGIDA DE PRODUCTO EN ENVASE DE OFERTA

3.3.8.1. Objetivo

El objetivo de este estudio consiste en calcular, a partir del tiempo tipo de recogida de producto, la cantidad de docenas de producto que se pueden recoger por operario y hora. Actualmente para la recogida de producto se dispone de 3

operarios, que introducen el producto de la línea continua en los envases, de 18 piezas de capacidad.

En definitiva, lo que vamos a verificar es si la línea está equilibrada.

3.3.8.2. Funciones del puesto

En la línea de producción que estamos estudiando, la recogida de producto se realiza manualmente. Los operarios se encuentran situados a ambos lados de la parte final de cinta transportadora y según llega el producto lo van metiendo en los envases, siempre que cumplan las condiciones de calidad requeridas.

3.3.8.3. Estudio del puesto de trabajo: MTM-1

Como hemos mencionado anteriormente, el estudio va a consistir en establecer la cantidad de docenas de producto que se pueden recoger por operario y hora, a partir del cálculo del tiempo tipo de recogida de un envase de 18 piezas. El método más adecuado para realizar este estudio, sabiendo que el tiempo tipo de un ciclo de trabajo es inferior a un minuto, es MTM-1.

El tiempo normal para la recogida de un envase de 18 piezas aplicando MTM-1 es:

Nº	Descripción	S	MI	UMT	MD	S	Descripción
1	Alcanzar el envase	S	R60B	21,3	SS-C1		Paso lateral
2	Sujetar envase inferior	S	APA	10,6	D2E		Desalojar envase superior
3	Paso lateral	S	SS-C1	20,4	M60B1		Llevar envase a mesa
4				2,0	RL1		Soltar envase
5	Girar el cuerpo	S	TBC1	26,9	R80B		Alcanzar producto
6	Coger producto		G1A	2,0	G1A		Coger producto
7	Mover producto		M10A1	6,1	M10A1		Mover producto
8	Coger producto		G1A	2,0	G1A		Coger producto
9	Mover producto	S	M65B1	21,6	TBC1		Girar el cuerpo
10	Meter producto en envase		P2SSE	19,7	P2SSE		Meter producto en envase
11	Girar el cuerpo	S	TBC1	19,9	R55B		Alcanzar producto
12	Coger producto		G1A	2,0	G1A		Coger producto
13	Mover producto		M10A1	6,1	M10A1		Mover producto
14	Coger producto		G1A	2,0	G1A		Coger producto
15	Mover producto	S	M70B1	22,8	TBC1		Girar el cuerpo
16	Meter producto en envase		P2SSE	19,7	P2SSE		Meter producto en envase
17	Girar el cuerpo	S	TBC1	21,3	R60B		Alcanzar producto
18	Coger producto		G1A	2,0	G1A		Coger producto
19	Mover producto		M10A1	6,1	M10A1		Mover producto
20	Coger producto		G1A	2,0	G1A		Coger producto
21	Mover producto	S	M55B1	19,2	TBC1		Girar el cuerpo
22	Meter producto en envase		P2SSE	19,7	P2SSE		Meter producto en envase
23	Girar el cuerpo	S	TBC1	22,7	R65B		Alcanzar producto
24	Coger producto		G1A	2,0	G1A		Coger producto
25	Mover producto		M10A1	6,1	M10A1		Mover producto
26	Coger producto		G1A	2,0	G1A		Coger producto
27	Mover producto	S	M55B1	19,2	TBC1		Girar el cuerpo
28	Meter producto en envase		P2SSE	19,7	P2SSE		Meter producto en envase
29	Girar el cuerpo	S	TBC1	25,5	R75B		Alcanzar producto
30	Coger producto		G1A	2,0	G1A		Coger producto
31	Mover producto	S	M45B1	18,6	TBC1		Girar el cuerpo
32	Meter producto en envase		P2SSE	19,7	P2SSE		Meter producto en envase
33	Llevar la mano al extremo izquierdo del envase	S	R45A	12,1	R10A		Llevar la mano al extremo derecho del envase
34	Coger el envase		G1A	2,0	G1A		Coger el envase
35	Girar el cuerpo	S	TBC1	30,6	M90B2		Mover el envase
36	Soltar envase en cinta		RL1	2,0	RL1		Soltar envase en cinta
37				18,6	TBC1		Girar el cuerpo
Total UMT				478,2			

Tiempo Normal = 478,2*4/100 = 19,1 seg.

Para el cálculo del tiempo tipo, tenemos que incrementar el tiempo normal en los suplementos que le corresponden. Para ello, vamos a dividir las operaciones elementales necesarias para realizar un ciclo de trabajo en 3 tareas:

- (1) Coger el envase vacío.
- (2) Llenar el envase con 18 piezas.
- (3) Dejar el envase lleno sobre la cinta transportadora.

El resultado de aplicar los suplementos a las tareas anteriores es el que se muestra en la Tabla 3.21:

	Tarea 1		Tarea 2		Tarea 3	
	Grado	Puntos	Grado	Puntos	Grado	Puntos
A. Tensión física.						
1. Fuerza media (Kg)	---	---	---	---	---	---
2. Postura	Bajo	4	Bajo	4	Bajo	4
3. Vibraciones	---	---	---	---	---	---
4. Ciclo breve	---	---	---	---	---	---
5. Ropa molesta	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2
B. Tensión mental.						
1. Concentración	---	---	Bajo	4	---	---
2. Monotonía	Mediano	5	Mediano	5	Mediano	5
3. Tensión visual	---	---	Bajo	2	---	---
4. Ruido	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2
C. Condiciones de trabajo						
1. Temperatura/Humedad	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6
2. Ventilación	---	---	---	---	---	---
3. Emanación de gases	---	---	---	---	---	---
4. Polvo	---	---	---	---	---	---
5. Suciedad	---	---	---	---	---	---
6. Presencia de agua	---	---	---	---	---	---
Total Puntos		19		25		19
Suplemento (%)		12		14		12

TABLA 3.21 Suplementos al trabajo de la recogida de producto.

El tiempo tipo del ciclo de trabajo se muestra en la Tabla 3.22, en la que a los suplementos calculados se les ha restado un 8.33%, según se describe en el Capítulo 2, apartado 2.3.1.1.7 “Aplicación de los suplementos”:

	Tiempo normal (segundos)	Suplementos (%)	Tiempo tipo (segundos)
Tarea 1: Coger el envase vacío	2,2	12 - 8,33	2,3
Tarea 2: Llenar el envase con 18 piezas	14,3	14 - 8,33	15,1
Tarea 3: Dejar el envase lleno sobre la cinta transportadora	2,6	12 - 8,33	2,7
Tiempo tipo del ciclo de trabajo (segundos)			20,1

TABLA 3.22 Tiempo tipo del ciclo de trabajo de la recogida de producto.

Por tanto, la cantidad de docenas de producto que puede recoger un operario a la hora es:

$$\text{Tiempo tipo operario} = \frac{1,5 \text{ doc}}{20,1 \text{ s}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 268,7 \frac{\text{doc}}{\text{hora}}$$

3.3.8.4. Mejora del puesto de trabajo

Tal como hemos mencionado anteriormente, en la línea se dispone de 3 operarios para la recogida del producto. Dado que la capacidad de la línea son 500 docenas/hora y que la cantidad de producto que puede recoger un operario es 268,7 docenas/hora, la línea está equilibrada con 2 operarios en la recogida (537,4 docenas/hora). Por tanto, se suprime el tercer operario de la línea.

3.3.9. ENVASE DE OFERTA

3.3.9.1. Objetivo

El objetivo de este estudio consiste en calcular, a partir del tiempo tipo de realización de un envase de oferta, la cantidad del mismo que se puede realizar por operario y hora.

3.3.9.2. Funciones del puesto

Para minimizar los costes de almacenaje, transporte, etc., el envase de oferta llega a la línea de producción apilado sobre palet, de tal manera que para su uso es necesario plegarlo manualmente hasta darle la forma definitiva. Por tanto, es necesario que un operario realice este trabajo.

3.3.9.3. Estudio del puesto de trabajo: MTM-1

Como hemos mencionado anteriormente, el estudio va a consistir en establecer la cantidad de envase que se puede realizar por operario y hora, a partir del cálculo del tiempo tipo de realización de un envase. El método más adecuado para efectuar este estudio, sabiendo que el tiempo tipo de un ciclo de trabajo es inferior a un minuto, es MTM-1.

El tiempo normal para la realización de un envase para 18 piezas aplicando MTM-1 es:

Nº	Descripción	S	MI	UMT	MD	S	Descripción
1	Coger envase		R10A	6,0	R10A		Coger envase
			G1B	2,0	G1B		
2	Plegar lateral		T120S	6,8	T120S		Plegar lateral
			RL1	2,0	RL1		
			R10A	6,0	R10A		
			G5	0,0	G5		
			T120S	6,8	T120S		
			RL2	0,0	RL2		
			R10A	6,0	R10A		
			G5	0,0	G5		
			T120S	6,8	T120S		
			RL2	0,0	RL2		
3	Plegar lado corto del envase		R20A	7,8	R20A		Plegar lado corto del envase
			G5	0,0	G5		
			M4A1	3,1	M4A1		
			RL2	0,0	RL2		
			G1A	2,0	G1A		
			R10AG5	6,0	R10AG5		
			G5	0,0	G5		
			M4A1	3,1	M4A1		
			RL1	2,0	RL1		
			T90S	5,4	T90S		
			RL2	0,0	RL2		
			G1A	2,0	G1A		
			M10A1	6,1	M10A1		
			APA	10,6	APA		
			RL1	2,0	RL1		
4	Girar el envase	C	R28A	9,2	R10A	S	
			T105S				
			G1A	2,0			
			0,5C35	10,4			
			RL1	2,0			
5	Plegar lateral	S	R28A	9,2	R10A		Plegar lateral
			G5	0,0	G5		
			T75S	4,8	T75S		
			RL2	0,0	RL2		
			R10A	6,0	R10A		
			G5	0,0	G5		
			T75S	4,8	T75S		
			RL2	0,0	RL2		
			R10A	6,0	R10A		
			G5	0,0	G5		
T75S	4,8	T75S					

Nº	Descripción	S	MI	UMT	MD	S	Descripción
6	Plegar lado corto envase		RL2	0,0	RL2		Plegar lado corto envase
			R20A	7,8	R20A		
			G5	0,0	G5		
			M4A1	3,1	M4A1		
			RL2	0,0	RL2		
			G1A	2,0	G1A		
			R10AG5	6,0	R10AG5		
			G5	0,0	G5		
			M4A1	3,1	M4A1		
			RL1	2,0	RL1		
			T90S	5,4	T90S		
			RL2	0,0	RL2		
			G1A	2,0	G1A		
			M10A1	6,1	M10A1		
7			APA	10,6	APA		Poner al lado el envase hecho
			RL1	2,0			
		S	R10A	22,1	M60A1		
				13,0	R50A		
Total UMT				238,4			

Tiempo Normal = 238,4*4/100 = 9,54 seg.

El operario que realiza el envase dispone de una mesa sobre la que coloca un taco del mismo, de tal manera que cuando se le termina, tiene que ir al palet a coger otro taco. Este elemento de frecuencia también lo vamos a estudiar aplicando MTM-1, considerando que coge 27 envases:

Nº	Descripción	S	MI	UMT	MD	S	Descripción
1	Ir al palet		SS60C2	46,1			
			SS60C2	46,1			
2	Coger un taco de envase		R10B	6,6	R10B		Coger un taco de envase
			G1B	3,5	G1B		
			M40B5	20,3	M40B5		
				2,0	RL1		
				8,5	R24A		
				2,0	G1A		
				28,7	M60B7,5		
		S	M40B5	25,5	M60B5		
3				46,1	SS60C2		Volver a la mesa
			M20B5	46,1	SS60C2	C	
					M20B5		
4	Dejar el taco en la mesa		M20B5	14,7	M20B5		Dejar el taco en la mesa
			RL1	2,0	RL1		
Total UMT				298,2			

$$\text{Tiempo Normal} = 298,2 \cdot 4 / 100 = 11,93 \text{ seg.}$$

Por tanto, el tiempo normal de realización de un envase es:

$$T_n = 9,54 + \frac{11,93}{27} = 9,98 \text{ s}$$

Para el cálculo del tiempo tipo, tenemos que incrementar el tiempo normal en los suplementos que le corresponden. Para ello, vamos a dividir las operaciones elementales necesarias para realizar un ciclo de trabajo en 2 tareas:

- (1) Hacer un envase.
- (2) Llevar un taco de envase a la mesa de trabajo.

El resultado de aplicar los suplementos a las tareas anteriores es el que se muestra en la Tabla 3.23:

	Tarea 1		Tarea 2	
	Grado	Puntos	Grado	Puntos
A. Tensión física.				
1. Fuerza media (Kg)	---	---	Mediano	20
2. Postura	Bajo	4	Bajo	4
3. Vibraciones	---	---	---	---
4. Ciclo breve	Bajo	1	---	---
5. Ropa molesta	---	---	---	---
B. Tensión mental.				
1. Concentración	Bajo	1	---	---
2. Monotonía	Mediano	5	Mediano	5
3. Tensión visual	---	---	---	---
4. Ruido	Bajo	2	Bajo	2
C. Condiciones de trabajo				
1. Temperatura/Humedad	Mediano	6	Mediano	6
2. Ventilación	---	---	---	---
3. Emanación de gases	---	---	---	---
4. Polvo	---	---	---	---
5. Suciedad	---	---	---	---
6. Presencia de agua	---	---	---	---
Total Puntos		19		37
Suplemento (%)		12		18

TABLA 3.23 Suplementos al trabajo de realización de envase de oferta.

El tiempo tipo del ciclo de trabajo se muestra en la Tabla 3.24, en la que a los suplementos calculados se les ha restado un 8.33%, según se describe en el Capítulo 2, apartado 2.3.1.1.7 “Aplicación de los suplementos”:

	Tiempo normal (segundos)	Suplementos (%)	Tiempo tipo (segundos)
Operación 1: Hacer un envase	9,54	12 - 8,33	9,89
Operación 2: Llevar un taco de envase a la mesa de trabajo	0,44	18 - 8,33	0,48
Tiempo tipo del ciclo de trabajo (segundos)			10,37

TABLA 3.24 Tiempo tipo de realización de un envase de oferta.

El número de envases que puede realizar un operario a la hora es:

$$\text{Tiempo tipo operario} = \frac{1 \text{ envase}}{10,37\text{s}} \times \frac{3600\text{s}}{1\text{h}} = 347,2 \frac{\text{envases}}{\text{h}}$$

El equivalente en docenas es:

$$\text{Tiempo tipo operario} = 347,2 \frac{\text{envases}}{\text{h}} \times 1,5 \frac{\text{doc}}{\text{envase}} = 520,8 \frac{\text{doc}}{\text{h}}$$

3.3.9.4. Mejora del puesto de trabajo

Teniendo en cuenta el funcionamiento real de la línea de producción de oferta y las variaciones implantadas en otros puestos de trabajo, se va a comprobar si la línea está equilibrada sin tener un operario designado exclusivamente para realizar esta tarea.

Dado que la capacidad de la línea son 500 docenas/hora y que el 6,5% del tiempo es improductivo por paros intermitentes de la línea, el envase requerido en doc/h es:

$$0,935 \times 500 \frac{\text{doc}}{\text{h}} = 467,5 \frac{\text{doc}}{\text{h}}$$

Del estudio del maquinista de la retractiladora se llegó a que su actividad es del 4,0% del total de su jornada laboral y se incluyó como nueva tarea realizar envase de oferta. Cediendo el 10% del tiempo a contingencias, el envase que puede realizar en doc/h es:

$$0,86 \times 520,8 \frac{\text{doc}}{\text{h}} = 447,9 \frac{\text{doc}}{\text{h}}$$

Teniendo en cuenta que el 6,5% del tiempo es improductivo por paros intermitentes de la línea y que se puede aprovechar de este tiempo un 4% para realizar envase, por parte de los 4 operarios que componen la recogida de producto, el envase que pueden realizar en doc/h es:

$$0,04 \times 4 \times 520,8 \frac{\text{doc}}{\text{h}} = 83,3 \frac{\text{doc}}{\text{h}}$$

Por último, considerando que desde que se comienza el inyectado del relleno del producto hasta que éste llega al final de la línea transcurren 14 minutos, de los cuales 11 los 4 operarios mencionados anteriormente realizan envase y que por término medio la producción de este formato dura 4,23 horas, el equivalente en doc/h de envase que se puede realizar es:

$$\frac{11}{60} \text{ h} \times 4 \times 520,8 \frac{\text{doc}}{\text{h}} \times \frac{1}{4,23 \text{ h}} = 90,3 \frac{\text{doc}}{\text{h}}$$

El envase total disponible es:

$$(447,9 + 83,3 + 90,3) \frac{\text{doc}}{\text{h}} = 621,5 \frac{\text{doc}}{\text{h}}$$

Por tanto, la línea de producción de oferta está equilibrada sin tener un operario designado exclusivamente para realizar esta tarea.

3.3.10. CARREROS

3.3.10.1. Objetivo

El objetivo básico del estudio de los carreros, consiste en establecer el tiempo tipo de las tareas que tiene que realizar y comprobar si tiene tiempos ociosos.

3.3.10.2. Funciones del puesto

Las funciones propias de este puesto de trabajo son:

- (1) Carrero de la 1ª planta:
 - (a) Acercar carros con canastas vacías a la recogida de producto de las empaquetadoras que en ese momento estén funcionando.
 - (b) Retirar los carros llenos de producto de las empaquetadoras.
 - (c) Vaciar el montacargas de carros con canastas vacías y llenarlo de carros con producto.
 - (d) Anotar en la pizarra los carros introducidos en el montacargas y el tipo de producto que llevan.
- (2) Carrero de la planta baja:
 - (a) Vaciar el montacargas de carros con producto y llenarlo de carros con canastas vacías.
 - (b) Llevar los carros con producto a la zona de expediciones.
 - (c) Llevar carros con canastas vacías de la zona de expediciones a pie de montacargas.

3.3.10.3. Estudio del puesto de trabajo: cronometraje

Como hemos mencionado anteriormente, el estudio del puesto de trabajo de carrero, va a consistir en establecer el tiempo tipo de las tareas que realiza. El método más adecuado para realizar este estudio es el cronometraje.

Comenzaremos por estudiar el trabajo del carrero de la planta baja:

3.3.10.3.1. Carrero de la planta baja

(1) Observación y anotación del método

Considerando que la capacidad del montacargas es de 5 carros, el método de trabajo que sigue es el se expone a continuación:

- (1) Vacía del montacargas los 5 carros con producto llevándolos a una zona cercana al mismo.
- (2) Introduce en el montacargas 5 carros con canastas vacías.
- (3) Lleva a la zona de expediciones los 5 carros con producto, de tal manera que cuando vuelve de llevar un carro lleno, acerca otro vacío.

(2) Mejora del método de trabajo

Para mejorar el método nos basaremos principalmente en eliminar los transportes sin carga. El nuevo método es el que se expone a continuación:

- (1) Saca carro con producto P1 del montacargas.
- (2) Saca carro con producto P2 del montacargas.
- (3) Saca carro con producto P3 del montacargas.
- (4) Mete carro vacío V1 en el montacargas.

- (5) Saca carro con producto P4 del montacargas.
- (6) Mete carro vacío V2 en el montacargas.
- (7) Saca carro con producto P5 del montacargas.
- (8) Mete carro vacío V3 en el montacargas.
- (9) Mete carro vacío V4 en el montacargas.
- (10) Mete carro vacío V5 en el montacargas.
- (11) Lleva carro P1 a expediciones.
- (12) Acerca carro vacío V6 a pie de montacargas.
- (13) Lleva carro P2 a expediciones.
- (14) Acerca carro vacío V7 a pie de montacargas.
- (15) Lleva carro P3 a expediciones.
- (16) Acerca carro vacío V8 a pie de montacargas.
- (17) Lleva carro P4 a expediciones.
- (18) Acerca carro vacío V9 a pie de montacargas.
- (19) Lleva carro P5 a expediciones.
- (20) Acerca carro vacío V10 a pie de montacargas.

(3) Toma de datos

Los datos obtenidos en tiempo (segundos) y valoración de la actividad, se muestran en la Tabla 3.25:

IMPRESO PARA EL CALCULO DEL TIEMPO TIPO

Oración: Carrero planta baja

Fecha: 26.04/2004

ELEMENTO	CICLOS															
	1			2			3			4			5			
	T	VA	T	VA	T	VA	T	VA	T	VA	T	VA	T	VA	T	
Saca carro con producto P1 del montacargas	34	60	17	105	20	100	20	100	20	100	20	100	20	100		
Saca carro con producto P2 del montacargas	34	60	36	55	34	60	34	60	19	105						
Saca carro con producto P3 del montacargas	34	55	35	50	35	60	35	60	27	80						
Mete carro vacío V1 en el montacargas	31	65	23	90	22	90	22	90	22	90						
Saca carro con producto P4 del montacargas	18	105	17	105	19	100	19	100	19	100						
Mete carro vacío V2 en el montacargas	19	100	19	95	23	90	23	90	23	95						
Saca carro con producto P5 del montacargas	21	90	20	95	19	95	19	95	20	100						
Mete carro vacío V3 en el montacargas	32	65	19	100	25	85	23	95	23	95						
Mete carro vacío V4 en el montacargas	28	75	25	85	19	100	24	85	24	85						
Mete carro vacío V5 en el montacargas	26	80	32	65	19	100	28	75	28	75						
Lleva carro P1 a expediciones	56	95	74	70	45	105	47	105	45	105	45	105	45	105	46	48
Acerca carro vacío V6 a pie de montacargas	63	75	46	95	45	100	45	100	45	105	45	105	45	105	48	48
Lleva carro P2 a expediciones	63	80	55	85	54	95	56	85	56	85	56	85	56	85	59	59
Acerca carro vacío V7 a pie de montacargas	53	85	49	85	46	95	48	95	48	95	48	95	48	95	58	58
Lleva carro P3 a expediciones	56	85	52	95	52	90	64	80	64	80	53	53	53	53	53	53
Acerca carro vacío V8 a pie de montacargas	46	100	48	90	50	90	49	90	49	90	49	90	49	90	49	49
Lleva carro P4 a expediciones	56	85	54	90	54	95	50	100	50	100	55	55	55	55	55	55
Acerca carro vacío V9 a pie de montacargas	44	100	50	85	60	80	49	80	60	80	49	49	49	49	49	49
Lleva carro P5 a expediciones	53	90	72	65	67	75	50	50	67	75	50	50	50	50	50	50
Acerca carro vacío V10 a pie de montacargas	48	90	44	100	53	85	48	85	53	85	48	48	48	48	48	48

TABLA 3.25 Toma de datos del carrero de la planta baja.

(4) Número de observaciones a realizar

Para un nivel de confianza del 95% y una precisión del 5%, el procedimiento de cálculo que utilizaremos es el descrito en el apartado 2.3.1.1.5 “Número de observaciones a realizar”.

Si bien el método descrito y la toma de datos se ha realizado en base a 20 operaciones elementales, a efectos de cálculo del tiempo tipo, vamos a agrupar las operaciones que son idénticas. Tenemos:

- (1) Saca carro con producto del montacargas: operaciones 1, 2, 3, 5 y 7.
- (2) Mete carro vacío en el montacargas: operaciones 4, 6, 8, 9 y 10.
- (3) Lleva carro con producto a expediciones: operaciones 11, 13, 15, 17 y 19.
- (4) Acerca carro vacío a pie de montacargas: operaciones 12, 14, 16, 18 y 20.

El número de observaciones a realizar es:

Operación 1: Saca carro con producto del montacargas:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.26:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
34	60	20,4	1,7	2,3	19,3	7
34	60	20,4				
34	55	18,7				
18	105	18,9				
21	90	18,9	1,9			
17	105	17,9				
36	55	19,8				
35	55	19,3				
17	105	17,9	2,5			
20	95	19,0				
20	100	20,0				
34	60	20,4				
35	60	21,0	2,9			
19	100	19,0				
19	95	18,1				
20	100	20,0				

TABLA 3.26 Número de observaciones operación 1.

Operación 2: Mete carro vacío en el montacargas:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.27:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
31	65	20,2	2,0	2,1	20,1	6
19	100	19,0				
32	65	20,8				
28	75	21,0				
26	80	20,8	2,7			
23	90	20,7				
19	95	18,1				
19	100	19,0				
25	85	21,3	1,5			
32	65	20,8				
22	90	19,8				
23	90	20,7				
25	85	21,3	2,3			
19	100	19,0				
19	100	19,0				
22	90	19,8				

TABLA 3.27 Número de observaciones operación 2.

Operación 3: Lleva carro con producto a expediciones:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.28:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
56	95	53,2	5,6	4,9	49,0	5
63	80	50,4				
56	85	47,6				
56	85	47,6				
53	90	47,7	5,0			
74	70	51,8				
55	85	46,8				
52	95	49,4				
54	90	48,6	4,5			
72	65	46,8				
45	105	47,3				
54	95	51,3				
52	90	46,8	4,5			
54	95	51,3				
47	105	49,4				
56	85	47,6				

TABLA 3.28 Número de observaciones operación 3.

Operación 4: Acerca carro vacío a pie de montacargas:

El cálculo se ha realizado con la Tabla 3.29:

T	VA	Tn	R	Rm	X	N
63	75	47,3	3,3	2,8	44,5	2
53	85	45,1				
46	100	46,0				
44	100	44,0				
48	90	43,2	2,0			
46	95	43,7				
49	85	41,7				
48	90	43,2				
50	85	42,5	2,5			
44	100	44,0				
45	100	45,0				
46	95	43,7				
50	90	45,0	3,2			
45	105	47,3				
48	95	45,6				
49	90	44,1				

TABLA 3.29 Número de observaciones operación 4.

(5) Cálculo del tiempo normal

A continuación calcularemos el tiempo normal de cada una de las operaciones de las que consta el trabajo del carrero de la planta baja:

Operación 1: Saca carro con producto del montacargas:

El cálculo se ha realizado utilizando el método triángulo-hipérbola según se muestra en la Tabla 3.30:

EMPRESA: Sevillana de Expansión, S.A.		RECUENTO DE DATOS					Estudio nº: 2								
Puesto de trabajo: Carrero planta baja: operación 1.		Cronometrador: Juan Antonio Salamanca			Fecha: 30/04/2004		Hoja nº: 1								
Nº	T	Frecuencia					0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4
1															
17	I I	Tn = 19,1 x 1,01 = 19,3													
18	I														
19	I I I I I														
20	I I I I I														
21	I														
22															
23															
24															
25															
26		Tn = 27 x 0,8 = 21,6													
27	I														
28															
29															
30															
31															
32		Tn = 34,6 x 0,58 = 20,1													
33															
34	I I I I I														
35	I I I I I														
36	I														
		TN = ((19,3 * 12) + (21,6 * 1) + (20,1 * 7)) / (12 + 1 + 7) = 19,7													

TABLA 3.30 Tiempo normal de la operación 1.

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{36}{17} = 2,12$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{105}{55} = 1,91$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{2,12}{1,91} = 1,11 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

Operación 2: Mete carro vacío en el montacargas:

El cálculo se ha realizado utilizando el método triángulo-hipérbola según se muestra en la Tabla 3.31:

EMPRESA: Sevillana de Expansión, S.A.		RECUESTO DE DATOS					Estudio nº: 2								
Puesto de trabajo: Carrero planta baja: operación 2.		Cronometrador: Juan Antonio Salamanca			Fecha: 30/04/2004		Hoja nº: 2								
Nº	T	Frecuencia					0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4
2															
19	I I I I I	Tn = 19,0 x 1,00 = 19,0								I	IIII				
20															
21															
22	I I I I I	Tn = 24,1 x 0,89 = 21,4								II					
23	I I I I I									II	II				
24	I I I I I								I						
25	I I I I I														
26															
27															
28	I I I I I	Tn = 28,0 x 0,75 = 21,0							II						
29															
30		Tn = 32,0 x 0,65 = 20,8													
31	I I I I I														
32	I I I I I														
		TN = ((19,0 * 5) + (21,4 * 10) + (21,0 * 2) + (20,8 * 3)) / (5 + 10 + 2 + 3) = 20,7													

TABLA 3.31 Tiempo normal de la operación 2.

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{32}{19} = 1,68$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{100}{65} = 1,54$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,68}{1,54} = 1,09 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

Operación 3: Lleva carro con producto a expediciones:

El cálculo se ha realizado utilizando el método triángulo de tiempos normales según se muestra en la Tabla 3.32:

EMPRESA: Sevillana de Expansión, S.A.		RECuento DE DATOS					Estudio nº: 2								
Puesto de trabajo: Carrero planta baja: operación 3.		Cronometrador: Juan Antonio Salamanca			Fecha: 30/04/2004		Hoja nº: 3								
Nº	T	Frecuencia					0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4
1															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															

TABLA 3.32 Tiempo normal de la operación 3.

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{74}{45} = 1,64$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{105}{65} = 1,62$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,64}{1,62} = 1,02 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

Operación 4: Acerca carro vacío a pie de montacargas:

El cálculo se ha realizado utilizando el método triángulo de tiempos normales según se muestra en la Tabla 3.33:

EMPRESA: Sevillana de Expansión, S.A.			RECuento DE DATOS						Estudio nº: 2					
Puesto de trabajo: Carrero planta baja: operación 4.			Cronometrador: Juan Antonio Salamanca			Fecha: 30/04/2004			Hoja nº: 4					
Nº	T	Frecuencia	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4			
1														
	42													
	43													
	44													
	45													
	46		Tn = 45,2											
	47													
	48													

TABLA 3.33 Tiempo normal de la operación 4.

Comprobación de los resultados:

$$r_t = \frac{T_o \text{ máximo}}{T_o \text{ mínimo}} = \frac{63}{44} = 1,43$$

$$r_a = \frac{VA_o \text{ máxima}}{VA_o \text{ mínima}} = \frac{105}{75} = 1,40$$

$$R = \frac{r_t}{r_a} = \frac{1,43}{1,40} = 1,02 \leq 1,5$$

Se puede considerar aceptable la proporción.

(6) Cálculo del tiempo tipo

Para el cálculo del tiempo tipo, tenemos que incrementar el tiempo normal en los suplementos que le corresponden.

El resultado de aplicar los suplementos a las operaciones anteriormente definidas, es el que se muestra en la Tabla 3.34:

	Operación 1		Operación 2		Operación 3		Operación 4	
	Grado	Puntos	Grado	Puntos	Grado	Puntos	Grado	Puntos
A. Tensión física.								
1. Fuerza media (Kg)	Mediano	36	Mediano	12	Mediano	46	Mediano	12
2. Postura	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6
3. Vibraciones	---	---	---	---	---	---	---	---
4. Ciclo breve	---	---	---	---	---	---	---	---
5. Ropa molesta	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2
B. Tensión mental.								
1. Concentración	Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1
2. Monotonía	---	---	---	---	---	---	---	---
3. Tensión visual	---	---	---	---	---	---	---	---
4. Ruido	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2
C. Condiciones de trabajo								
1. Temperatura/Humedad	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6
2. Ventilación	---	---	---	---	---	---	---	---
3. Emanación de gases	---	---	---	---	---	---	---	---
4. Polvo	---	---	---	---	---	---	---	---
5. Suciedad	---	---	---	---	---	---	---	---
6. Presencia de agua	---	---	---	---	---	---	---	---
Total Puntos		53		29		63		29
Suplemento (%)		26		15		32		15

TABLA 3.34 Suplementos al trabajo del carrero de la planta baja.

El tiempo tipo del ciclo de trabajo se muestra en la Tabla 3.35, en la que a los suplementos calculados se les ha restado un 8.33%, según se describe en el Capítulo 2, apartado 2.3.1.1.7 “Aplicación de los suplementos”:

	Tiempo normal (minutos)	Suplementos (%)	Tiempo tipo (minutos)
Operación 1: Sacar carro con producto del montacargas	$0,33 * 5 = 1,64$	26 - 8,33	1,93
Operación 2: Meter carro vacío en el montacargas	$0,35 * 5 = 1,73$	15 - 8,33	1,85
Operación 3: Llevar carro con producto a Expediciones	$0,83 * 5 = 4,13$	32 - 8,33	5,11
Operación 4: Acercar carro vacío a pie de montacargas	$0,75 * 5 = 3,77$	15 - 8,33	4,02
Tiempo tipo del ciclo de trabajo (minutos)			12,91

TABLA 3.35 Tiempo tipo del ciclo de trabajo del carrero de la planta baja.

3.3.10.3.2. Carrero de la primera planta

(1) Observación y anotación del método

Considerando que la capacidad del montacargas es de 5 carros, el método de trabajo que sigue es el se expone a continuación:

- (1) Saca del montacargas los 5 carros vacíos llevándolos a la zona designada para ellos.
- (2) Introduce en el montacargas 5 carros con producto.
- (3) Lleva a las empaquetadoras los 5 carros vacíos, de tal manera que cuando vuelve deja 5 carros con producto a pie del montacargas.

(2) Mejora del método de trabajo

Para mejorar el método nos basaremos principalmente en eliminar los transportes sin carga. El nuevo método es el que se expone a continuación:

- (1) Saca carro vacío V1 del montacargas.
- (2) Saca carro vacío V2 del montacargas.
- (3) Saca carro vacío V3 del montacargas.
- (4) Mete carro con producto P1 en el montacargas.

- (5) Saca carro vacío V4 del montacargas.
- (6) Mete carro con producto P2 en el montacargas.
- (7) Saca carro vacío V5 del montacargas.
- (8) Mete carro con producto P3 en el montacargas.
- (9) Mete carro con producto P4 en el montacargas.
- (10) Mete carro con producto P5 en el montacargas.
- (11) Lleva carro V1 a empaquetadora.
- (12) Acerca carro con producto P6 a pie de montacargas.
- (13) Lleva carro V2 a empaquetadora.
- (14) Acerca carro con producto P7 a pie de montacargas.
- (15) Lleva carro V3 a empaquetadora.
- (16) Acerca carro con producto P8 a pie de montacargas.
- (17) Lleva carro V4 a empaquetadora.
- (18) Acerca carro con producto P9 a pie de montacargas.
- (19) Lleva carro V5 a empaquetadora.
- (20) Acerca carro con producto P10 a pie de montacargas.

Estas 20 operaciones elementales, a efectos de cálculo del tiempo tipo, las vamos a agrupar, considerando las que son idénticas. Tenemos:

- (1) Saca carro vacío del montacargas: operaciones 1, 2, 3, 5 y 7.
- (2) Mete carro con producto en el montacargas: operaciones 4, 6, 8, 9 y 10.
- (3) Lleva carro vacío a empaquetadora: operaciones 11, 13, 15, 17 y 19.
- (4) Acerca carro con producto a pie de montacargas: operaciones 12, 14, 16, 18 y 20.

(3) Cálculo del tiempo normal

Para el cálculo del tiempo normal de las operaciones que realiza el carrero de la primera planta no se va a cronometrar ya que, al ser dichas operaciones iguales a las del carrero de la planta baja, los tiempos normales son proporcionales a los recorridos. El cálculo se muestra en las Tabla 3.36, Tabla 3.37, Tabla 3.38 y Tabla 3.39:

	Carrero planta baja Operación 4			Carrero primera planta Operación 1	
	Recorrido (m)	Tn (min)	Tn / R (min /m)	Recorrido (m)	Tn (min)
Con carga	156,50	2,13	0,013610	37,10	0,50
Andando	123,20	1,64	0,013333	35,00	0,47
Tn Operación 1 = 0,50 + 0,47 = 0,97 min					

TABLA 3.36 Tiempo normal de la operación 1.

	Carrero planta baja Operación 3			Carrero primera planta Operación 2	
	Recorrido (m)	Tn (min)	Tn / R (min /m)	Recorrido (m)	Tn (min)
Con carga	270,40	4,13	0,015274	62,50	0,95
Andando	---	---	---	---	---
Tn Operación 2 = 0,95 min					

TABLA 3.37 Tiempo normal de la operación 2.

	Carrero planta baja Operación 2			Carrero primera planta Operación 3	
	Recorrido (m)	Tn (min)	Tn / R (min /m)	Recorrido (m)	Tn (min)
Con carga	49,26	1,31	0,026594	48,50	1,29
Andando	31,87	0,42	0,013333	19,40	0,26
Tn Operación 3 = 1,29 + 0,26 = 1,55 min					

TABLA 3.38 Tiempo normal de la operación 3.

	Carrero planta baja Operación 1			Carrero primera planta Operación 4	
	Recorrido (m)	Tn (min)	Tn / R (min /m)	Recorrido (m)	Tn (min)
Con carga	69,75	1,27	0,018745	33,00	0,62
Andando	27,90	0,37	0,013333	27,30	0,36
Tn Operación 4 = 0,62 + 0,36 = 0,98 min					

TABLA 3.39 Tiempo normal de la operación 4.

(4) Cálculo del tiempo tipo

Para el cálculo del tiempo tipo, tenemos que incrementar el tiempo normal en los suplementos que le corresponden.

El resultado de aplicar los suplementos a las operaciones anteriormente definidas, es el que se muestra en la Tabla 3.40:

	Operación 1		Operación 2		Operación 3		Operación 4	
	Grado	Puntos	Grado	Puntos	Grado	Puntos	Grado	Puntos
A. Tensión física.								
1. Fuerza media (Kg)	Mediano	10	Mediano	46	Mediano	16	Mediano	33
2. Postura	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6
3. Vibraciones	---	---	---	---	---	---	---	---
4. Ciclo breve	---	---	---	---	---	---	---	---
5. Ropa molesta	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2
B. Tensión mental.								
1. Concentración	Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1
2. Monotonía	---	---	---	---	---	---	---	---
3. Tensión visual	---	---	---	---	---	---	---	---
4. Ruido	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2	Bajo	2
C. Condiciones de trabajo								
1. Temperatura/Humedad	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6	Mediano	6
2. Ventilación	---	---	---	---	---	---	---	---
3. Emanación de gases	---	---	---	---	---	---	---	---
4. Polvo	---	---	---	---	---	---	---	---
5. Suciedad	---	---	---	---	---	---	---	---
6. Presencia de agua	---	---	---	---	---	---	---	---
Total Puntos		27		63		33		50
Suplemento (%)		14		32		16		24

TABLA 3.40 Suplementos al trabajo del carrero de la primera planta.

El tiempo tipo del ciclo de trabajo se muestra en la Tabla 3.41, en la que a los suplementos calculados se les ha restado un 8.33%, según se describe en el Capítulo 2, apartado 2.3.1.1.7 “Aplicación de los suplementos”:

	Tiempo normal (minutos)	Suplementos (%)	Tiempo tipo (minutos)
Operación 1: Sacar carro vacío del montacargas	0,97	14 - 8,33	1,02
Operación 2: Meter carro con producto en el montacargas	0,95	32 - 8,33	1,17
Operación 3: Llevar carro vacío a empaquetadora	1,55	16 - 8,33	1,67
Operación 4: Acercar carro con producto a pie de montacargas	0,98	24 - 8,33	1,13
Tiempo tipo del ciclo de trabajo (minutos)			4,99

TABLA 3.41 Tiempo tipo del ciclo de trabajo del carrero de la primera planta.

3.3.10.4. Mejora del puesto de trabajo

Teniendo en cuenta que la capacidad máxima de la línea de producción es de 12 carros/hora y que en el montacargas caben 5 carros, el número de ciclos de trabajo que requiere la línea es:

$$\frac{12 \frac{\text{carros}}{\text{hora}}}{5 \frac{\text{carros}}{\text{ciclo}}} = 2,4 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

Si contáramos con un carrero en lugar de dos, el número de ciclos que podría realizar a la hora sería:

$$\frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}}{(12,91 + 4,99) \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}} = 3,35 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

Por tanto, para tener la línea equilibrada, es suficiente con tener un solo carrero.

3.4. ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA

Tras el análisis del funcionamiento de la línea de producción, queda patente que el cuello de botella de la misma es el empaquetado de producto, debido a paradas intermitentes y a averías. Inicialmente, vamos a realizar un estudio de la fiabilidad de las empaquetadoras, para detectar las causas de las paradas sin averías y poder corregirlas. En última instancia, trataremos de enfocar los registros de producción hacia un control del estado de la maquinaria, para

facilitar el trabajo y ayudar al Departamento de Mantenimiento de la Empresa así como para mejorar la fiabilidad y la productividad de la línea.

3.4.1. FUNCIONAMIENTO DE LAS EMPAQUETADORAS

El estudio del funcionamiento de las empaquetadoras lo centraremos en cuantificar el número de paradas que se producen por fallos sin averías así como el motivo de dichas paradas.

Para ello utilizaremos el cronometraje en continuo en el que se diferenciará el tiempo, en porcentaje respecto al total, que está una determinada empaquetadora en funcionamiento y el que está parada por algún fallo, sin incluir en ningún caso paradas por avería. El error en la medida de cronometraje en continuo es inferior a 1,25 segundos.

El resumen de los datos obtenidos del estudio se muestra en la Tabla 3.42:

Fecha	01/03/04	01/03/04	02/03/04	04/03/04	04/03/04
Empaquetadora	2	4	4	2	4
Tiempo de cronometraje en continuo (minutos)	59	30	24,45	25,67	27,2
1 No hay producto en desmoldeador	3,84%	-----	0,20%	-----	6,00%
2 Atranche de bandejas en desmoldeador	0,40%	-----	13,16%	-----	-----
3 Copa vacía	-----	-----	-----	-----	-----
4 Atasco de producto en entrada de detector	6,38%	-----	0,89%	-----	2,63%
5 Atasco en robot coloca chapa	0,71%	2,90%	-----	8,05%	-----
6 Envoltorio roto en puente de metacrilato	1,02%	-----	5,25%	1,10%	-----
7 Fallo en cambio de bobina	2,63%	12,61%	-----	-----	-----
8 Atasco de bandejas en E/S de desmoldeador	0,31%	-----	1,57%	-----	-----
9 Envoltorio abierto en rulinas	-----	2,27%	-----	-----	-----
10 Ajuste de mordazas	0,23%	-----	-----	-----	-----
11 Fallo robot desmoldeador; ciclo parado	-----	-----	-----	-----	2,02%
Nª total de paradas	32	9	6	4	9
Porcentaje de marcha	84,49	75,56	78,94	86,95	89,34
Porcentaje de paro sin avería	15,51	25,44	21,06	13,05	10,66
Porcentaje total de marcha	83,54%				
Porcentaje total de paro sin avería	16,46%				
Nº de paradas sin avería/hora	21,65				

TABLA 3.42 Toma de datos de las empaquetadoras en marzo del 2004.

Tras mostrar este estudio a la Dirección de la Empresa, éste se remite al Departamento de Mantenimiento para que su personal se centre en minimizar los fallos mostrados.

Un mes después, vuelvo a realizar el mismo estudio. El resumen de los datos obtenidos se muestra en la Tabla 3.43:

Fecha	30/03/04	31/03/04	01/04/04	02/04/04	02/04/04
Empaquetadora	4	2	2	2	3
Tiempo de cronometraje en continuo (minutos)	24,37	30	56,17	38,47	58
1 No hay producto en desmoldeador	-----	0,94%	0,74%	-----	0,14%
2 Atranche de bandejas en desmoldeador	7,66%	-----	3,77%	-----	-----
3 Copa vacía	-----	-----	-----	-----	-----
4 Atasco de producto en entrada de detector	-----	-----	-----	-----	0,72%
5 Atasco en robot coloca chapa	-----	-----	0,53%	2,47%	1,78%
6 Envoltorio roto en puente de metacrilato	-----	-----	-----	-----	-----
7 Fallo en cambio de bobina	-----	-----	-----	-----	-----
8 Atasco de bandejas en E/S de desmoldeador	-----	-----	3,26%	1,52%	2,67%
9 Envoltorio abierto en rulinas	-----	-----	-----	-----	-----
10 Ajuste de mordazas	-----	-----	-----	-----	-----
11 Fallo robot desmoldeador; ciclo parado	-----	3,61%	-----	-----	-----
Nª total de paradas	1	2	8	5	10
Porcentaje de marcha	92,34	95,44	91,69	96,01	94,68
Porcentaje de paro sin avería	7,66	4,56	8,31	3,99	5,32
Porcentaje total de marcha	93,95%				
Porcentaje total de paro sin avería	6,05%				
Nº de paradas sin avería/hora	7,54				

TABLA 3.43 Toma de datos de las empaquetadoras en abril del 2004.

Comparando ambos estudios se observa que la productividad de las empaquetadoras a aumentado un 10,41% y que el número de paradas por fallos sin avería se ha reducido a un 34.83% del inicial.

La continuación de estos estudios se sale fuera del propósito del presente proyecto pero se deja una línea de análisis abierta para la mejora de fiabilidad de las empaquetadoras y, por tanto, de la productividad de la línea.

3.4.2. CONTROL DEL ESTADO DE LA MAQUINARIA

Para realizar un control del estado de la maquinaria, nos centraremos en primer lugar en la línea completa y en segundo lugar en la zona del empaquetado,

ya que esta última es la más compleja y la que representa el cuello de botella de la línea de producción.

3.4.2.1. Control de operación y incidencias de la línea

El principal registro que rellena el Responsable de Línea (ver Fig.3.6) se refiere a la operación de la línea de producción; en él se anotan las horas de inicio y final de funcionamiento de las distintas zonas que componen la línea, así como los tiempos de paro y los motivos de los mismos.

Se propone la sustitución del registro tradicionalmente usado por el que se muestra en la Fig.3.7, ya que presenta las siguientes ventajas frente al anterior:

- (a) Al ser gráfico, es más intuitivo y fácil de entender.
- (b) Muestra de forma precisa el tiempo improductivo por averías — desglosándolo por elementos principales de la línea—, el total y el equivalente a operarios/hora.
- (c) Facilita generar un histórico de averías y, en consecuencia, ajustar el mantenimiento preventivo.
- (d) Exige una menor dedicación por parte de los Responsables de Línea, ya que requiere menos tiempo para rellenarse e incluso pueden hacerlo los Oficiales de 1ª.

Además se ha generado otro registro (ver Fig.3.8), el cual se propone que sea colocado de forma visible en el despacho de la línea. Este registro muestra el histórico de las incidencias del mes en curso y del anterior, de tal manera que se puede hacer un seguimiento de las incidencias ocurridas y su repetitividad. Este registro está concebido, por un lado, para estrechar la colaboración y el trabajo en equipo entre los Departamentos de Producción y de Mantenimiento de la Empresa

BOLLYCAO					TURNO:	FECHA:
AMASADO - FORMADO			Nº OPERARIOS =	FALTAS =		
PRODUCTO ACTIVIDAD	H INICIO	H FINAL	Nº MAQUINAS	DOCENAS	OBSERVACIONES	
200 235 955 547 (547) Pasta	Bf	05'15	07'05	1	200x17=2400	PARADA DE 10 min. EN CAUSA FERRENTACION
	Df	07'35	08:00	1	Relivo	Por arranque de bandeja (saltan los terricos)
	Df	08:00	09:12	1	200x12=1440 WC.	PERO NO LAS ALARHAS
	Df	09:40	11:25	1	200x12=2400 Finc.	6º OPERARIO A BOILERIA (*) SE OPERAN LAS ASESAS
EMPAQUETADO- RECOGIDA-INYECTADO			Nº OPERARIOS=	FALTAS=		
	BBG	08:20	08:20	FUNC1		ATRASQUE DE TAP.
	BOUFG	08:30	08:50	FUNC2		Tira muchos Bolly el detector
India	BOUY4R	08:30	08:33	FUNC4		No corta los murdones.
	BBG	08:45	09:55	FUNC1		WC.
	BOUFG	09:00	09:55	FUNC2		WC.
	BOUYG	08:38	09:55	FUNC3		WC.
	BBG	10:08	12:15	FUNC1		Comida. (al partir 2:05 se sigue de conector)
	BOUFG	10:08	10:45	FUNC2		Finc.
	BOUYG	10:08	12:15	FUNC3		Comida.
EMPAQUETADO BOLLYCAO - 4			Nº OPERARIOS=	FALTAS=		
India	BOUY4Roj	10:50	12:15	FUNC4		Fincal Bouy4 Rojo y Comida.
	Bouy4Roj	12:35	12:37	FUNC2		Fallo repetiva s/p n° 165257 A.
	Bouy4Roj	12:35	13:30	FUNC3		Fallo Robot. 3-4 s/p n° 165258 A.
BANADO BOLLYCAO BOMBON			Nº OPERARIOS=	FALTAS=		
Carab	BBG	12:35	12:40	ATAJAZA		Finc.
	BOUY6 Rojo	14:30	14:30	FUNC3		Fallo repetiva s/p n° 162259 A.
	Indiana Bombon	12:55	13:40	FUNC4		Fallo Robot. 3-4 s/p n° 165258 A.
	BOUY6 Rojo	13:59	14:15	FUNC3	WC.	Robot solo trabaja 1 maquina (la n°3)
EMPAQUETADO BOLLYCAO BOMBON			Nº OPERARIOS=	FALTAS=		
	Indiana Bombon	13:50	14:15	FUNC4	WC.	Se vuelve en la mesa de trabajo manualmente.
	Indiana Bombon	14:35	15:25	FUNC4	Finc.	sigue trabajando manual. (se vuelca dejas)
EMPAQUETADO BOLLYCAO-4 BOMBON			Nº OPERARIOS=	FALTAS=		
	Roj 4.	10:45	12:15	Bouy.4.		Fincal y comida de cambio a Bouy4.
	Bouy4	12:35	15:26	Bouy4		Fincal Bouy4.
	Bouy6 Rojo	15:25	15:55	FUNC2		Fincal
EMPAQUETADO MIX-3			Nº OPERARIOS=	FALTAS=		
	Bouy6 Rojo	15:52	15:55	FUNC4		Fincal
	Bouy6 Rojo	15:10	15:25	FUNC3	300ccmas.	Repetiva se introduce manual
RESPONSABLE			FIRMA:			

FIGURA 3.6 Control de operación e incidencias tradicional.

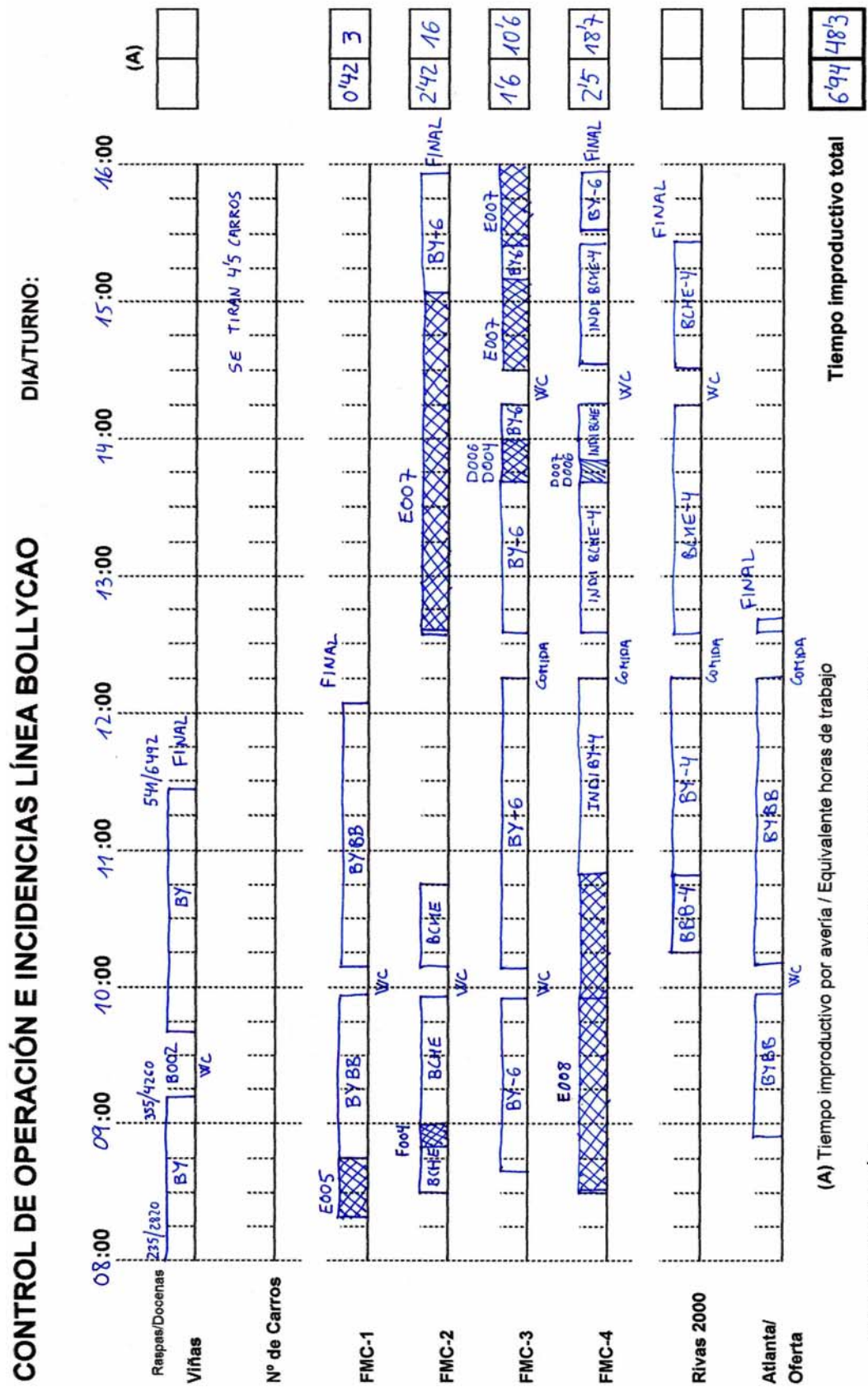


FIGURA 3.7 Control de operación e incidencias propuesto. Anverso.

<p>A-Amasado: A001: Silo no funciona; se usa harina de saco. A002: Silo no funciona y no hay disponible harina de saco. A003: Sistema CO2 no funciona. A004:</p>	<p>B-Viñas: B001: No funciona. B002: Hueco para no acumular carros. B003: B004:</p>	<p>G-Línea Continua: C001: Corte de fluido eléctrico. C002: Atrancue empujador entrada C. de Fermentación. C003: C. de Fermentación no funciona. C004:</p>
<p>D-Desmoldeo: D001: Una oruga de transporte se ha salido de su guía. D002: Una oruga de transporte se ha roto. D003: Un tramo de transporte no funciona. D004: Desmoldeador no funciona. D005: Desmoldeador no funciona para FMC-1 o FMC-3. D006: Desmoldeador no funciona para FMC-2 o FMC-4. D007: Se trabaja manualmente de producto de bandejas. D008:</p>	<p>E-FMC: E001: No funciona. E002: No inyecta. E003: No inyecta por agujas atascadas. E004: Cepillo no funciona. E005: Atrancue de cangiliones pequeños. E006: Se ha roto una paleta del molinillo. E007: Robot coloca-chapa falla mucho. E008: No cortan las mordazas. E009:</p>	<p>F-Detectores: F001: No detecta. F002: Detecta pero no expulsa. F003: Expulsa pero no el producto detectado. F004: Detecta y expulsa casi todo el producto. F005: No funciona. F006: Cinta de transporte no funciona. F007: Cinta de transporte muy deteriorada. F008:</p>
<p>G-Otros: G001:</p>		
<p>OBSERVACIONES/INCIDENCIAS: Se cede 1 operario a Bollería de 06:30 hasta que finaliza su turno (13:15).</p>		

FIGURA 3.7 Control de operación e incidencias propuesto. Reverso.

CONTROL MENSUAL DE INCIDENCIAS LINEA BOLLYCAO **MES/AÑO:**

DÍA	A-AMASADO										B-FORMADORA DE PRODUCTO												
	A001	A002	A003	A004	A005	A006	A007	A008	A009	A010	A011	B001	B002	B003	B004	B005	B006	B007	B008	B009	E010	B011	
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							
31																							
TOTAL																							

FIGURA 3.8 Control mensual de incidencias.

y, por otro, para que prácticamente no suponga trabajo adicional por parte del Responsable de Línea.

3.4.2.2. Control del arranque del empaquetado

Dadas las características del producto que se fabrica, la limpieza de la línea es diaria y, por tanto, todos los días se empieza de cero. Para asegurar que toda zona de empaquetado funcione correctamente al inicio del día productivo, se ha creado el registro que se muestra en la Fig.3.9.

Este registro lo recogen los Oficiales de 1ª al iniciar su jornada y lo van rellenando según van revisando y preparando las empaquetadoras. Cuando detectan alguna anomalía, al margen de rellenar la casilla “NO OK”, la anotan en la parte posterior del registro, generan el parte de avería correspondiente, lo comunican al Dpto. de Mantenimiento e informan al Responsable de Línea.

Una vez solucionada la incidencia, marcan la casilla “OK”.

<u>CHECK LIST ARRANQUE EMPAQUETADO LINEA BOLLYCAO</u>		FECHA:	
		OK	NO OK
1.- Funcionamiento cintas desmoldeo:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.- Funcionamiento desmoldeador 1-2 con bandejas vacías:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.- Funcionamiento desmoldeador 3-4 con bandejas vacías:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.- Funcionamiento empaquetadoras en vacío:			
FMC-1: para bañadora		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
para cabeza		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atlanta		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rivas 2000		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.- Funcionamiento inyectoras (probar al menos 2 ciclos con un bollo):			
FMC-1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.- Funcionamiento detectores de metal sin producto:			
FMC-1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atlanta		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.- Funcionamiento fechadores:			
FMC-1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atlanta		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rivas 2000		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.- Corte y soldadura de mordazas y rulinas:			
FMC-1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMC-4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atlanta		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rivas 2000		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.- Funcionamiento cintas línea Atlanta/Oferata:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.- Funcionamiento bañadora (mallas, cortina, suela, ventilador, temperatura, etc.): ...		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.- Temperatura túnel de frío:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Firma Oficiales de 1º:

VºBº Responsable de Línea:

FIGURA 3.9 Check list arranque empaquetado.

3.5. ESTUDIO ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS

3.5.1. AHORRO GENERADO

Vamos a cuantificar el ahorro generado en función del nuevo reparto, incremento, decremento, etc., de funciones de los puestos de trabajo estudiados, así como de la supresión de los mismos (véase el aprovechamiento de tiempo de mejora en cada uno de los puestos de trabajo).

(1) Amasador

El ahorro anual generado con las nuevas funciones del amasador es:

$$0,108 \times 7,33 \frac{\text{h}}{\text{jornada}} \times 298 \frac{\text{jornada}}{\text{año}} \times 15 \frac{\text{euros}}{\text{h}} = 3539 \text{ €/año}$$

(2) Preparador

El ahorro anual generado con las nuevas funciones del preparador es:

$$0,45 \times 7,33 \frac{\text{h}}{\text{jornada}} \times 298 \frac{\text{jornada}}{\text{año}} \times 15 \frac{\text{euros}}{\text{h}} = 14840 \text{ €/año}$$

(3) Maquinista de la formadora de producto

El ahorro anual generado con las nuevas funciones del maquinista de la formadora de producto es:

$$0,15 \times 7,33 \frac{\text{h}}{\text{jornada}} \times 298 \frac{\text{jornada}}{\text{año}} \times 15 \frac{\text{euros}}{\text{h}} = 4915 \text{ €/año}$$

(4) Supervisor de producto formado

La supresión de este puesto de trabajo supone un ahorro anual:

$$1,0 \times 7,33 \frac{\text{h}}{\text{jornada}} \times 298 \frac{\text{jornada}}{\text{año}} \times 15 \frac{\text{euros}}{\text{h}} = 32765 \text{ €/año}$$

(5) Hornero

El ahorro anual generado con las nuevas funciones del hornero de producto es:

$$0,674 \times 7,33 \frac{\text{h}}{\text{jornada}} \times 298 \frac{\text{jornada}}{\text{año}} \times 15 \frac{\text{euros}}{\text{h}} = 22084 \text{ €/año}$$

(6) Supervisor producto desmoldeado

La supresión de este puesto de trabajo supone un ahorro anual:

$$1,0 \times 7,33 \frac{\text{h}}{\text{jornada}} \times 298 \frac{\text{jornada}}{\text{año}} \times 15 \frac{\text{euros}}{\text{h}} = 32765 \text{ €/año}$$

(7) Envase oferta

La supresión de este puesto de trabajo supone un ahorro anual:

$$1,0 \times 2,82 \frac{\text{h}}{\text{jornada}} \times 298 \frac{\text{jornada}}{\text{año}} \times 15 \frac{\text{euros}}{\text{h}} = 12605 \text{ €/año}$$

(8) Recogida de producto en envase de oferta

La supresión de uno de los tres puestos de recogida de producto en envase de oferta supone un ahorro anual:

$$1,0 \times 2,82 \frac{\text{h}}{\text{jornada}} \times 298 \frac{\text{jornada}}{\text{año}} \times 15 \frac{\text{euros}}{\text{h}} = 12605 \text{ €/año}$$

(9) Carreros

La supresión de uno de los dos carreros supone un ahorro anual:

$$1,0 \times 7,33 \frac{\text{h}}{\text{jornada}} \times 298 \frac{\text{jornada}}{\text{año}} \times 15 \frac{\text{euros}}{\text{h}} = 32765 \text{ €/año}$$

3.5.2. INVERSIONES NECESARIAS

(1) Preparador

Nuevo bote de 2000 ml: 20 €

(2) Supervisor producto desmoldeado

Útil para la limpieza de la inyectora: 900 €

Programa de lavado y accesorios eléctricos: 1200 €

3.5.3. AHORRO NETO

El ahorro neto correspondiente al ahorro bruto menos las inversiones es:

$$\text{Ahorro Neto} = 168883 - 2120 = 166763 \text{ €/año}$$

Como se puede observar, la inversión es prácticamente despreciable frente a las mejoras en un año.

Bibliografía

- [AMTME01] *Manual MTM 1.*
Asociación MTM Española. Edición 2001.
- [Barn62] Barnes, Ralph M.
La Técnica del Muestreo Aplicada a la Medida del Trabajo.
Edición Aguilar. 2ª edición, 1962.
- [Barn66] Barnes, Ralph M.
Estudio de Movimientos y Tiempos.
Ed. Aguilar. 5ª edición, 1966.
- [Cabré67] Cabré Rabada, García Moreno, Torres Márquez.
Técnica y Aplicación del Cronometraje.
Ministerio de Industria. Servicio Nacional de Productividad Industrial.
3ª edición, 1967.
- [Cast88] Castanyer Figueras, Francesc.
Control de Métodos y Tiempos. Colección Productiva. Tomo 7.
Ediciones Marcombo, 1988.
- [Mayn48] Maynard, Stegemerten & Schwab.
Methods-Time Measurement.
McGraw-Hill Book Company, Inc., 1948.
- [Pérez72] Pérez, Marcial.
*Manuales Prácticos de Gestión de Empresas. Cómo Mejorar los
Métodos de Trabajo.* Serie B. Tomo 5.

Ediciones Deusto, 1972.

- [Ruiz70] Ruiz Recio, Rafael.
*Manuales Prácticos de Gestión de Empresas. Cómo Calcular los
Tiempos de Trabajo.* Serie B. Tomo 6.
Ediciones Deusto, 1970.

- [Sánch04] Sánchez, Eduardo.
Métodos y Tiempos.
Internet, 2004.

Anexo A

Tablas para Calcular Suplementos por Descanso

Los suplementos por descanso pueden determinarse utilizando las tablas de tensiones relativas y la tabla de conversión de los puntos reproducidas en este apéndice. El análisis debería efectuarse del modo siguiente:

1. Determinar, para el elemento de trabajo en estudio, el grado de tensión impuesta consultando el acápite que corresponda en la tabla de tensiones presentada a continuación, así como la tabla de tensiones relativas.
2. Asignar puntos según lo indicado en dichas tablas y determinar el total de puntos para las tensiones impuestas por la ejecución del elemento de trabajo.
3. Extraer de la tabla de conversión de los puntos el suplemento por descanso apropiado.

Tabla I. Puntos asignados a las diversas tensiones: resumen

Tipo de tensión	Grado		
	Bajo	Mediano	Alto
A. Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo			
1. Fuerza ejercida en promedio	0-85	0-113	0-149
2. Postura	0-5	6-11	12-16
3. Vibraciones	0-4	5-10	11-15
4. Ciclo breve	0-3	4-6	7-10
5. Ropa molesta	0-4	5-12	13-20
B. Tensión mental			
1. Concentración o ansiedad	0-4	5-10	11-16
2. Monotonía	0-2	3-7	8-10
3. Tensión visual	0-5	6-11	12-20
4. Ruido	0-2	3-7	8-10
C. Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo			
1. Temperatura			
Humedad baja	0-5	6-11	12-16
Humedad mediana	0-5	6-14	15-26
Humedad alta	0-6	7-17	18-36
2. Ventilación	0-3	4-9	10-15

Tipo de tensión	Grado		
	Bajo	Mediano	Alto
3. Emanaciones de gases	0-3	4-8	9-12
4. Polvo	0-3	4-8	9-12
5. Suciedad	0-2	3-6	7-10
6. Presencia de agua	0-2	3-6	7-10

Nota: Atribuir por separado los puntos correspondientes a cada tensión, sin tener en cuenta los asignados a las demás tensiones. Cuando una tensión aparece solamente durante parte del tiempo, se le atribuyen puntos a prorrata de la proporción de tiempo en que aparece.

Ejemplo: Alta concentración: 16 puntos, 25 por ciento del tiempo.
 Baja concentración: 4 puntos, 75 por ciento del tiempo.

Cálculo: $16 \times 0,25 = 4$ puntos
 $4 \times 0,75 = 3$ puntos
 Total 7 puntos

TABLAS DE TENSIONES RELATIVAS

A. Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo

1. FUERZA EJERCIDA EN PROMEDIO (FACTOR A.1)

Considerar todo el elemento o período al que corresponderá el suplemento por descanso y determinar la fuerza **media** ejercida.

Ejemplo: Levantar y transportar un peso de 20 kg (tiempo: 12 segundos) y volver con las manos vacías (tiempo: 8 segundos). Si, en este ejemplo, el suplemento por descanso debe aplicarse a los 20 segundos en su totalidad, la «fuerza ejercida en promedio» se calculará como sigue:

$$\left(20 \times \frac{12}{20}\right) + \left(0 \times \frac{8}{20}\right) = 12 \text{ kg.}$$

El número de puntos atribuidos según el promedio de la fuerza ejercida dependerá del tipo de esfuerzo realizado. El esfuerzo realizado está clasificado de la manera siguiente:

a) Esfuerzo mediano

- i) Cuando el trabajo consiste principalmente en transportar o sostener cargas;
- ii) traspalar, martillar y otros movimientos rítmicos.

Esta categoría incluye la mayor parte de las operaciones.

b) Esfuerzo reducido

- i) Cuando se desplaza el peso del cuerpo a fin de ejercer fuerza: por ejemplo, accionar un pedal, presionar un artículo con el cuerpo contra un disco de bruñir;
- ii) sostener o transportar cargas bien equilibradas sujetas al cuerpo por fajas o colgadas de los hombros; los brazos y las manos están libres.

c) Esfuerzo intenso

- i) Cuando el trabajo consiste principalmente en levantar cargas;
- ii) ejercer fuerza mediante el uso prolongado de determinados músculos de los dedos y brazos;
- iii) levantar o sostener cargas en posturas difíciles, manipular cargas pesadas para colocarlas en posiciones difíciles;
- iv) efectuar operaciones en ambientes calurosos, trabajar metales en caliente, etc.

En esta categoría, los suplementos por descanso deberían atribuirse sólo después de haber hecho todo lo posible por mejorar las instalaciones a fin de aliviar la tarea física.

Deberían estudiarse los elementos en relación con las condiciones de esfuerzo reducido, mediano o intenso. Las tablas II, III o IV indican los puntos que se atribuirán según el tipo de esfuerzo y la fuerza ejercida en promedio.

Tabla II. Esfuerzo mediano: puntos para la fuerza ejercida en promedio

kg	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
0	0	0	0	0	3	6	8	10	12	14
5	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10	25	26	27	28	29	30	31	32	32	33
15	34	35	36	37	38	39	39	40	41	41
20	42	43	44	45	46	46	47	48	49	50
25	50	51	51	52	53	54	54	55	56	56
30	57	58	59	59	60	61	61	62	63	64
35	64	65	65	66	67	68	69	70	70	71
40	72	72	72	73	73	74	74	75	76	76
45	77	78	79	79	80	80	81	82	82	83
50	84	85	86	86	87	88	88	88	89	90
55	91	92	93	94	95	95	96	96	97	97
60	97	98	98	98	99	99	99	100	100	100
65	101	101	102	102	103	104	105	106	107	108
70	109	109	109	110	110	111	112	112	112	113

Ejemplo: Suponiendo que el trabajador deba transportar un peso de 12,5 kg:

- i) se determina el tipo de esfuerzo (mediano, reducido o intenso);
- ii) en la tabla correspondiente al tipo de esfuerzo (tabla II, III o IV) se busca, en la columna de la izquierda, el renglón referente a 10 kg;
- iii) se sigue ese renglón hacia la derecha hasta llegar a la columna 2,5;
- iv) se ven los puntos atribuidos para 12,5 kg transportados, o sea:
 - tabla II, esfuerzo mediano: 30 puntos;
 - tabla III, esfuerzo reducido: 22 puntos;
 - tabla IV, esfuerzo intenso: 39 puntos.

Tabla III. Esfuerzo reducido: puntos para la fuerza ejercida en promedio

kg	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
0	0	0	0	0	3	6	7	8	9	10
5	11	12	13	14	14	15	16	16	17	18
10	19	19	20	21	22	22	23	23	24	25
15	26	26	27	27	28	28	29	30	31	31
20	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37
25	38	38	39	39	40	41	41	42	42	43
30	43	43	44	44	45	46	46	47	47	48
35	48	49	50	50	50	51	51	52	52	53
40	54	54	54	55	55	56	56	57	58	58
45	58	59	59	60	60	60	61	62	62	63
50	63	63	64	65	65	66	66	66	67	67
55	68	68	68	69	69	70	71	71	71	72
60	72	73	73	73	74	74	75	75	76	76
65	77	77	77	78	78	78	79	80	80	81
70	81	82	82	82	83	83	84	84	84	85

Tabla IV. Esfuerzo intenso: puntos para la fuerza ejercida en promedio

kg	0	0,5	1	1,5	1,5-2	2	2,5	3	3,5	4	4,5
0	0	0	0	3	6	8	11	13	15	17	18
5	20	21	22	24		25	27	28	29	30	32
10	33	34	35	37		38	39	40	41	43	44
15	45	46	47	48		49	50	51	52	54	55
20	56	57	58	59		60	61	62	63	64	65
25	66	67	68	69		70	71	72	73	74	75
30	76	76	77	78		79	80	81	82	83	84
35	85	86	87	88		88	89	90	91	92	93
40	94	94	95	96		97	98	99	100	101	101
45	102	103	104	105		105	106	107	108	109	110
50	110	111	112	113		114	115	115	116	117	118
55	119	119	120	121		122	123	124	124	125	126
60	127	128	128	129		130	130	131	132	133	134
65	135	136	136	137		137	138	139	140	141	142
70	142	143	143	144		145	146	147	148	148	149

2. POSTURA (FACTOR A.2)

Determinar si el trabajador está sentado, de pie, agachado o en una posición engorrosa, si tiene que manipular una carga y si ésta es fácil o difícil de manipular.

Sentado cómodamente	Puntos	0
Sentado incómodamente, o a veces sentado y a veces de pie		2
De pie o andando libremente		4
Subiendo o bajando escaleras sin carga		5
De pie o andando con una carga		6
Subiendo o bajando escaleras de mano, o debiendo a veces inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos		8
Levantando pesos con dificultad, traspalando balasto a un contenedor		10
Debiendo constantemente inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos		12
Extrayendo carbón con un zapapico, tumbado en una veta baja		16

3. VIBRACIONES (FACTOR A.3)

Considerar el impacto de las vibraciones en el cuerpo, extremidades o manos, y el aumento del esfuerzo mental debido a las mismas o a una serie de sacudidas o golpes.

Traspalar materiales ligeros	Puntos	1
Coser con máquina eléctrica o afin	}	2
Sujetar el material en el trabajo con prensa o guillotina mecánica		
Tronzar madera		
Traspalar balasto	}	4
Trabajar con una taladradora mecánica portátil accionada con una sola mano		
Picar con zapapico		6
Emplear una taladradora mecánica que exige las dos manos		8
Emplear un martillo perforador sobre hormigón		15

4. CICLO BREVE (TRABAJO MUY REPETITIVO) (FACTOR A.4)

Si en un trabajo muy repetitivo una serie de elementos muy cortos forman un ciclo que se repite continuamente durante un largo período, se atribuyen puntos como se indica a continuación a fin de compensar la imposibilidad de alternar los músculos utilizados durante el trabajo.

<i>Tiempo medio del ciclo (centiminutos)</i>	<i>Puntos</i>
16-17	1
15	2
13-14	3
12	4
10-11	5
8-9	6
7	7
6	8
5	9
Menos de 5	10

5. ROPA MOLESTA (FACTOR A.5)

Considerar el peso de la ropa de protección en relación con el esfuerzo y el movimiento. Observar asimismo si la ropa estorba la aireación y la respiración.

	<i>Puntos</i>
Guantes de caucho para cirugía	1
Guantes de caucho de uso doméstico } Botas de caucho }	2
Gafas protectoras para afilador	3
Guantes de caucho o piel de uso industrial	5
Máscara (por ejemplo, para pintar con pistola)	8
Traje de amianto o chaqueta encerada	15
Ropa de protección incómoda y mascarilla de respiración	20

B. Tensión mental

1. CONCENTRACION/ANSIEDAD (FACTOR B.1)

Considerar las posibles consecuencias de una menor atención por parte del trabajador, el grado de responsabilidad que asume, la necesidad de coordinar los movimientos con exactitud y el grado de precisión o exactitud exigido.

	<i>Puntos</i>
Hacer un montaje corriente } Traspalar balasto }	0
Hacer un embalaje corriente; lavar vehículos } Empujar carrito por un pasillo despejado }	1
Alimentar troquel de prensa sin tener que aproximar la mano a la prensa } Rellenar de agua una batería }	2

	<i>Puntos</i>
Pintar paredes	3
Juntar lotes pequeños y sencillos sin necesidad de prestar mucha atención } Cosér a máquina con guía automática	4
Pasar con carrito a recoger pedidos de almacén } Hacer una inspección simple	5
Cargar/descargar troquel de una prensa; alimentar la prensa a mano } Pintar metal labrado con pistola	6
Sumar cifras } Inspeccionar componentes detallados	7
Bruñir y pulir	8
Coser a máquina guiando manualmente el trabajo } Empaquetar bombones surtidos recordando de memoria la presentación y efectuando la consiguiente selección } Montar trabajos demasiado complejos para ser automatizados } Soldar piezas sujetas con una plantilla	10
Conducir un autobús con tráfico intenso o neblina } Marcar piezas con detalles de mucha precisión	15

2. MONOTONIA (FACTOR B.2)

Considerar el grado de estímulo mental y, en caso de trabajar con otras personas, espíritu de competencia, música, etc.

	<i>Puntos</i>
Efectuar de a dos un trabajo por encargo	0
Limpiarse los zapatos solitariamente durante media hora	3
Efectuar un trabajo repetitivo } Efectuar un trabajo no repetitivo	5
Hacer una inspección corriente	6
Sumar columnas similares de cifras	8
Efectuar solo un trabajo sumamente repetitivo	11

3. TENSION VISUAL (FACTOR B.3)

Considerar las condiciones de iluminación natural y artificial, deslumbramiento, centelleo, color y proximidad del trabajo, así como la duración del período de tensión.

	<i>Puntos</i>
Efectuar un trabajo fabril normal	0
Inspeccionar defectos fácilmente visibles } Clasificar por colores artículos con colores distintivos } Efectuar un trabajo fabril con mala luz	2
Inspeccionar con intermitencias defectos de detalle } Clasificar manzanas según su tamaño	4
Leer el periódico en un autobús	8
Soldar por arco con máscara } Inspeccionar con la vista en forma continua, p. ej., los tejidos salidos del telar	10
Hacer grabados utilizando un monóculo de aumento	14

4. RUIDO (FACTOR B.4)

Considerar si el ruido afecta la concentración, si es un zumbido constante o un ruido de fondo, si es regular o aparece de improviso, si es irritante o sedante. (Se ha dicho del ruido que es «un sonido fuerte producido por otra persona y no por mí».)

	<i>Puntos</i>
Trabajar en una oficina tranquila sin ruidos que distraigan } Trabajar en un taller de pequeños montajes }	0
Trabajar en una oficina del centro de la ciudad oyendo continuamente el ruido del tráfico	1
Trabajar en un taller de máquinas ligeras } Trabajar en una oficina o taller donde el ruido distraiga la atención }	2
Trabajar en un taller de carpintería	4
Hacer funcionar un martillo de vapor en una fragua	5
Hacer remaches en un astillero	9
Perforar pavimentos de carretera	10

C. Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo

1. TEMPERATURA Y HUMEDAD (FACTOR C.1)

Considerar las condiciones generales de temperatura y humedad de la atmósfera y clasificarlas como se indica a continuación. Según la temperatura media observada, seleccionar el valor adecuado en una de las series siguientes:

Humedad (por ciento)	Temperatura		
	Hasta 23° C	De 23 a 32° C	Más de 32° C
Hasta 75	0	6-9	12-16
De 76 a 85	1-3	8-12	15-26
Más de 85	4-6	12-17	20-36

2. VENTILACION (FACTOR C.2)

Considerar la calidad y frescura del aire, así como el hecho de que circule o no (climatización o corriente natural).

	<i>Puntos</i>
Oficinas } Fábricas con ambiente físico similar al de una oficina }	0
Talleres con ventilación aceptable, pero con un poco de corriente de aire	1
Talleres con corrientes de aire	3
Sistema de cloacas	14

3. EMANACIONES DE GASES (FACTOR C.3)

Considerar la naturaleza y concentración de las emanaciones de gases: tóxicos o nocivos para la salud; irritantes para los ojos, nariz, garganta o piel; olor desagradable.

	<i>Puntos</i>
Torno con líquidos refrigerantes	0
Pintura de emulsión	}
Corte por llama oxiacetilénica	
Soldadura con resina	
Gases de escape de vehículos de motor en un pequeño garaje comercial	5
Pintura celulósica	6
Trabajos de moldeado con metales	10

4. POLVO (FACTOR C.4)

Considerar el volumen y tipo de polvo.

	<i>Puntos</i>
Trabajo de oficina	}
Operaciones normales de montaje ligero	
Trabajo en taller de prensas	
Operaciones de rectificación y bruñido con buen sistema de aspiración del aire	1
Aserrar madera	2
Evacuar cenizas	4
Abrasión de soldaduras	6
Trasegar coque de tolvas a volcadores o camiones	10
Descargar cemento	11
Demoler edificios	12

5. SUCIEDAD (FACTOR C.5)

Considerar la naturaleza del trabajo y la molestia general causada por el hecho de que sea sucio. Este suplemento comprende el «tiempo para lavarse» en los casos en que se paga (es decir, si los trabajadores disponen de tres o cinco minutos para lavarse, etc.). No deben atribuirse puntos y tiempo a la vez.

	<i>Puntos</i>
Trabajo de oficina	}
Operaciones normales de montaje	
Manejo de multicopistas de oficina	1
Barrido de polvo o basura	2
Desmontaje de motores de combustión interna	4
Trabajo debajo de un vehículo de motor usado	5
Descarga de sacos de cemento	7
Extracción de carbón	}
Deshollinado de chimeneas	

6. PRESENCIA DE AGUA (FACTOR C.6)

Considerar el efecto acumulativo del trabajo efectuado en ambiente mojado durante un largo período de tiempo.

	<i>Puntos</i>
Operaciones normales de fábrica	0
Trabajo al aire libre, p. ej., el de cartero	1
Trabajo continuo en lugares húmedos	2
Apomazado de paredes con agua	4
Manipulación continua de productos mojados	5
Lavandería-tintorería: trabajos con agua y vapor, suelo empapado de agua, manos en contacto con el agua	10

TABLA DE CONVERSION DE LOS PUNTOS

Tabla V. Porcentaje de suplemento por descanso según el total de puntos atribuidos

Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Ejemplo: Si el número total de puntos atribuidos a las diferentes tensiones se eleva a 37:

- i) buscar, en la columna de la izquierda de la tabla V, la línea correspondiente a 30;
- ii) seguir esa línea hacia la derecha hasta llegar a la columna 7;
- iii) leer el suplemento por descanso correspondiente a 37 puntos, que es de 18 por ciento.

FIGURA A.1 Suplementos por descanso.

Anexo B

Tablas MTM-1

ALCANZAR - R - (Reach)								DESCRIPCION DE LA CLASE
Distancia en cm.	R-A	R-B	R-C R-D	R-E	mR-A R-Am	mR-B R-Bm	m(B)	
≤ 2	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	0,4	A Alcanzar un objeto situado siempre en el mismo lugar, un objeto en la otra mano o un objeto en el cual repose la otra mano.
4	3,3	3,3	5,2	3,3	3,0	2,5	0,8	
6	4,5	4,5	6,6	4,5	3,9	3,0	1,5	
8	5,4	5,6	7,5	5,5	4,5	3,6	2,0	
10	6,0	6,6	8,4	6,4	4,9	4,2	2,4	
12	6,4	7,4	9,1	7,1	5,2	4,8	2,6	B Alcanzar un objeto aislado cuyo emplazamiento puede variar ligeramente de un ciclo a otro.
14	6,7	8,2	9,7	7,7	5,5	5,3	2,9	
16	7,1	8,8	10,3	8,2	5,8	5,9	2,9	
18	7,4	9,4	10,8	8,7	6,1	6,5	2,9	
20	7,8	9,9	11,4	9,2	6,4	7,1	2,8	
22	8,1	10,5	11,9	9,7	6,8	7,6	2,9	C Alcanzar un objeto mezclado con otros de tal suerte que haya búsqueda y selección (u opción)
24	8,5	11,1	12,5	10,2	7,1	8,2	2,9	
26	8,8	11,6	13,0	10,6	7,4	8,8	2,8	
28	9,2	12,2	13,6	11,1	7,7	9,4	2,8	
30	9,5	12,8	14,1	11,6	8,0	9,9	2,9	
35	10,4	14,2	15,5	12,8	8,8	11,4	2,8	D Alcanzar un objeto muy pequeño o un objeto a coger con precisión o precaución
40	11,3	15,6	16,8	14,1	9,6	12,8	2,8	
45	12,1	17,0	18,2	15,3	10,4	14,2	2,8	
50	13,0	18,4	19,6	16,5	11,2	15,7	2,7	
55	13,9	19,9	20,9	17,7	12,0	17,1	2,8	
60	14,7	21,3	22,3	19,0	12,7	18,5	2,8	E Desplazar la mano hacia una posición indefinida, sea para asegurar el equilibrio del cuerpo, sea para preparar el movimiento siguiente, sea para despejar la zona de trabajo.
65	15,6	22,7	23,7	20,2	13,5	20,0	2,7	
70	16,5	24,1	25,0	21,4	14,3	21,4	2,7	
75	17,3	25,5	26,4	22,6	15,1	22,8	2,7	
80	18,2	26,9	27,8	23,9	15,9	24,3	2,6	
por 5 cm. encima	0,9	1,4	1,4	1,2	0,8	1,4		

COGER - G - (Grasp)		
CLASE	cmh	DESCRIPCION DE LA CLASE
G1A	2,0	<i>Coger un objeto fácil de coger</i>
G1B	3,5	<i>Coger un objeto muy pequeño sobre una superficie plana Coger un objeto plano</i>
G1C1	7,3	<i>Diámetro > 12mm. Coger un objeto casi cilíndrico</i>
G1C2	8,7	<i>6mm < Diámetro <= 12mm cuando hay obstáculos que impiden</i>
G1C3	10,8	<i>Diámetro <= 6mm. cogerlo por debajo y por el lado.</i>
G2	5,6	<i>Reasir, modificar la forma de coger sin soltar el objeto</i>
G3	5,6	<i>Pasar un objeto de una mano a la otra</i>
G4A	7,3	<i>Dimensiones > 25x25x25mm</i>
G4B	9,1	<i>Dimensiones <= 25x25x25 > 6x6x3 mm. Coger un objeto mezclado con otros de tal suerte que haya búsqueda y selección (u opción)</i>
G4C	12,9	<i>Dimensiones <= 6x6x3 mm.</i>
G5	0,0	<i>Coger un objeto por contacto o cuando los dedos ejercen un control parcial del objeto.</i>

MOVER - M - (Move)									
Distancia en cm.	M-A	M-B	M-C	mM-B M-Bm	m(B)	CON ESFUERZO			DESCRIPCION DE LA CLASE
						KG.	Const. estat.	Coef. dina.	
<= 2	2,0	2,0	2,0	1,7	0,3	De 0			A <i>Mover un objeto hasta la otra mano o hasta un tope.</i>
4	3,1	3,8	4,5	2,6	1,2	a 1,25	0,0	1	
6	4,1	5,0	5,8	3,1	1,9	>1,25			
8	5,1	6,0	7,0	3,7	2,3	a 2,5	1,9	1,04	B <i>Mover un objeto hasta un emplazamiento aproximado o indefinido.</i>
10	6,1	6,9	8,0	4,2	2,7	>2,5			
12	7,0	7,7	8,9	4,8	2,9	a 5	3,3	1,09	
14	7,7	8,5	9,6	5,4	3,1	> 5			
16	8,3	9,2	10,3	5,9	3,3	a 7,5	5,2	1,15	
18	8,9	9,9	11,0	6,5	3,4	>7,5			
20	9,6	10,5	11,7	7,0	3,5	a 10	7,1	1,21	C <i>Mover un objeto hasta un emplazamiento preciso o con precaución.</i>
22	10,2	11,1	12,3	7,6	3,5	> 10			
24	10,8	11,7	13,0	8,2	3,5	a 12,5	9,0	1,27	
26	11,4	12,2	13,7	8,7	3,5	>12,5			
28	12,1	12,7	14,4	9,3	3,4	a 15	10,9	1,34	
30	12,7	13,2	15,1	9,8	3,4	> 15			
35	14,2	14,4	16,8	11,2	3,2	a 17,5	12,8	1,40	
40	15,8	15,8	18,4	12,8	3,0	>17,5			
45	17,4	16,8	20,1	14,0	2,8	a 20	14,7	1,46	
50	18,9	18,0	21,8	15,4	2,6	> 20			
55	20,5	19,2	23,5	16,8	2,4	a 22,5	16,6	1,52	
60	22,1	20,4	25,2	18,1	2,3				
65	23,6	21,6	26,9	19,5	2,1				
70	25,2	22,8	28,6	20,9	1,9				
75	26,8	24,0	30,3	22,3	1,7				
80	28,3	25,2	32,0	23,7	1,5				
por 5 cm. encima	1,6	1,2	1,7	1,4					

GIRAR - T - (Turn)												
Con esfuerzo		Angulo de rotación en Grados										
KG.	Símbolo	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
De 0 a 1	S Ligero	2,8	3,5	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,4	8,1	8,7	9,4
>1 a 5	M Medio	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	9,6	10,6	11,6	12,7	13,7	14,8
> 5 a 16	L Grande	8,4	10,5	12,3	14,4	16,2	18,3	20,4	22,2	24,3	26,1	28,2

APLICAR PRESION - AP - (Apply Pressure)		
APA	10,6	No comprende ningún resir
APB	16,2	Comprende un resir

POSICIONAR - P - (Position)			
CLASE DE AJUSTE	SIMETRÍA	MANIPULACION	
		E - Fácil	D - Difícil
P1 <u>Libre</u> <i>No es necesaria ninguna presión</i>	S	5,8	11,2
	SS	9,1	14,7
	NS	10,4	18,0
P2 <u>Suave</u> <i>Es necesaria una ligera presión</i>	S	16,2	21,8
	SS	19,7	25,3
	NS	21,0	28,6
P3 <u>Duro</u> <i>Es necesaria una fuerte presión</i>	S	43,0	48,6
	SS	46,5	52,1
	NS	47,8	53,4
La profundidad del ajuste es de 25 mm. como máximo			

SOLTAR - RL - (Release)		
RL1	2	Soltar por apertura de los dedos
RL2	0	Soltar de contacto

DESALOJAR - D - (Disengage)		
CLASE DE AJUSTE	MANIPULACION	
	E - Fácil	D- Difícil
D1 - <u>Libre</u> <i>Esfuerzo muy ligero ,no se aprecia el retroceso</i>	4,0	5,7
D2 - <u>Suave</u> - <i>Esfuerzo medio - Ligero retroceso</i>	7,5	11,8
D3 - <u>Duro</u> - <i>Esfuerzo importante - Marcado retroceso</i>	22,9	34,7

MOVIMIENTOS DE MANIVELA - C - (Crank)									
Diámetro en cm.	2	4	6	8	10	12	14	16	
Primera vuelta o vuelta aislada	13,4	14,4	15,2	15,9	16,6	17,1	17,6	18,0	
Vuelta suplementaria	6,2	9,2	10,0	10,7	11,3	11,9	12,4	12,8	
Diámetro en cm.	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	35,0	40,0
Primera vuelta o vuelta aislada	18,4	18,8	19,1	19,4	19,7	19,9	20,2	20,7	21,1
Vuelta suplementaria	13,2	13,6	13,9	14,2	14,5	14,7	15,0	15,5	15,9

DESPLAZAR LA MIRADA - ET - (Eye Travel) (Sin rotación de cabeza)
<p>Tiempo exacto = $0,285 \times \text{Angulo de rotación de los ojos en grados}$</p> <p>Tiempo aproximado = $15,2 T/D$ siendo T = distancia ente los dos puntos mirados</p> <p>D = distancia de los ojos a la recta que une estos puntos.</p> <p>con un valor máximo de 20 cmh.</p>

EXAMINAR - EF - (Eye Focus) (Sin desplazamiento del globo ocular)
Tiempo = 7,3

Descripción	Símbolo	Distancia	cmh
Desplazar el pie alrededor del tobillo con fuerte presión	FM	Hasta 10 cm.	8,5
	FMP		19,1
	LM	Hasta 15 cm.	7,1
Desplazar la pierna o la pantorrilla		cada cm. de mas	0,5
Andar por paso libre	W_P		15,0
	W_PO	obstaculizado	17,0
	W_PL	desplazando una carretilla	17,0
Efectuar un paso de lado		Menos de 30 cm.	Encubierto
Caso I - Terminado cuando la pierna levantada toca el suelo	SS_C1	30 cm.	17,0
		Cada cm. de mas	0,2
Caso II - Terminado cuando la 2ª pierna levantada toca el suelo	SS_C2	30 cm.	34,1
		cada cm. de mas	0,4
Girar el cuerpo de 45 a 90°			
Caso I - Terminado cuando la pierna levantada toca el suelo	TBC1		18,8
Caso II - Terminado cuando la 2ª pierna levantada toca el suelo	TBC2		37,2
Sentarse	SIT		34,7
Levantarse	STD		43,4
Inclinarse	B		
Agacharse		S	29,0
Arrodillarse sobre 1 rodilla			KOK
Levantarse	AB	AS	AKOK
Arrodillarse sobre 2 rodillas			KBK
Levantarse			AKBK

MOVI- MIENTOS SIMUL- TANEOS			ALCANZAR			MOVER			COGER			POSICIONAR			DESALOJAR	
			R			M			G			P			D	
			A	B	C	A	B	C	G1A	G1B	G4	P1S	P1SS	P1NS	D1E	D2
			E		D	Bm			G2	G1C			P2S	P2SS	D1D	
D	D2	E														
		D														
	D1E - D1D															
P	P1NS	E														
		D														
	P2NS	E														
		D														
	P1SS	E														
		D														
G	P1S	E														
		D														
	G4	I														
		H														
G	G1B	I														
		H														
	G1A,G2,G5															
M	C	I														
		H														
	B	I														
		H														
R	A	I														
	Bm	H														
	C	I														
	D	H														
R	B	IoH														
	A,E	IoH														

Fácil

Posible con práctica

Difícil

I Interior campo visión

H Fuera campo visión

Movimientos no incluidos en la tabla

T Girar Fácil con todos los movimientos, excepto si es controlado o si hay Desalojar simultáneo

AP Aplicar presión Cada caso debe ser estudiado

P3, D3 Posicionar o Desalojar clase 3 - Siempre difícil

RL Soltar Siempre fácil

D Desalojar Difícil en todas las clases si hay cuidado manip.