



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE
CHOCOLATES EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

HUGO HIDALGO GONZÁLEZ
ASESORADO POR ING. ALAIN ROBERTO RIVERA GULARTE

GUATEMALA, JULIO DE 2005.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE
CHOCOLATES EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HUGO HIDALGO GONZÁLEZ

ASESORADO POR ING. ALAIN ROBERTO RIVERA GULARTE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2005

Guatemala, 15 de noviembre de 2004.

Ingeniera
Marcia Ivonne Véliz Vargas
Directora de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Estimada Ingeniera:

Atenta y respetuosamente me dirijo a usted para saludarla y al mismo tiempo aprovecho la oportunidad para comunicarle que, luego de la revisión del informe de trabajo de graduación titulado: “**Mejora de la productividad de una línea de fabricación de chocolates en una industria alimenticia**”, realizada por el estudiante, Hugo Hidalgo González, con número de carné: 90-12515. Me permito dar mi aprobación, dado a que cumple con los objetivos del protocolo propuesto.

Por lo tanto, el autor de este trabajo de graduación y yo como asesor, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones de la misma.

Sin otro particular me es grato suscribirme de usted como su atento y seguro servidor.

Ing. Alain Roberto Rivera Gularte
Colegiado No. 3965

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE CHOCOLATES EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL con fecha julio de 2004.

Hugo Hidalgo González

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Cesar Augusto Aku Castillo
EXAMINADOR	Ing. Cesar Leonel Ovalle Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Alvaro Antonio Ávila Pinzón
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por ser mi guía y la luz que alumbra mi camino.

A mi abuela Estela Viuda de González

Por contar siempre con su bendición desde el cielo.

A mi madre Aura Astrid González

Por su enseñanza y dedicación para fortalecer los valores de la vida.

A mi esposa Carmen Beatriz Velásquez Zaldaña

Por creer siempre en mí y por su entrega de amor sin límites.

A mis hermanas Beraly y Ana Luisa

Por su cariño y afecto.

A la familia Velásquez Zaldaña

Por el apoyo incondicional y buen deseo.

A Ing. Alain Rivera y su esposa Licda. María Elisa

Por motivarme a seguir adelante y por el apoyo brindado.

A Ing. José Rolando Chávez

Por brindarme la colaboración durante la realización de mi tesis.

A mis amigos y amigas

Por contar siempre con su apoyo, especialmente a Roberto, Juan Carlos y Carlos Alberto por ser los amigos de toda la vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIV
OBJETIVOS	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	
1.1. Descripción general de la empresa	1
1.2. Qué productos produce	2
1.3. Tipo de organización y número de empleados	3
1.4. Organigrama y descripción de puestos	4
1.5. Qué es la Ingeniería Industrial	9
1.6. Qué es diagrama de operaciones, flujo, recorrido	11
1.7. Nueve enfoques del análisis de la operación	15
1.7.1 Propósito de la operación	16
1.7.2 Diseño de partes	16
1.7.3 Tolerancias y especificaciones	17
1.7.4 Material	18
1.7.5 Secuencia y procesos de manufactura	18
1.7.6 Preparaciones y herramientas	19
1.7.7 Manejo de materiales	20
1.7.8 Distribución de planta	21
1.7.9 Diseño del trabajo	22
1.8. Eficiencia, eficacia y productividad	22
1.9. Implementación del método propuesto	23
2. SITUACIÓN ACTUAL	
2.1. Uso del producto	25
2.2. Materias primas necesarias	25
2.3. Durabilidad del producto	26
2.4. Distribución de maquinaria actual	27
2.4.1 Descripción de la maquinaria	29
2.4.1.1 Turbo-mezcladora	29
2.4.1.2 Mezcladora	29
2.4.1.3 Trituradora	30
2.4.1.4 Horno de 18 moldes	30
2.4.1.5 Horno de 30 moldes	30
2.4.1.6 Máquina untadora	31

2.4.1.7	Túneles de enfriamiento	31
2.4.1.8	Cortadora	31
2.4.1.9	Refinadora de chocolate	32
2.4.1.10	Rociadora de chocolate	32
2.4.1.11	Máquina forradora	32
2.4.1.12	Selladora de bolsas	33
2.4.1.13	Selladora de cajas	33
2.5.	Eficiencia y productividad de la línea	34
2.6.	Descripción del proceso de fabricación	35
2.7.	Diagrama de operaciones actual, diagrama de flujo actual y diagrama de recorrido del proceso actual	40
2.8.	Cantidad de personas que operan la línea y sus funciones	41
2.9.	Diagrama hombre-máquina actual	43
2.10.	Desperdicio de materia prima en línea	44
2.11.	Consumo de los ingredientes especiales	50
2.12.	Tiempos muertos en línea	53
3.	SITUACIÓN PROPUESTA	
3.1.	Descripción del nuevo proceso de fabricación	69
3.2.	Diagramas propuestos	71
3.3.	Diagrama hombre-máquina propuesto	72
3.4.	Enfoques primarios del análisis de la operación	74
3.4.1	Objeto de la operación	74
3.4.2	Diseño de la pieza	76
3.4.3	Tolerancias y especificaciones	78
3.4.4	Materias primas necesarias	80
3.4.5	Proceso de manufactura	81
3.4.5.1	Elaboración de batidos	81
3.4.5.2	Elaboración de obleas	82
3.4.5.3	Elaboración de chocolate	82
3.4.5.4	Fabricación de crema para relleno	83
3.4.5.5	Elaboración de libros	83
3.4.5.6	Corte de libros	84
3.4.5.7	Aplicación de cobertura de chocolate	84
3.4.5.8	Empaque por unidades de chocolate	85
3.4.5.9	Empaque por bolsas	85
3.4.5.10	Empaque por cajas	85
3.4.6	Preparación de herramientas y patrones	85
3.4.6.1	Turbo-mezcladora	86
3.4.6.2	Mezcladora	86
3.4.6.3	Trituradora	86
3.4.6.4	Horno de 18 moldes	87

3.4.6.5	Horno de 30 moldes	87
3.4.6.6	Máquina untadora	88
3.4.6.7	Túneles de enfriamiento	88
3.4.6.8	Cortadora	88
3.4.6.9	Refinadora de chocolate	89
3.4.6.10	Rociadora de chocolate	89
3.4.6.11	Máquina forradora	90
3.4.6.12	Selladora de bolsas	90
3.4.6.13	Selladora de cajas	90
3.4.7	Condiciones de trabajo	91
3.4.8	Condición del inmueble	93
3.4.9	Principios de economía y movimientos	97
3.5.	Condiciones ergonómicas y ambientales	100
3.5.1	Condiciones ergonómicas de las estaciones	102
3.5.1.1	Para la estación de embolsado	102
3.5.1.2	Para la estación de sellado de bolsa	103
3.5.1.3	Para la estación de encajado	104
3.5.1.4	Para la estación de sellado y entarimado de caja	105
3.6.	Estudio de tiempos para la línea	107
3.7.	Cálculo del tiempo cronometrado, normal y estándar	113
3.8.	Valoración del ritmo de trabajo	115
3.9.	Balance de líneas	121
3.9.1.	Número de operarios por estación	123
3.9.2.	Capacidad de la línea de producción	124
3.9.3.	Ritmo de producción necesario para cumplir con la demanda	124
3.9.4.	Cálculo del número de operarios y estaciones necesarios para cumplir con el ritmo de producción esperado	124
3.10.	Análisis y mejoras en el desperdicio de oblea	125
3.11.	Análisis de las causas y cuantificación de la variación del consumo de insumos en el proceso de elaboración del chocolate de 13 gramos	132
4.	IMPLEMENTACIÓN	
4.1.	Procedimientos de control de desperdicios de oblea	137
4.2.	Procedimientos de control de desperdicios de ingredientes	138
4.3.	Implementación de formatos de control sobre tiempos muertos en línea	140
4.4.	Implementación de un sistema de incentivos	144

5.	MEJORAMIENTO CONTINUO	
	5.1. Índices de medición	145
	5.2. Reuniones operativas del personal	147
	5.3. Capacitación	148
	CONCLUSIONES	149
	RECOMENDACIONES	151
	BIBLIOGRAFÍA	154

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Bosquejo de la distribución de máquinas y herramientas	28
2.	Gráfica del producto de fabricación	36
3.	Esquema de tiempos muertos en línea	53
4.	Gráfica de las dimensiones del producto de fabricación	79
5.	Gráfica de las dimensiones del producto de fabricación	80
6.	Bosquejo del área disponible de distribución de maquinaria	92
7.	Esquema de estaciones de trabajo	101
8.	Control de paros de producción en área de mezclas	141
9.	Control de paros de producción en área de producción	143
10.	Organigrama de procesadora de alimentos, s.a.	155
11.	Diagrama de recorrido actual	156
12.	Diagrama de operaciones del proceso actual	157
13.	Diagrama de operaciones actual	158
14.	Diagrama de operaciones del proceso actual	159
15.	Diagrama de operaciones del proceso actual	160
16.	Diagrama de flujo del proceso actual	161
17.	Diagrama de flujo del proceso actual	162
18.	Diagrama de flujo del proceso actual	163
19.	Diagrama de flujo del proceso actual	164
20.	Diagrama hombre-máquina actual	165
21.	Diagrama de operaciones propuesto	166
22.	Diagrama de operaciones propuesto	167
23.	Diagrama de operaciones propuesto	168
24.	Diagrama de operaciones propuesto	169
25.	Diagrama de flujo propuesto	170

26.	Diagrama de flujo propuesto	171
27.	Diagrama de flujo propuesto	172
28.	Diagrama de flujo propuesto	173
29.	Diagrama de recorrido propuesto	174
30.	Diagrama de hombre-máquina propuesto	175

TABLAS

I.	Área efectiva ocupada por máquina	34
II.	Tabla de tiempos	44
III.	Recopilación de datos 2ª medición	46
IV.	Recopilación de datos 3ª medición	46
V.	Recopilación de datos 4ª medición	47
VI.	Recopilación de datos 5ª medición	48
VII.	Recopilación de datos 6ª medición	48
VIII.	Resumen resultados de recopilación de datos	49
IX.	Datos de muestreo en la línea de producción	51
X.	Intervalo de tiempo comprendido entre 9:20-10:00am	58
XI.	Intervalo de tiempo comprendido entre 10:00-11:00am	58
XII.	Intervalo de tiempo comprendido entre 11:00-12:00am	59
XIII.	Intervalo de tiempo comprendido entre 8:00-9:00am	60
XIV.	Intervalo de tiempo comprendido entre 9:00-10:00am	60
XV.	Intervalo de tiempo comprendido entre 10:00-11:00am	61
XVI.	Intervalo de tiempo comprendido entre 11:00-12:00am	62
XVII.	Intervalo de tiempo comprendido entre 9:00-10:00am	63
XVIII.	Intervalo de tiempo comprendido entre 10:00-11:00am	64
XIX.	Intervalo de tiempo comprendido entre 11:00-12:00am	64

XX.	Intervalo de tiempo comprendido entre 8:00-9:00am	65
XXI.	Intervalo de tiempo comprendido entre 9:00-10:00am	65
XXII.	Intervalo de tiempo comprendido entre 10:00-11:00am	66
XXIII.	Intervalo de tiempo comprendido entre 11:00-12:00am	66
XXIV.	Demoras más frecuentes corrido del forro y machucador	67
XXV.	Demoras más frecuentes quebradura de chocolate	67
XXVI.	Demoras más frecuentes ajuste del forro	68
XXVII.	Demoras más frecuentes cambio de bobina	68
XXVIII.	Demoras más frecuentes forros en blanco	68
XXIX.	Tabla de tiempos	72
XXX.	Factores de peso	94
XXXI.	Área efectiva ocupada por las máquinas	96
XXXII.	Distribución de mano de obra por estación de trabajo	100
XXXIII.	Tabla desarrollada por General Electric Company	113
XXXIV.	Tabla de tiempo	114
XXXV.	Tablas Westinghouse	116
XXXVI.	Estación 1 batidos	117
XXXVII.	Estación 3 formación de libros	117
XXXVIII.	Estación 5 cortado de libros	118
XXXIX.	Estación 9 embolsado	118
XL.	Estación 10 encajado	118
XLI.	Estación 11 entarimado	118
XLII.	Tabla tiempo normal	119
XLIII.	Tabla tiempo estándar	120
XLIV.	Número de estaciones y operarios	123
XLV.	2ª medición miércoles 17/03/2004	127
XLVI.	3ª medición jueves 18/03/2004	128
XLVII.	4ª medición jueves 18/03/2004	129
XLVIII.	5ª medición viernes 19/03/2004	130

XLIX.	6ª medición viernes 19/03/2004	130
L.	Resultado de mediciones	131
LI.	Datos del muestreo realizado en la línea de producción	133

GLOSARIO

Biomecánica

Ciencia que aplica las leyes del movimiento mecánico en los sistemas vivos, especialmente en el aparato locomotor que intenta unir en los estudios humanos la mecánica al estudio de la anatomía y de la fisiología, y que cubre un gran abanico de sectores, desde estudios teóricos del comportamiento de segmentos corporales hasta aplicaciones prácticas en el transporte de carga.

Diagrama de flujo del proceso

Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación o en los procedimientos aplicables a un componente o a una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

Diagrama de operaciones del proceso

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto o pieza principal.

Diagrama de recorrido

Diagrama o bosquejo que representa de forma gráfica la ubicación de las instalaciones en planta de los equipos, almacenamiento de materiales, estaciones de trabajo, área de paso para peatones y vehículos.

Ergonomía

Tecnología de aplicación práctica e interdisciplinaria, fundamentada en investigaciones científicas, que tienen como objetivo la optimización integral de sistemas hombre-máquinas, que están siempre compuestos por uno o más seres humanos cumpliendo una tarea cualquiera con ayuda de una o más máquinas. Al decir optimización

integral se refiere a la obtención de una estructura sistémica.

Estudio de tiempos

Técnica que establece un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar.

Horneado

Parte del proceso de producción para la fabricación de galletas en donde se realiza el cocimiento de los materiales a través de un horno, el cual puede ser eléctrico o de gas propano.

Máquina

Se define este término genérico a todo tipo de herramientas, máquinas industriales propiamente dichas, vehículos, computadoras, electrodomésticos, etc.

Mejoramiento continuo

Proceso que permite visualizar un horizonte más amplio, donde se buscará siempre la excelencia y la innovación que llevarán a los empresarios a aumentar su competitividad, disminuir los costos y orientar los esfuerzos para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.

Mezclado

Parte del proceso de producción para la fabricación de galletas en donde se realiza la agitación de dos o más materiales buscando que se homogenicen.

Productividad

Relación entre la cantidad y calidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos. Su importancia radica en que es un instrumento comparativo para gerentes y directores de empresas, ingenieros industriales, economistas y políticos; pues compara la producción en diferentes niveles del sistema económico (organización, sector o país) con los recursos consumidos.

Tiempo estándar

Tiempo que se ha definido como el promedio permisible para realizar una tarea

que corresponda al proceso de producción, este tiempo está basado en estudios de tiempos y movimientos de la relación entre el hombre y la máquina.

RESUMEN

El presente trabajo muestra la aplicación de las herramientas de Ingeniería Industrial en una industria nacional. En el primer capítulo se hace una descripción general de la empresa, los productos que fabrica y el tipo de organización que posee actualmente, así como una descripción general de los diferentes puestos de trabajo. Se complementa en la parte final con un marco teórico sobre conceptos de Ingeniería Industrial.

En el capítulo dos se realiza un análisis de la situación actual, en donde se analiza la distribución actual de la planta y el área que ocupa. Se utilizan diagramas de flujo de proceso hombre- máquina para analizar la fabricación de los chocolates, también se hace un análisis de los desperdicios generados en el área del horno, untadora, cortadora y cavana.

En el capítulo tres se hacen las propuestas sobre la mejor administración de los recursos, a través de la utilización de herramientas de Ingeniería Industrial. Se hace un análisis ergonómico en las diferentes estaciones de trabajo, se hace la propuesta de los diferentes diagramas de proceso para el nuevo flujo, se utilizan los diez enfoques primarios del análisis de la operación para establecer las mejoras.

En el capítulo cuatro se proponen diversos procedimientos para la mejora y disminución de desperdicios de ingredientes y tiempos muertos, así como un sistema de pago de incentivos al personal. Por último, en el capítulo cinco, que es de seguimiento o mejora continua, se proponen los indicadores para evaluar el desenvolvimiento de la línea a través de indicadores de eficiencia, productividad, cursos de capacitación, reuniones operativas, etc.

OBJETIVOS

GENERAL

Aumentar la productividad en los distintos procesos que forman parte del proceso productivo del chocolate, buscando el mejoramiento continuo, para hacer un producto mas competitivo en los mercados nacionales e internacionales.

ESPECÍFICOS

1. Dar en forma general la descripción de la empresa, así como los productos que fabrica.
2. Aplicar los diez enfoques del análisis de la operación para la línea de chocolate.
3. Utilizar las herramientas de ingeniería de métodos como diagramas de flujo y recorrido, hombre-máquina para el análisis de la situación actual y propuesta.
4. Hacer una evaluación sobre las condiciones ergonómicas para el área de empaque.
5. Realizar un estudio de tiempos y movimientos para las operaciones.
6. Hacer un análisis sobre el desperdicio de materiales en la línea y proponer su reducción.
7. Realizar un análisis de los tiempos muertos por cambios de bobina, problemas mecánicos, etc.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la globalización en el que se encuentra la industria moderna, todas las empresas deben esforzarse por ser más competitivas y desarrollar una cultura de calidad sin dejar de ser rentables. Sin embargo, la única manera de que una empresa crezca y aumente su rentabilidad es incrementando su productividad, lo que significa mejorar la producción por hora-trabajo o por tiempo gastado.

Con el objeto de incrementar la productividad, el ingeniero industrial utiliza herramientas como estudio de tiempos y movimientos, control de la producción, administración y control de inventarios, etc., para desarrollar estándares y hacer más eficiente los procesos.

Tomando en cuenta lo anterior, vemos lo necesario e importante que es para las empresas guatemaltecas hacer uso de las herramientas que le permitan mejorar en todo sentido.

Es por eso que este trabajo, que fue desarrollado en una planta de galletas, dulces, chicles y otros, se realizó para aplicar los conocimientos técnicos y hacer un estudio de las operaciones con el fin de buscar alternativas de mejoramiento.

En el capítulo uno se explican conceptos fundamentales y la teoría relacionada con el trabajo de investigación. En el capítulo dos se estudia la situación actual de la línea de galleta, tomando como base principal los diferentes diagramas. En el capítulo tres se hace una propuesta de mejoramiento en esta línea realizando estudios de tiempos y movimientos. En el capítulo cuatro se explican algunos procedimientos de mejora y en el capítulo cinco se establecen índices de productividad para el proceso, la parte de las reuniones operativas y la capacitación necesaria para el personal de línea.

1. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

1.1 Descripción de la empresa

La empresa Procesadora de Alimentos S. A. (PROCASA) se formó hace unos 15 años, en el año 1989, cuando un grupo de personas se unieron y decidieron establecer una sociedad. Cada uno aportó sus recursos con el objeto de crear una industria que produjera golosinas de distinta clase. De lo anterior observamos que ésta se clasifica por su constitución jurídica como una organización denominada sociedad anónima, en la cual el capital social se encuentra dividido en acciones, y cada uno de los inversionistas es propietario de una determinada cantidad de acciones, y por extensión, la empresa es propiedad de ese grupo de personas.

Como es obvio, existen varios accionistas o copropietarios de la empresa, miembros de la sociedad, algunos con mayor o menor participación en ella. Sin embargo, el principal accionista es una persona cuyo nombre es Salvador Satie.

Gracias al aporte de cada uno de ellos y del trabajo de muchas otras personas, PROCASA ha ido creciendo hasta convertirse en una organización que da oportunidad de empleo a más de 100 personas, y cuenta con varias marcas reconocidas dentro del mercado guatemalteco, como la ya desaparecida marca de chicles Bazooka y el chicle Mach, un producto conocido y con cierta identificación entre los consumidores, al grado que es el producto líder de la empresa.

Por sus características de producción, Procesadora de Alimentos S.A. se encuentra ubicada dentro del área industrial de la ciudad de Guatemala, en la zona 12. Además, cuenta con una planta industrial de segunda categoría, de acuerdo con las especificaciones físicas de sus instalaciones. Por otra parte, está dividida interiormente por áreas según los artículos producidos, tales como área de bombón, área de chocolates, área de dulces, área de chicles, etc.

1.2 Qué produce y desde cuándo lo hace

Procesadora de Alimentos S.A. desde sus inicios se dedica a la elaboración y comercialización de golosinas variadas, como chicles, entre los que podemos mencionar el chicle Mach menta, Mach menta fresca y Mach clorofila, en varias presentaciones; el chicle Osito, en sabores como durazno, banano, uva, menta verde y mango. También está el chicle Bugy en varios sabores y PROCASA produce además el chicle Ola Bola, uno de los artículos más conocidos en el medio nacional.

Junto con lo anterior, PROCASA fabrica el chocolate Bandido y el Súper Bandido, el bombón Frupy con chicle, paletas de dulce de distinta clase, etc., y galletas con relleno como Tutis y Krikas. Muchos de estos productos incluso abarcan más que solamente el mercado nacional al exportarse a países como República Dominicana y Venezuela, que son lugares en donde se registra un alto consumo de artículos de esta naturaleza.

A pesar de que algunos de los artículos producidos se exportan a otros países, dentro del mercado guatemalteco propiamente dicho, no buscan competir con productos similares que otras empresas importan y que se encuentran en supermercados o tiendas de conveniencia, por ejemplo, sino que se dirigen más bien a un segmento de mercado tipo C, es decir, personas de clase media baja. En otras palabras, son productos de tipo popular que se pueden adquirir en tiendas o incluso con vendedores ambulantes, dado que tienen un bajo costo de producción y como consecuencia se pueden vender a precios menores que otros similares, como el Ola Bola, por mencionar uno.

1.3 Tipo de organización y número de empleados

Como se mencionó anteriormente, Procesadora de Alimentos S. A. es una empresa industrial, integrada por medios materiales (capital, inmuebles), personales (mano de obra directa e indirecta, administración) y jurídicos, cuyo objeto es obtener productos a bajo costo con la suficiente calidad para la venta a los consumidores.

Por su conformación jurídica, PROCASA es una empresa clasificada como colectiva, más específicamente como una sociedad anónima, en donde el capital está dividido en acciones que son propiedad de varias personas las cuales son las propietarias de la empresa.

De acuerdo con su magnitud, Procesadora de Alimentos S. A. es una empresa industrial que podríamos definir como mediana (de 51 a 500 trabajadores), dado que genera empleo directo para unas 120 personas, entre las que se cuentan operarios de máquinas, guardián, personal de limpieza, supervisores, equipo de mantenimiento, personal administrativo, gerentes, etc.

Además, según su producción, se clasifica como una empresa transformadora, es decir, que transforma la materia prima que obtiene de otras industrias como azúcar, harina, glucosa, goma, etc., en productos terminados para la venta al mercado, como chocolates, dulces, bombones, chicles, etc.

1.4 Organigrama y descripción de puestos

A continuación se describen en términos generales algunas de las funciones de los puestos que aparecen en el organigrama de puestos de la empresa.

Descripción de puestos

Gerencia

Gerente de primer nivel

Gerente general

Está a cargo de la dirección general de la empresa, como la máxima autoridad administrativa. Atiende los asuntos más importantes y es la persona que planea, organiza, dirige y controla la asignación del recurso humano, así como asignaciones financieras y de información para lograr los objetivos de la organización. Por las características de la posición que ocupa dentro de la organización el gerente general se considera un gerente de primer nivel.

Gerentes de mandos intermedios

Estos son aquéllos que reciben las estrategias y políticas generales de la alta dirección y las traducen en metas y planes específicos y luego los trasladan a los gerentes de primera línea o supervisores de las líneas de producción. PROCASA cuenta con un gerente de control de calidad, un gerente de producción y un gerente de mantenimiento, además de un jefe de logística.

Gerente de control de calidad

Está sujeto al gerente general de la empresa y ejerce autoridad sobre los supervisores de línea, supervisores de materias primas y supervisor del laboratorio químico. Controla todo lo relacionado con los procesos y materiales empleados en la elaboración de productos en lo que tiene que ver con las normas y políticas de calidad de la organización, ya que, como se sabe, la calidad es uno de los factores más importantes que se deben tomar en cuenta. El gerente de control de calidad vela porque los artículos terminados que se fabrican reflejen una cultura de calidad de la empresa.

Gerente de producción

Es quien atiende todos los asuntos que tienen que ver con los procesos de producción directamente, en lo que respecta a materias primas empleadas, materiales, actividades de producción, operarios, supervisores, y todas aquellas personas que pertenecen al área productiva de la empresa. Se encarga de que los productos se elaboren de acuerdo con los lineamientos establecidos, y que se apeguen a las normas de producción fijadas. En Niasa, el gerente de producción coordina las tres áreas de la empresa, el área de chicles, el área de galleta y el área de dulces.

Gerente de mantenimiento

Es el responsable de atender las necesidades de la maquinaria y equipo de la empresa, al programar los planes de mantenimiento que se realizarán. Debe planear tanto sistemas de mantenimiento preventivo que contribuyan a aumentar el rendimiento de toda la maquinaria utilizada como medidas de contingencia que como parte del mantenimiento correctivo permitan cumplir con la producción cuando surge algún tipo de situación no prevista tales como rompimiento en las piezas, partes dañadas, etc.

Jefe de logística

Se encarga de todas aquellas actividades que coordinan la regulación y utilización de los materiales y materias primas empleadas en la producción de artículos, planeación de actividades, etc. Tiene como subordinados al jefe de bodega y al jefe de compras.

Supervisión

Departamento de control de calidad

Supervisor de línea

Se encarga de recibir las instrucciones del gerente de control de calidad y las comunica a los integrantes de la línea de producción con el objeto de que se desarrollen todas las actividades para la elaboración de productos de acuerdo con lo establecido y respondiendo a los lineamientos de calidad de la empresa. Todo esto en lo relacionado directamente con las operaciones de producción.

Supervisor de materia prima

Está subordinado al gerente de control de calidad y es el encargado de controlar el manejo de las materias primas que se emplean en las actividades de producción en las diferentes áreas que tiene la empresa: chicles, dulces y galletas. Debe minimizar la inversión de insumos con respecto a las unidades producidas sin reducir la calidad ni la cantidad de productos, es decir, optimizar el empleo de la materia prima.

Supervisor de control de calidad

El supervisor que controla el laboratorio de químicos es la persona que tiene como responsabilidad verificar que los materiales utilizados se apeguen a las fórmulas de producción para que los artículos producidos respondan a los estándares de calidad esperados. Para ello hace estudios utilizando muestras escogidas aleatoriamente para establecer comparaciones entre el trabajo que se está realizando y el que se espera.

Departamento de producción

Supervisor de área de chicles

Está sujeto al gerente de producción y atiende todo lo relacionado con la producción y elaboración de productos en el área de chicles, pues como hemos mencionado antes la empresa produce distintas marcas de chicles y cada marca con varias presentaciones y sabores; por tanto, el supervisor ejerce el control de esta área.

Supervisor de área de galletas

Es la persona que controla las actividades que se desarrollan en el área en donde se producen las galletas, como las Krikas y chocolates como el Bandido y el Súper Bandido. Además, se encarga de recibir las disposiciones que le comunica el gerente de producción y trasladarlas a su vez a los operarios e integrantes de dicha área.

Supervisor de área de dulces

El supervisor en el área de dulces cumple, de la misma forma que en los departamentos de chicles y galletas, funciones de supervisión y control de las actividades y los procesos que se desarrollan con el objeto de que se ajusten a los procedimientos de la organización y se elaboren productos de calidad al menor costo posible para maximizar las utilidades y a la vez crear artículos que satisfarán las expectativas del consumidor.

Departamento de logística

Jefe de bodega

Esta persona se ocupa del control y manejo de todas las materias primas y materiales que ingresan a las bodegas de la empresa y que salen de ellas posteriormente para su utilización en la fabricación de productos. Sabemos que existen varias bodegas, de materia prima, de artículos terminados, etc., así que la coordinación de las actividades que implican el manejo de las anteriores corre a cargo del jefe de bodega.

Jefe de compras

Se encarga de satisfacer las necesidades de producción que se tienen al planificar y realizar la adquisición de aquellos insumos que serán necesarios para la producción, como materias primas, materiales, etc., de manera que se cuente siempre con todos aquellos elementos necesarios para trabajar y que no ocurran carencias que detengan la producción o afecten a las operaciones.

Operarios de línea

Son el recurso humano que se emplea para operar la maquinaria y el equipo del que se dispone para la elaboración de productos. Se integran en líneas de producción y se encuentran distribuidos en las áreas de la empresa de acuerdo con sus capacidades, habilidades, y aptitudes. Este conglomerado se sujeta al control de los supervisores de línea y se encarga directamente de la producción de los artículos que la empresa comercializa. Además, realizan diferentes actividades de acuerdo con el sector en el que se encuentren y la máquina que operen; algunos manejan las mezcladoras y trituradoras, otros manejan los hornos para la elaboración de galletas, otras cortan los materiales, empacan los productos, etc. (Ver figura 10: Organigrama)

1.5 Qué es ingeniería industrial

La ingeniería industrial es una rama de la ingeniería que se dedica a la optimización de procesos a través de la utilización de herramientas estadísticas, numéricas, gráficas, administrativas, cuantitativas, etc, con el fin de aumentar la productividad en una empresa. Los campos de acción del ingeniero industrial son bastante amplios, por lo que puede desempeñar funciones en diversas industrias y empresas en general.

Los cambios continuos que ocurren en el entorno industrial y de negocios deben ser estudiados por la ingeniería industrial desde el punto de vista económico y práctico. Éstos incluyen la globalización del mercado y de la fabricación, la estratificación de las corporaciones en un esfuerzo por ser más competitivas sin deteriorar la calidad, el crecimiento del uso de computadoras en todas las facetas de una empresa y la expansión sin límite de las aplicaciones informáticas. La única posibilidad para que una empresa o negocio crezca y aumente su rentabilidad es aumentando la productividad y este concepto se refiere al incremento de la producción por hora-trabajo o por tiempo gastado. La ingeniería industrial utiliza técnicas que dan como resultado los incrementos en la productividad. Algunas técnicas son: métodos, estándares de estudio de tiempos y diseño del trabajo.

El objetivo principal de un gerente de producción es fabricar un producto de calidad, a tiempo, al menor costo posible, con una inversión de capital mínima y una satisfacción de los empleados máxima.

Los ingenieros industriales utilizan un procedimiento sistemático para desarrollar un centro de trabajo, fabricar un producto o proporcionar un servicio. El proceso incluye:

- Seleccionar el proyecto
- Obtener y presentar los datos
- Analizar los datos
- Desarrollar el método ideal
- Presentar y establecer el método
- Desarrollar un análisis del trabajo
- Establecer tiempos estándar
- Dar seguimiento al método.

1.6 Qué es diagrama de operaciones, flujo y recorrido

Qué es diagrama de operaciones

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en el proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. La gráfica describe la entrada de todos los componentes y sub-ensambles al ensamble principal. De la misma manera que un plano muestra detalles de diseño, como ajustes, tolerancias y especificaciones, el diagrama de operaciones proporciona detalles de manufactura o de negocios a primera vista.

Al construir el diagrama de operación se usan dos símbolos: un pequeño círculo, de alrededor de 3/8 de pulgada, que denota una operación, y un pequeño cuadrado de 3/8 de pulgada de largo, que denota una inspección. Una operación tiene lugar cuando una parte bajo estudio se transforma intencionalmente o cuando se realiza su estudio o la planeación antes de realizar el trabajo productivo. Algunos analistas prefieren separar las operaciones manuales de las que se llevan a cabo sobre el papel.

Las operaciones manuales, por lo general, se relacionan con la mano de obra directa, mientras que el análisis de información con frecuencia es una porción de los costos indirectos o gastos. Una inspección tiene lugar, cuando la parte se examina para determinar su conformidad con un estándar. Debe hacerse notar que algunos analistas prefieren describir solo las operaciones y llaman al resultado diagrama de proceso descriptivo.

Antes de comenzar la construcción del diagrama de proceso de la operación, el analista identifica el diagrama con un título, “diagrama de proceso de la operación” y otra información, como número de la parte, número de dibujo, descripción del proceso, método actual y propuesto, fecha y nombre de la persona que hace el diagrama. La información adicional puede incluir número de diagrama, planta, edificio y departamento.

Las líneas verticales indican el flujo general del proceso al realizar el trabajo, las horizontales que llegan a las líneas de flujo verticales indican los materiales, ya sea comprados o trabajados durante el proceso. Las partes se muestran al entrar a una línea vertical para ensamble o al salir de una línea vertical para desarmarlo. Los materiales que se desarman o extraen se representan por una línea de materiales horizontal dibujada a la derecha de la línea de flujo vertical, mientras que los de ensamble se muestran con una línea horizontal dibujada a la izquierda de la línea vertical.

En general, el diagrama de proceso de la operación se construye de manera que no se crucen las líneas verticales y las horizontales. Si es necesario un cruce, se usa la práctica convencional para mostrar que no hay unión; esto es, se dibuja un pequeño semicírculo en la línea horizontal en el punto de intersección con la línea vertical.

Se asigna a cada operación e inspección los valores del tiempo, basados en estimaciones o en mediciones reales. Este diagrama ayuda al analista a visualizar el método actual, con todos sus detalles, para que pueda desarrollar procedimientos nuevos y mejores.

El diagrama de proceso de la operación indica el flujo general de las componentes de un producto, y como cada paso se muestra en la secuencia cronológica adecuada, el diagrama en sí es una distribución de planta ideal.

Qué es diagrama de flujo del proceso

Contiene mucho más detalle que el diagrama de proceso de la operación. Por lo tanto, es común que no se aplique el ensamble completo. Se usa, en principio, para cada componente de un ensamble o de un sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura o en procedimientos aplicables a una componente o secuencia de trabajo específicos. Este diagrama es valioso en especial al registrar los costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez medidos estos períodos no productivos, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, sus costos.

Además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso por la planta. Este diagrama requiere de símbolos adicionales a los usados en los diagramas de proceso de la operación. Una pequeña flecha significa un transporte, que se puede definir como mover un objeto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una D mayúscula indica una demora que ocurre cuando no se permite el procesamiento inmediato de una parte en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero sobre un vértice significa un almacenamiento, que sucede cuando una parte se detiene y es protegida contra el movimiento no autorizado. Estos cinco símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos del diagrama de procesos.

Los diagramas de flujo del proceso de uso común son de dos tipos: de producto o material. El diagrama de producto proporciona detalles de los eventos que ocurren sobre un producto o material, y el diagrama operativo da los detalles de cómo realiza una persona una secuencia de operaciones. Lo mismo que el diagrama de proceso de la operación, este diagrama se identifica con un título, “diagrama de flujo del proceso”, y se acompaña de información que incluye número de parte, su dibujo, descripción del proceso, método actual y propuesto, y el nombre de la persona que lo realiza. Otros datos, como planta, edificio o departamento, número de diagrama, cantidad y costo pueden ser valiosos para identificar por completo el trabajo al que se refiere el diagrama.

Para cada evento del proceso, el analista marca el símbolo adecuado e indica los tiempos de proceso o demora y las distancias de los transportes. Después conecta los símbolos de los eventos sucesivos con líneas. La columna de la derecha proporciona espacio para que escriba comentarios o recomendaciones de cambios potenciales.

El diagrama de flujo del proceso, igual que el diagrama de proceso de la operación es un fin, es solo un medio. Esta técnica facilita la eliminación o reducción de costos ocultos de un componente o varios. Además, al registrar las distancias, el diagrama tiene un gran valor para el mejoramiento de la distribución de planta.

Qué es diagrama de recorrido

Aunque el diagrama del flujo del proceso contiene la mayor parte de la información respecto al proceso de manufactura, no muestra el plano con el flujo del trabajo. En ocasiones, esta información ayuda a desarrollar un nuevo método. La mejor manera de proporcionar esta información es tomar un plano existente del área de la planta que se estudia y trazar las líneas del flujo que indican el movimiento del material de una actividad a la siguiente. Un diagrama de recorrido es una representación pictórica de la distribución de la planta y de los edificios que muestra la localización de todas las actividades del diagrama de flujo del proceso. Al elaborar el diagrama debe identificarse cada actividad con el símbolo y número correspondiente al que aparece en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica con pequeñas flechas sobre las líneas. Se pueden usar varios colores para indicar distintos flujos.

Este diagrama es un complemento útil del diagrama de flujo del proceso porque indica cómo regresar y las posibles áreas congestionadas, además facilita el desarrollo de la distribución de la planta ideal.

1.7 Nueve enfoques del análisis de la operación

El ingeniero industrial usa el análisis de la operación para estudiar todos los elementos productivos e improductivos de una operación con el propósito de incrementar la productividad por unidad de tiempo, reducir los costos unitarios y a la vez mejorar la calidad. Este análisis es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los existentes. Al usar el enfoque de preguntas en todas las facetas de la estación de trabajo, las herramientas necesarias y el diseño del producto, el analista puede desarrollar un centro de trabajo eficiente.

El análisis de la operación obtiene y presenta hechos mediante una variedad de técnicas para los diagramas de flujo del proceso. La experiencia indica que casi todas las operaciones se pueden mejorar si se les dedica suficiente atención.

1.7.1 Propósito de la operación

Este quizás sea el más importante de los 9 puntos del análisis de la operación. La mejor manera de simplificar una operación es formular una manera de obtener los mismos resultados o mejoras sin costo adicional. La regla fundamental de un analista es tratar de eliminar o combinar una operación antes de intentar mejorarla. Antes de desarrollar una forma de transferencia de información debe preguntarse; en realidad se necesita la forma? Con el avance de los actuales sistemas controlados por computadora debe reducirse la producción de formas y documentos. Con frecuencia, las operaciones innecesarias son el resultado de una planeación inadecuada al establecer el trabajo.

1.7.2 Diseño de partes

Los ingenieros de métodos con frecuencia piensan que una vez aceptado el diseño, su único recurso es planear su manufactura económica. Aun cuando es difícil introducir un pequeño cambio, un buen ingeniero de métodos debe revisar todos los diseños en busca de posibles mejoras. Los diseños se pueden cambiar; si el resultado es una mejora y la actividad del trabajo es significativa, entonces el cambio debe realizarse.

Para mejorar el diseño, deben tomarse en cuenta las siguientes bases para obtener diseño de menor costo en cada componente y sub-ensamble:

1. Simplificar los diseños para reducir el número de partes.
2. Reducir el número de operaciones y las distancias recorridas en la fabricación, ensamblando mejor las partes y facilitando el maquinado.
3. Utilizar mejores materiales.
4. Liberar tolerancias y apoyar la exactitud en las operaciones clave, en lugar de ser en una serie de límites estrechos.
5. Diseñar para la fabricación y el ensamble.

1.7.3 Tolerancias y especificaciones

El tercero de los nueve puntos del análisis de la operación se refiere a las tolerancias y las especificaciones que se relacionan con la calidad del producto, es decir, su habilidad para satisfacer una necesidad dada. Mientras las tolerancias y las especificaciones siempre se toman en cuenta al revisar el diseño, en general, esto no es suficiente; deben estudiarse independientemente de otros enfoques del análisis de la operación.

Los diseñadores pueden tender a incorporar especificaciones más rígidas de lo necesario al desarrollar el producto. Esto puede deberse a una falta de conocimiento de los costos y a la idea de que es necesario establecer tolerancias y especificaciones más estrechas para que los departamentos de manufactura produzcan dentro de la tolerancia real.

Investigando las tolerancias y especificaciones y tomando las medidas necesarias, la compañía puede reducir los costos de inspección, minimizar el desperdicio, disminuir los costos de reparación y mantener una calidad alta.

1.7.4 Material

Uno de los primeros puntos que el ingeniero considera al diseñar un nuevo producto es qué material debe usarse. Como puede ser difícil elegir el material correcto debido a la gran variedad disponible, con frecuencia es más práctico incorporar un material mejor y más económico al diseño existente.

Los analistas de métodos deben examinar las siguientes posibilidades para los materiales directos e indirectos en un proceso:

1. Encontrar un material menos costoso
2. Encontrar materiales que sean más fáciles de procesar
3. Usar materiales de manera más económica
4. Usar materiales de desecho
5. Usar materiales y suministros de manera más económica.
6. Estandarizar los materiales.
7. Encontrar el mejor proveedor respecto al precio y disponibilidad.

1.7.5 Secuencia y procesos de manufactura

Conforme la tecnología de manufactura del siglo XXI elimine la fabricación con mano de obra para dar paso a los procedimientos de capital intensivo, los ingenieros de métodos tendrán que enfocarse al ensamble y maquinado multifuncional y de multi-ejes. Los ingenieros de métodos deben entender que el tiempo dedicado al proceso de manufactura se divide en tres pasos: planeación y control de inventarios, operaciones de preparación y manufactura en proceso.

Todavía más, es frecuente encontrar que estos procedimientos, en suma, sólo tienen una eficiencia cercana a 30% desde el punto de vista del mejoramiento de los procesos.

Para perfeccionar el proceso de manufactura, el analista debe considerar los siguientes puntos:

1. Reorganización de las operaciones
2. Mecanización de las operaciones manuales
3. Utilización de instalaciones mecánicas más eficientes
4. Operación más eficiente de las instalaciones mecánicas
5. Fabricación cerca de la forma final
6. Uso de robots

1.7.6 Preparaciones y herramientas

Uno de los elementos más importantes de todas las formas de trabajo, herramientas y preparaciones es su economía. La cantidad de herramientas que proporciona las mayores ventajas depende de: 1) la cantidad de producción, 2) lo repetitivo del negocio, 3) la mano de obra, 4) los requerimientos de entrega y 5) el capital necesario.

El error más importante entre los planeadores y los fabricantes de herramientas es comprometer el dinero en herramientas que muestran grandes ahorros al usarlas, pero que rara vez operan. La ventaja económica de menores costos de mano de obra es el factor de control al determinar las herramientas; en consecuencia, los dispositivos sencillos pueden ser una buena opción, aún cuando se usen en pequeñas cantidades. Una vez determinada la cantidad de herramientas necesaria, deben evaluarse las características específicas de los diseños más favorables para la producción.

1.7.7 Manejo de materiales

El manejo de materiales incluye movimientos, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Primero, el manejo de materiales debe asegurar que las partes, la materia prima, los materiales en proceso, los productos terminados y los suministros se muevan periódicamente de un lugar a otro. Segundo, como la operación requiere materiales y suministros en un tiempo específico, el manejo de materiales asegura que ningún proceso de producción o cliente se detenga por la llegada temprana o tardía de los materiales. Tercero, debe garantizar que los materiales se entreguen en el lugar correcto. Cuarto, asegurar que los materiales se entreguen sin daños y en la cantidad adecuada. Por último, el manejo de materiales debe tomar en cuenta espacios de almacén, tanto temporales como permanentes.

Un axioma es que la parte mejor manejada es la que menos se maneja manualmente. Los siguientes cinco puntos deben considerarse para reducir el tiempo dedicado al manejo de materiales: 1) reducir el tiempo dedicado a recoger el material; 2) usar equipo mecanizado o automático; 3) utilizar mejor las instalaciones de manejo existentes; 4) manejar los materiales con más cuidado; y 5) considerar la aplicación de códigos de barras para los inventarios y actividades relacionadas.

1.7.8 Distribución de planta

El objetivo principal de una distribución de planta efectiva es desarrollar un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de productos, con la calidad deseada, al menor costo. La distribución física es un elemento importante del sistema de producción que comprende instrucciones de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, determinación de rutas y despacho. Todos estos elementos deben integrarse con cuidado para satisfacer el objetivo establecido.

Dentro de los tipos de distribución podemos mencionar dos: por producto o en línea y por proceso o funcional.

En la distribución en línea, la maquinaria se localiza de tal manera que el flujo de una operación a la siguiente se minimiza para cualquier grupo de productos. En una organización que usa esta técnica, es común ver una pulidora de superficies entre una fresadora y un torno revólver, con una mesa de ensamble y un tanque de recubrimiento en el área contigua.

Este tipo de distribución es común en ciertas operaciones de producción en masa, pues los costos de manejo de materiales son más bajos que para el agrupamiento de procesos.

1.7.9 Diseño del trabajo

Se refiere a las técnicas de diseño del trabajo , tanto del trabajo manual y los principios de economía de movimientos que están divididos en: relativos al cuerpo humano, diseño de herramientas y diseño del trabajo, así como los principios ergonómicos del lugar de trabajo y el diseño de estaciones de trabajo.

1.8 Eficiencia, eficacia y productividad

La eficiencia es un factor que determina lo obtenido frente a lo planificado; toma en cuenta que los resultados se hayan entregado en el tiempo planificado. La eficacia consiste en lograr el objetivo planificado, pero sin importar los recursos utilizados para lograrlo.

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad de productos que se han fabricado, es una medida de lo bien que se han administrado los recursos. Se calcula en forma de índice a través de la división, producción, partido e insumo.

Se establece que existen 2 tipos de productividad en general en el área de manufactura:

- Productividad total: divide la producción entre todos los insumos utilizados en el proceso.
- Productividad parcial: divide la producción entre un insumo.

1.9 Implementación del método propuesto

Los seres humanos, por naturaleza, resienten los intentos de otros para influir en su pensamiento. Cuando alguien se acerca con una idea nueva, la reacción instintiva es defenderse contra ella y resistir los cambios. Cada persona siente que debe proteger su propia individualidad y preservar la santidad de su ego.

Todos tenemos el suficiente egocentrismo como para convencernos de que nuestras ideas son mejores que las de todos los demás. Es natural reaccionar de esta manera, aun cuando la nueva idea nos traiga beneficios. Si la idea no tiene algún mérito, existe la tendencia a resentirla porque no pensamos en ella antes.

La presentación del método propuesto debe incluir la toma de decisiones que condujo a la elección del diseño final y hacer hincapié en los ahorros que puede lograr. El informe del analista debe resaltar los ahorros en materiales (tanto directos como indirectos) y en la mano de obra (tanto directa como indirecta).

La segunda parte es la calidad y la confiabilidad de la mejora posible al instalar el método mejorado. Los administradores progresistas reconocen que la clave para la supervivencia continua de cualquier productor de bienes y servicios es la habilidad para suministrar materiales de calidad de manera oportuna y consistente. La tercera parte importante de la presentación es la recuperación de la inversión de capital. Una vez presentado y vendido el método propuesto, se puede instalar. Al igual que la presentación, requiere habilidades de ventas.

Durante la instalación, el analista debe continuar con la venta del método propuesto a los ingenieros y técnicos en su propio nivel, a los ejecutivos y supervisores, y a la mano de obra y los representantes organizados de los trabajadores.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Uso del producto

Dentro de la gama de productos que se elaboran en la empresa, hemos decidido realizar el análisis del chocolate Bandido. Como es obvio, es un producto comestible para consumo, y se compone básicamente de tres partes: la oblea o galleta, que tiene tres capas rellenas en medio con crema y una cobertura superficial de chocolate.

Por tanto, del proceso se obtiene un producto que se guarda en un empaque metalizado color café en donde se especifican algunos datos tales como los ingredientes empleados en su elaboración, el nombre de la empresa fabricante, la marca del producto, etc.

Por el segmento del mercado al que busca llegar, el chocolate Bandido se encuentra en tiendas, abarroterías, supermercados, depósitos, etc. y se comercializa como un producto de consumo popular, es decir, no se pretende competir con chocolates importados o similares.

2.2 Materias primas necesarias

Como hemos mencionado antes, básicamente el chocolate Bandido se compone de tres partes: la galleta, el relleno y la cobertura de chocolate.

Los ingredientes empleados en la elaboración de la oblea o galleta son agua, lecitina de soya, aceite vegetal, sal, almidón, azúcar, harina y bicarbonato. En el proceso, con estos insumos se prepara una mezcla, denominada batido, en una termo-mezcladora y luego dicha mezcla se deposita en moldes y se hornea para formar las galletas.

El relleno se hace utilizando cocoa, manteca, azúcar y químicos (sabor), y de igual forma que con el batido, todos los ingredientes se mezclan y luego se hacen pasar por una batidora industrial que prepara el relleno tal y como se utilizará.

Para la cobertura de chocolate se utilizan los siguientes ingredientes: manteca vegetal, sal, azúcar, lecitina de soya, aceite vegetal, cocoa, leche entera en polvo, cocoa (cacao en polvo), sabores naturales y artificiales.

2.3 Durabilidad del producto

Cuando se elabora el chocolate Bandido, se tienen ciertos estándares de calidad que deben cumplirse con el objeto de que el producto final tenga garantía de que es apto para el consumo, y el departamento de control de calidad vela por que se cumpla lo anterior.

Por ejemplo, la mezcla con la que se fabrica la galleta tiene que tener un valor medio en la escala de PH, es decir que no debe ser muy alcalino ni muy ácido, sino que tiene que estar equilibrado para obtener la máxima calidad. Esto además garantiza el mayor tiempo de vida de anaquel, que se estima en 8 meses, a lo cual contribuye también el tipo de empaque que se utiliza para envolverlo, que es un empaque metalizado, que protege al producto de factores ambientales como la humedad y además otorga una presentación atractiva y agradable a la vista.

2.4 Distribución de maquinaria actual

Las máquinas y herramientas que intervienen en la producción del chocolate Bandido de tres obleas, se encuentran distribuidas en un área rectangular con las siguientes dimensiones.

Del bosquejo que se presenta a continuación el área efectiva utilizada para la distribución de la maquinaria está comprendida por las siguientes dimensiones:

$$\left. \begin{array}{l} 29.70 \text{ m de largo} \\ 14.76 \text{ m de ancho.} \end{array} \right\} \text{Área} = 438.37 \text{ m}^2$$

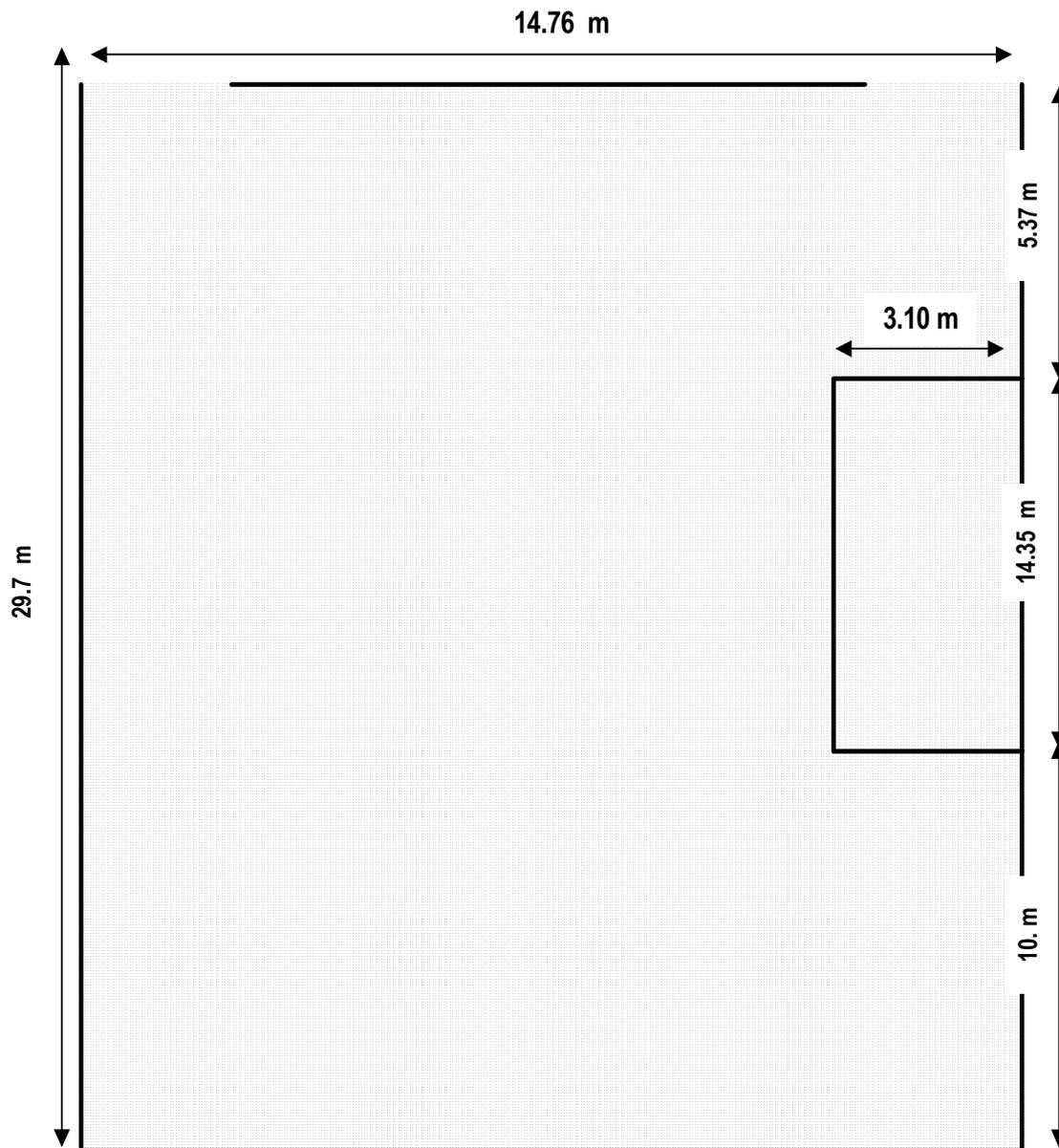
Área ocupada por oficinas :

$$\left. \begin{array}{l} 14.35 \text{ m de largo} \\ 03.10 \text{ m de ancho} \end{array} \right\} \text{Área} = 44.49 \text{ m}^2$$

Para un área disponible total de :

$$\text{Área disponible} = 438.37 \text{ m}^2 - 44.49 \text{ m}^2 = 393.88 \text{ m}^2$$

Figura 1. Bosquejo de la distribución de máquinas y herramientas



Las máquinas y herramientas que intervienen en la producción del chocolate Bandido de tres obleas se encuentran distribuidas de la siguiente manera :

2.4.1 Descripción de la maquinaria

2.4.1.1 Turbo-mezcladora

Se utiliza para mezclar la fórmula e ingredientes que en conjunto forman la harina para la oblea. La mezcla obtenida de esta máquina, se encuentra en estado líquido-viscoso.

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática.

Marca HOBART.

Ocupa un área efectiva de $(1.20 \text{ m }) \times (1 \text{ m }) = 1.20 \text{ m}^2$

2.4.1.2 Mezcladora

Se utiliza para mezclar la fórmula y los ingredientes que en conjunto forman la crema que llevan las obleas (galletas) en medio.

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática.

Marca HOBART.

Ocupa un área efectiva de $(1.20 \text{ m }) \times (1 \text{ m }) = 1.20 \text{ m}^2$

2.4.1.3 Trituradora

Se utiliza para la trituración y pulverización de oblea (galleta) que se va a reutilizar.

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática

Marca HOBART

Ocupa un área efectiva de (1.20 m) x (1 m) = 1.20 m²

2.4.1.4 Horno de 18 moldes

Se utiliza para la fabricación de la oblea (galleta). Este horno posee solamente 18 moldes de fabricación.

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática

Ocupa un área efectiva de (1.80 m) x (4.60 m) = 8.28 m²

2.4.1.5 Horno de 30 moldes

Se utiliza para la fabricación de la oblea (galleta). Este horno posee 30 moldes de fabricación.

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática

Ocupa un área efectiva de (1.80 m) x (9.83 m) = 17.70 m²

2.4.1.6 Máquina untadora

Esta máquina tiene como función untar las obleas (galletas) con la crema obtenida en la máquina 2, para posteriormente dar la formación a libros de oblea.

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática

Ocupa un área efectiva de (1.10 m) x (0.75 m) = 0.83 m²

2.4.1.7 Túneles de enfriamiento

Estos túneles tienen como función disminuir la temperatura (enfriar) de los libros de oblea (galleta) y de barras de chocolate.

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática

Ocupa un área efectiva de (7.90 m) x (0.75 m) = 5.925 m²

2.4.1.8 Cortadora

Esta máquina tiene como función cortar en piezas rectangulares los libros de oblea (galleta + mezcla de crema) para empezar a tomar la forma deseada (barras).

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática

Ocupa un área efectiva de (2.20 m) x (3.50 m) = 7.70 m²

2.4.1.9 Refinadora de chocolate

Esta máquina tiene como función mezclar todos los ingredientes para la formación del chocolate.

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática

Ocupa un área efectiva de (3.38 m) x (3.5 m) = 11.83 m²

2.4.1.10 Rociadora de chocolate

Esta máquina tiene como función bañar las barras de galleta formadas por la cortadora.

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática

Ocupa un área efectiva de (0.80 m) x (1.75 m) = 1.40 m²

2.4.1.11 Máquina forradora

Esta máquina tiene como objeto colocar el empaque al chocolate ya terminado (barras de galleta + mezcla de crema + chocolate).

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo semi-automática

Ocupa un área efectiva de (4.00 m) x (1.90 m) = 7.60 m²

2.4.1.12 Selladora de bolsas

Tiene como objeto sellar las bolsas de chocolate (en fardos de 24 unidades).

Especificación :

Trabaja a base de energía mecánica.

Tipo manual

Ocupa un área efectiva de (1.00 m) x (1.00 m) = 1 m²

2.4.1.13 Selladora de caja

Tiene como objeto sellar las cajas con 24 bolsas (fardos).

Especificación :

Trabaja con un voltaje de 240 V.

Tipo automático

Marca 3M-MATIC

Ocupa un área efectiva de (1.70 m) x (0.80 m) = 1.36 m²

Tabla I. Área efectiva ocupada por máquina

MAQUINA No.	ÁREA EFECTIVA OCUPADA
1.	1.20 m ²
2-	1.20 m ²
3-	1.20 m ²
4.	8.28 m ²
5.	17.70 m ²
6.	0.80 m ²
7.	5.92 m ²
8.	7.70 m ²
9.	11.83 m ²
10.	1.40 m ²
11.	7.60 m ²
12	1.00 m ²
13.	1.36 m ²
TOTAL	67.19 m ²

Área disponible = 393.88 m²

Área utilizada = 67.19 m²

Área efectiva disponible = 393.88 m² - 67.19 m² = 326.69 m²

2.5 Eficiencia y productividad de la línea

La eficiencia de la línea actual es del 83 %, dicho factor es calculado al dividir lo obtenido en la línea entre lo planificado. La velocidad de esta línea es de 175 unidades de chocolate por minuto, trabajan 12 horas diarias, de las cuales 11.25 horas son efectivas, dando una producción al día de:

Velocidad de línea: 175 unidades por minuto
Horas efectivas por día: 11.25
Unidades por día: 118,125 unidades por día
Eficiencia real: 83%
Unidades reales por día: 98,043 unidades por día

La productividad actual de la línea de mano de obra se calcula de la forma siguiente:

Total de personal directo que interviene en el proceso: 13
Horas efectivas en el turno: 11.25
Producción obtenida por día: 98,043
Productividad de und/H-H = $98,043 \text{ unidades} / (11.25 \text{ hrs} \times 13 \text{ personas})$
Productividad de und/H-H = 670.37 unidades / hora-hombre

2.6 Descripción del proceso de fabricación

Descripción detallada

La elaboración del chocolate Bandido de 3 obleas tiene como producto terminado un peso de 13 gr. y tiene como ingredientes:

Harina de Trigo

Sal

Aceite

Lecitina de soya

Azúcar

Bicarbonato de sodio

Almidón

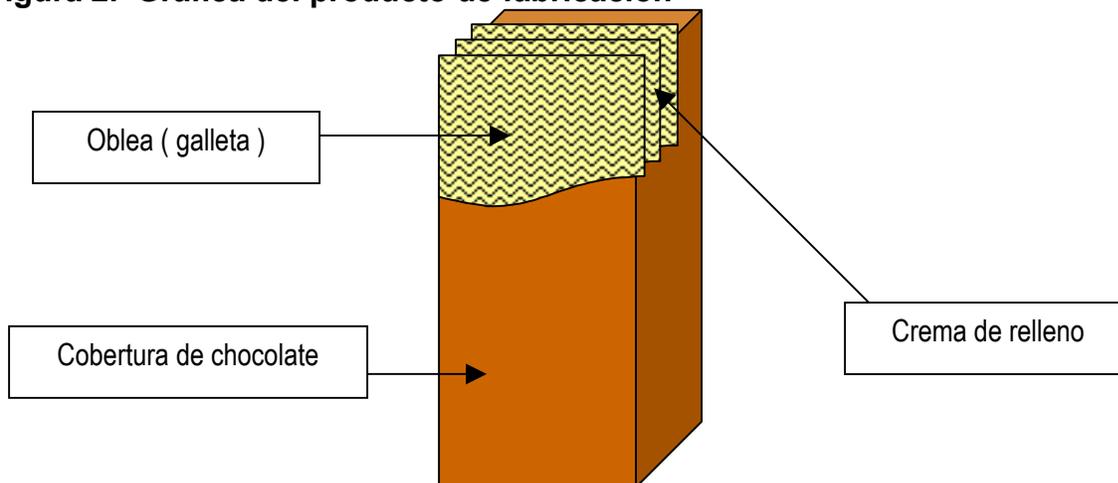
Manteca vegetal

Cocoa

Leche entera en polvo
Sabores naturales y artificiales

De igual manera, el desglose de un proceso detallado en la fabricación de este producto depende del éxito de tres procesos centrales: la fabricación de la oblea (galleta), la fabricación de la crema y la fabricación del chocolate; que en unión son los procesos básicos para la presentación del chocolate Bandido.

Figura 2. Gráfica del producto de fabricación



Elaboración de batidos

Para la elaboración de los batidos se trasladan los ingredientes desde la bodega de materia prima hasta el área de batidos. Allí se vacían en la turbo-mezcladora automática el agua, lecitina de soya, aceite vegetal, sal, almidón, azúcar, harina y bicarbonato. Todos estos ingredientes se mezclan durante un lapso de 15 minutos.

Posteriormente, cuando ha transcurrido el tiempo y la mezcla está lista, entonces se deposita en cubetas (la turbo-mezcladora tiene capacidad para 5 cubetas) y se colocan las cubetas en un carro para trasladarlas al horno que elabora las galletas.

Elaboración de obleas (galletas)

La mezcla preparada en la turbo-mezcladora se deposita en la tolva o depósito que tiene el horno. El horno 1 tiene 30 planchas y el horno 2 tiene 18 planchas; para el horno 2 que es donde se elabora el chocolate Bandido de 13 gramos se tiene una velocidad de producción de 11 obleas por minuto, lo que hace unas 660 obleas por hora, y como la velocidad del horno es constante, la producción por extensión también lo es.

El horno automáticamente extrae la mezcla de la tolva y la vacía en las planchas o moldes que se introducen directamente dentro de la máquina para cocinarse a una temperatura promedio de 353 °C. Las planchas salen del horno y caen en una banda transportadora que dirige las galletas hasta un receptáculo que las apila. Posteriormente, el operador toma las galletas y las apila en una mesa para esperar a que las utilicen para elaborar los libros.

Elaboración de chocolate

La elaboración de la cobertura de chocolate se realiza en la refinadora de chocolate. Esta operación tarda aproximadamente 480 min. Los ingredientes esenciales para la elaboración de la cobertura de chocolate son manteca vegetal, azúcar entera o azúcar molida, lecitina de soya, cocoa, sal y leche entera en polvo.

Fabricación de crema para relleno

El relleno es la mezcla viscosa que se unta entre las galletas para elaborar los libros y se fabrica utilizando cocoa (cacao en polvo), manteca vegetal, azúcar y sabores naturales y artificiales.

Todos los ingredientes mencionados anteriormente se trasladan de la bodega de materia prima al área de batidos en donde se encuentra la mezcladora Hobart que prepara la crema para el relleno. El operador deposita los ingredientes en una olla y pone a funcionar la máquina que trabaja automáticamente por espacio de unos 15 minutos.

Después de ese tiempo la máquina se detiene automáticamente y entonces el operador retira la olla y la coloca en un carrito para trasladarla hasta donde está la untadora que unta la crema en las galletas para formar los libros.

Elaboración de libros

Los libros se componen cada uno de tres obleas o galletas con dos capas interiores de crema de relleno. Así que para hacer un libro se necesita disponer de galletas y de crema de relleno.

En la máquina untadora hay un contenedor en donde se apilan las obleas y luego se conducen por una banda transportadora que hace pasar las galletas bajo unos rodillos que le aplican el relleno, y cuando salen dos galletas con relleno la operadora coloca una galleta encima de la otra y añade una galleta más.

Con esta operación los libros ya están hechos y se siguen transportando por medio de una banda hasta llevarlos a un túnel de enfriamiento en donde conducen los libros con el objeto de que tomen consistencia debido a que la temperatura del túnel permite que la crema de relleno y la oblea se solidifiquen, y cuando los libros salen en el otro extremo del túnel están ya listos para que los corten.

Corte de libros

Luego de haberse formado los libros de oblea (galleta), estos se conducen por una banda transportadora a través de un primer túnel de enfriamiento que se encuentra a 4 °C.

Al salir los libros del túnel de enfriamiento, se apilan para proceder a cortarlos en una máquina cortadora; la cual da la forma de barras a los libros.

Aplicación de cobertura de chocolate

Ya obtenidas las barras de oblea (galleta), se conducen por una banda transportadora hacia la rociadora de chocolate, la cual cubre las barras de galleta. Posteriormente pasan por un propulsor de aire, que tiene como fin eliminar el exceso de cobertura de chocolate en las barras.

Luego de haber sido eliminado el exceso de cobertura de chocolate, siempre en la misma banda transportadora, las barras de chocolate se transportan a través de un segundo túnel de enfriamiento, el cual al igual que el primero se encuentra a 4°C.

Empaque por unidades de chocolate

Después del túnel de enfriamiento, las barras de chocolate son inspeccionadas y colocadas en un canal que conduce hacia una banda empujadora espaciadora, la cual pasa a través de un machucador que en su interior conlleva el forro metálico y de presentación de chocolate.

Empaque por bolsas

Después de haber colocado el forro a las barras de chocolate en la máquina forradora, se obtiene prácticamente el producto terminado (chocolate Bandido), que para este caso se presenta en bolsas de 24 unidades.

Empaque por cajas

Luego de haber sido empacado el chocolate Bandido por bolsas, se colocan en las cajas de presentación y resguardo del chocolate Bandido que contienen en su interior 24 bolsas con 24 unidades cada una. Posteriormente se entariman y son trasladadas a la bodega de producto terminado.

2.7 Diagrama de operaciones actual, diagrama de flujo actual y diagrama de recorrido del proceso actual

Ver

Figura 11. Diagrama de recorrido actual

Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso

Figura 16. Diagrama de flujo del proceso

2.8 Cantidad de personas que operan la línea y sus funciones

Actualmente la línea es operada por 12 personas desglosadas en la siguiente forma.

<u>Función</u>	<u>Cantidad de personas</u>
Batidos	1
Horno	1
Aplicar crema	1
Cortar libros	1
Ordenar galleta	1
Operar cavana	1
Empacar galletas	4
Encajar y entarimar	2
Supervisor de producción	1
TOTAL	13

Operador de batidos

Mezclar los ingredientes que entrega la bodega de materiales en un mezclador, teniendo cuidado de mantener la viscosidad y acidez, así como mantener un despacho continuo al horno para que no se quede sin producto.

Operador de horno

Mantener la temperatura del horno según especificaciones de calidad, así como mantener el porcentaje de desperdicio en el horno, que la mayor parte es el poporopo que sale de la oblea, así como la oblea que sale perforada y cruda. Debe llevar un control de pesos de las obleas que salen del horno, así como empacar en bolsas térmicas la oblea que sale del horno para que no permanezca más de 5 minutos a temperatura ambiente.

Operador de cremadora

Aplicación de crema a las obleas que salen del horno por medio de la formación de libros (un libro es de 3 obleas), manteniendo una aplicación constante y controlada de crema a la oblea para mantener los estándares.

Operador de cortadora de libros

Cortar los libros en las cuchillas de la máquina cortadora, buscando la forma de mantener un desperdicio dentro de las especificaciones, así como mantener un flujo constante de aplicación de cobertura a las galletas, limpiando la tolva para evitar que se interrumpa la cascada.

Ordenador de galletas

Su función principal es trasladar las galletas del túnel de enfriamiento a la banda de alimentación de la cavana. Debe dar aviso a la persona encargada de la cortadora de libros cuando la galleta venga semi-cubierta de chocolate.

Operador de cavana

Debe operar la máquina empacadora. Su función principal es mantener un desperdicio dentro de los estándares, mantener centrado el papel y optimizar el uso de la máquina.

Empacador de galletas

Consiste en tomar las galletas o chocolates de la banda e ingresarlos a una bolsa según la cantidad solicitada. Debe hacer pruebas de sellado de empaque, así como avisar a la operadora de cavana cuando haya algún problema en el material de empaque.

Encajador y entarimador

Su función principal es sellar las bolsas que entregan las embolsadoras en una máquina de calor de pedal, así como encajar las bolsas y entarimar las cajas que salen de la línea.

2.9 Diagrama hombre-máquina actual (Figura 20.)

Descripción:

Operador: persona encargada de manejar las máquinas en el área de elaboración de batidos.

Mezcladora 1: turbo-mezcladora automática empleada para elaborar la preparación (mezcla) para hacer la galleta del chocolate Bandido.

Mezcladora 2: mezcladora automática marca Hobart utilizada para fabricar la crema para el relleno del chocolate Bandido.

Triturador: máquina usada para reciclar el producto desechado.

Tabla II. Tabla de tiempos

*Tiempo en minutos

	OPERADOR	TURBO-MEZCLADORA	MEZCLADORA	TRITURADOR
T _{operación}	12.82	15	15	10
T _{servicio}	-	4.75	6.33	1.25
T _{ocio}	8.51	-	-	-
T _{muerto}	-	1.58	-	20.08
T _{ciclo}	21.33	21.33	21.33	21.33

2.10 Desperdicio de materia prima en línea

En esta parte se hizo un análisis del desperdicio actual que se tiene en el área de galleta, especialmente donde se fabrica el chocolate. Sólo se hizo el cálculo para la oblea, que es uno de los ingredientes principales. Se tomaron varios días de producción para tener valores representativos.

A continuación se presentan los datos tomados durante la realización del proceso de elaboración del producto. Como datos generales se encuentran los siguientes.

Capacidad de 1 batido = 5 cubetas de materia prima (mezcla)

Capacidad de 1 tolva = 3 cubetas de materia prima (mezcla)

Capacidad de producción de horno 2 = 11 obleas por minuto (660 obleas por hora)

Peso del costal = 0.15 kg

Recopilación de datos

1ª Medición:

Tiempo de 1 tolva = 50 minutos

Tiempo de 1 batido = 83 minutos = 1 hora 23 minutos

Temperatura promedio = 365°C

Producción = 11 obleas/min x 83 min. = 913 obleas por batido

Peso promedio de oblea = 421 gramos (10 unidades)

= 42.1 gramos (1 unidad)

Peso total por batido = 42.1 gramos x 913 obleas/1000 = 38.44 kg

Desperdicio = 5.2 kg – 0.15 kg = 5.05 kg

obleas malas = 1.8 kg – 0.15 kg = 1.65 kg

Total : 6.70 kg

Porcentaje de desperdicio = 6.70 / 38.44 = 0.1743 = 17.43 %

Observaciones

1. El alto porcentaje de desperdicio se debe en parte a que una de las planchas del horno se encontraba descalibrada, por lo que todas las unidades provenientes de dicha plancha eran desechadas por salir en malas condiciones.

2. Se ha descontado el peso calculado del costal con el objeto de tener el peso neto del poporopo y de las obleas desechadas.

Nota: a partir de la segunda medición se realizaron cálculos con 4 muestras tomadas aleatoriamente por batido consumido, midiendo para cada muestra la temperatura del horno y el peso de 10 unidades de galletas para calcular el peso unitario promedio.

Tabla III. Recopilación de datos 2ª medición

	Temperatura (°C)	Peso (10u); (gramos)	Peso unitario (gramos)
1	352	414	41.4
2	350	414	41.4
3	348	422	42.2
4	352	416	41.6
Promedio	350.5	416.5	41.65

Tiempo

Tolva 50 min

Batido 1 h 23 min = 83 min

Obleas por minuto = 11 unidades

Obleas por batido = 11 obleas/min x 83 min = 913 obleas

Peso total por batido = 41.65 gr/oblea x 913 obleas/1000 = 38.03 kg

Desperdicio = 3.5 kg – 0.15 kg = 3.35 kg

Obleas malas = 0 kg

Porcentaje de desperdicio = 3.35 / 38.03 = 0.0881 = 8.81 %

Observaciones

No se obtuvieron obleas malas; durante el día anterior se calibró la plancha del horno que estaba mala y el porcentaje de obleas malas se redujo considerablemente, al grado que el horno estuvo trabajando bastante bien.

Tabla IV . Recopilación de datos 3ª medición

	Temperatura (°C)	Peso (10 u); (gramos)	Peso unitario (gramos)
1	350	405	40.5
2	351	409	40.9
3	352	423	42.3
4	348	421	42.1
Promedio	350.25	414.5	41.45

Tiempo

Batido 1 h 17 min = 77 min

Obleas por minuto = 11 unidades

Obleas por batido = 11 obleas/min x 77 min = 847 obleas

Peso total por batido = 41.45 gr/oblea x 847 obleas/1000 = 35.11 kg

Desperdicio = 3.35 kg – 0.15 kg = 3.20 kg

Obleas malas = 0.50 kg – 0.15 kg = 0.35 kg

Total = 3.55 kg

Porcentaje de desperdicio = 3.55 / 35.11 = 0.1011 = 10.11 %

Tabla V. Recopilación de datos 4ª medición

	Temperatura (°C)	Peso (10 u); (gramos)	Peso unitario (gramos)
1	351	425	42.5
2	346	420	42.0
3	354	426	42.6
4	352	441	44.1
Promedio	350.75	428	42.8

Tiempo

Batido 1 h 20 min = 80 min

Obleas por minuto = 11 unidades

Obleas por batido = 11 obleas/min x 80 min = 880 obleas

Peso total por batido = 42.8 gr/oblea x 880 obleas/1000 = 37.66 kg

Desperdicio = 4.65 kg – 0.15 kg = 4.50 kg

Obleas malas = 0.55 kg – 0.15 kg = 0.40 kg

Total = 4.90 kg

Porcentaje de desperdicio = 4.9 / 37.66 = 0.1301 = 13.01 %

Tabla VI. Recopilación de datos 5ª medición

	Temperatura (°C)	Peso (10 u); (gramos)	Peso unitario (gramos)
1	354	410	41.0
2	351	401	40.1
3	349	398	39.8
4	349	402	40.2
Promedio	350.75	402.75	40.27

Tiempo

Batido 1 h 22 min = 82 min

Obleas por minuto = 11 unidades

Obleas por batido = 11 obleas/min x 82 min = 902 obleas

Peso total por batido = 40.27 gr/oblea x 902 obleas/1000 = 36.33 kg

Desperdicio = 3.75 kg – 0.15 kg = 3.60 kg

Obleas malas = 0 kg

Total = 3.60 kg

Porcentaje de desperdicio = 3.6 / 36.33 = 0.0991 = 9.91 %

Tabla VII. Recopilación de datos 6ª medición

	Temperatura (°C)	Peso (10 u); (gramos)	Peso unitario (gramos)
1	351	411	41.1
2	351	457	45.7
3	350	417	41.7
4	352	408	40.8
Promedio	351	423.25	42.32

Tiempo

Batido 1 h 27 min = 87 min

Obleas por minuto = 11 unidades

Obleas por batido = 11 obleas/min x 87 min = 957 obleas

Peso total por batido = 42.32 gr/oblea x 957 obleas/1000 = 40.50 kg

Desperdicio = 4.10 kg – 0.15 kg = 3.95 kg

Obleas malas = 0.4 kg – 0.15 kg = 0.25 kg

Total = 4.20 kg

Porcentaje de desperdicio = 4.2 / 40.5 = 0.1037 = 10.37 %

Tabla VIII. Resumen resultados recopilación de datos

No.	Temperatura (°C)	Tiempo por batido (min)	Unidades producidas	Peso total (kg)	Desperdicio (kg)	Porcentaje desperdicio
1	365	83	913	38.44	6.7	17.43
2	350.50	83	913	38.03	3.35	8.81
3	350.25	77	847	35.11	3.55	10.11
4	350.75	80	880	37.66	4.90	13.01
5	350.75	82	802	36.33	3.60	9.91
6	351	87	857	40.50	4.20	10.37
Prom.	353.04°C	82 min	802 u	37.68 kg	4.38 kg	11.61 %

*Datos para 1 batido

* El peso promedio unitario de cada oblea es de 41.77 gramos

Los datos se recopilaron tomando muestras al azar escogidas aleatoriamente durante la operación del proceso con el propósito de obtener los resultados más objetivos posibles. Además, se procuró intervenir lo menos que se pudo con el desarrollo normal de las actividades de operación y de los operarios, tratando de evitar la alteración o manipulación de la situación para que los resultados sean también los más reales posibles.

Se notó que el día (jueves) en el que hubo un solo operador en el horno, se obtuvo el porcentaje de desperdicio más bajo (8.81 %), en parte debido a que cuando están los dos se distraen uno al otro o se descuidan ambos de colocar bien aquellas obleas que se quedan atoradas, mientras que la jornada completa en la que trabajó un solo operador, éste estuvo más atento a cualquier anomalía que se presentó.

El jueves y viernes se pudieron realizar dos mediciones cada día debido a tener un mejor conocimiento del proceso y de saber con mayor exactitud cuáles eran los datos que interesaban, además de la mejor cooperación de los operarios del horno y de la mezcladora.

2.11 Consumo de los ingredientes especiales

Se determinaron los porcentajes en peso que deben llevar los ingredientes principales que son oblea, chocolate y crema. Para obtener las variaciones de peso del producto final se tomaron muestras escogidas aleatoriamente de la línea de producción.

Los insumos requeridos para la elaboración de 1 fardo de chocolate de 13 gramos (dados en porcentajes y en gramos) según la fórmula son los siguientes:

Batido	25 %	1,849 gramos
Crema	39 %	2,938 gramos
Relleno	<u>36 %</u>	<u>2,701 gramos</u>
	100 %	7,488 gramos

De lo anterior (fórmula), se estimó cuánto debería ser el peso de la oblea, crema y cobertura en cada unidad producida (1 fardo contiene 576 chocolates).

Los datos son:

Oblea por unidad:	47 gramos / oblea	=	3.21 gramos
Crema por unidad:		=	5.10 gramos
Cobertura por unidad:		=	<u>4.68 gramos</u>
Total		=	13 gramos

A continuación se muestran los datos obtenidos del muestreo realizado en la línea de producción.

Tabla IX. Datos de muestreo en la línea de producción

No.	Peso oblea (10 u); (grs.)	Peso unitario (grs.)	Peso libro (grs.)	Peso chocolate (grs.)
1	410	41.0	289	11
2	401	40.1	301	11
3	398	39.8	298	11
4	402	40.2	310	11
5	411	41.1	296	11
6	457	45.7	303	11
Prom	413.17	41.32	299.5	11

Observaciones

1 libro se compone de 3 obleas + 2 capas de relleno

de unidades por libro = 44

Cálculos

Oblea por unidad = $41.32 \text{ gramos} \times 3 = 123.96 \text{ gramos} / 44 \text{ u} = 2.82 \text{ gramos}$

Crema por unidad = $299.5 \text{ g} - 3(41.32 \text{ g}) = 175.54 \text{ g} / 44 \text{ u} = 3.99 \text{ gramos}$

Cobertura por unidad = $11 \text{ g} - 2.82 \text{ g} - 3.99 \text{ g} = 4.19 \text{ gramos}$

Resultados

<u>Consumo real</u>	<u>Fórmula</u>
Oblea por unidad:	2.82 gramos = 25.64 % > 3.21 gramos = 25 %
Crema por unidad:	3.99 gramos = 36.27 % < 5.10 gramos = 39 %
Cobertura por unidad:	<u>4.19 gramos</u> = 38.09 % > <u>4.68 gramos</u> = 36 %
	11 gramos 13 gramos

De lo anterior podemos decir que no se está cumpliendo con lo especificado en la fórmula. Se están compensando los pesos para cubrir lo especificado, pero por hacer lo anterior se incurre en costos adicionales como agregar mayor cobertura de chocolate, lo que implica mayores costos para el producto.

Además, del análisis de desperdicio de galletas comprobamos que el peso promedio de una oblea es de 41.77 gramos y lo que establece la fórmula son 47 gramos por oblea. Este aumento de peso debe hacerse de forma gradual, modificando los moldes de los hornos y no variando la temperatura del horno para hacer más pesada la oblea. Sin embargo, aún es necesario seguir incrementando el peso de la galleta con el objeto de disminuir la cantidad de cobertura a aplicar.

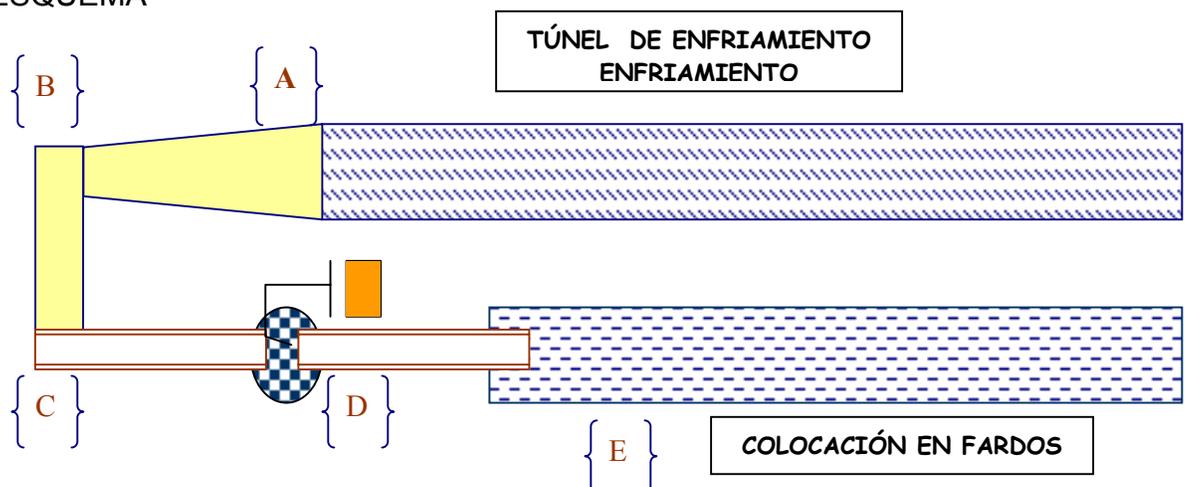
Por otra parte, se ha observado que en la elaboración de las galletas hay muchas que se dañan parcialmente o pierden alguna de sus capas exteriores, y en esas condiciones se transforman en libros y se van así hasta que al final salen los chocolates incompletos y se tienen que desechar. Sin embargo, la cobertura que se les aplica prácticamente se está desperdiciando, y aun en mayor grado tomando en cuenta que la cobertura rellena las partes en donde hacen falta pedazos de galleta. Así que podría procurarse que los trabajadores tengan mayor cuidado en el manejo de los productos en proceso para tener que desechar la menor cantidad posible de chocolates.

2.12 Tiempos muertos en línea

A continuación se hace un análisis de los tiempos muertos en la línea. Para hacer más fácil el análisis, se desglosó por tramos la línea de proceso de la siguiente manera.

Figura 3. Esquema de tiempos muertos en la línea

ESQUEMA



El objetivo de realizar este análisis es detectar retrasos y demoras, así como cuantificar las pérdidas de tiempo y recursos en el empaquetado del producto; mediante la técnica de observación visual y conteo. Así mismo determinar cuáles son los factores y motivos más repetitivos de retraso y demora en el empaquetado del producto.

Para realizar la observación se dividió la línea en tramos comprendidos desde A hasta E, en donde se cuantificaban y verificaban las demoras en el empaquetado de producto. De igual manera el análisis cuantitativo fue realizado por intervalos de 60 minutos para tener más control sobre cada tramo de la línea.

Comprensión de tramos

Tramo A-B

Sale el chocolate terminado del túnel de enfriamiento (para este caso chocolate de 3 obleas), cortado y en presentación de barras rectangulares, las cuales se acomodan por medio de una operación manual en grupos de 11 barras consecutivas de forma horizontal una tras otra, para ubicarlos dentro del tramo B-C.

Tramo B-C

Se acomodan las barras de chocolate en forma traspuesta continua una tras otra dentro de un tipo de canal, en el cual una banda los transporta al tramo C-D.

Tramo C-D

Al iniciar este tramo, las barras de chocolate traspuestas continuamente una tras otra son transportadas a una banda separadora y empujadora que las conduce hacia el tramo D, en el cual se encuentra ubicado en una bobina el forro metálico de presentación final de cada unidad, el cual es pautado por un censor.

Dicho censor controla los espaciamientos de la banda empujadora y separadora, y en caso de haber 3 espacios vacíos (sin chocolate) dentro de la misma, el censor apaga automáticamente la máquina.

Al final de este tramo, un machucador moldeable da la forma al forro metálico a la vez que las barras de chocolate salen de la banda espaciadora, teniendo así al final de este tramo el chocolate ya envuelto como producto terminado.

Tramo D-E

Posteriormente, ya forrada la barra de chocolate, es lanzada por la banda separadora sobre una banda de transporte ancha, la cual conduce producto hacia el empaque del mismo en fardos comprendidos por 24 unidades, las cuales son ubicadas en cajas de 24 fardos para lograr así el empaquetado final. Operaciones manuales detectadas.

En el punto B : operación manual realizada por una sola persona, la cual tiene como función acomodar las barras de chocolate que salen del túnel de enfriamiento en filas traspuestas de 11 unidades para ser conducidas por el tramo B-C.

En el punto C : operación manual realizada por una sola persona, la cual tiene como función verificar que las barras de chocolate traspuestas sobre el canal de conducción no se quiebren ni se queden atoradas para que no haya problemas cuando éstas pasen hacia la banda separadora.

Así mismo, esta persona tiene también la responsabilidad de operar la máquina de forro, y hacer el cambio de bobina de la misma cuando se agote. A su vez realiza también el apartado de las barras de chocolate defectuosas detectadas por medio de la técnica de pasa o no pasa en el tramo B-E.

En el punto E : operación manual realizada por un aproximado de 5 personas, las cuales tiene como función el empaque y verificación de las barras de chocolate ya forradas en fardos de 24 unidades.

Técnica de muestreo el tramo B-E para determinación de calidad del producto forrado

La técnica de muestreo e inspección que se practica es la de “pasa, no pasa”.

En caso de que salga una unidad defectuosa (ya sea solamente la barra de chocolate o la barra forrada), ésta se reprocesa; pero en el caso de salir una barra forrada defectuosa, se le reprocesa el chocolate, pero el forro se pierde.

¿Cuándo una barra es considerada defectuosa? Cuando ésta sufre algún maltrato (quebrado) en cualquier tramo comprendido de B-D. Ya sea que este maltrato se debió al mal acomodamiento de la barra de chocolate sobre el canal de conducción o sobre la banda espaciadora.

¿Cuándo una barra (forrada) es considerada defectuosa? Cuando ésta ha sufrido algún maltrato o malformación en la colocación del forro sobre la misma (punto D).

Este maltrato o malformación del producto se debe a que a veces el forro de la bobina se corre y el machucador corta y forra las unidades a medida, forma y distancia no deseadas.

Metodología de estudio

Para realizar la observación se dividió a la línea en tramos comprendidos desde A hasta E, en donde se cuantificaban y verificaban las demoras en el empaclado de producto.

De igual manera, el análisis cuantitativo fue realizado por intervalos de 60 minutos, en los cuales se observaban y cuantificaban los parados que tenía la línea, determinando la razones de los mismos y cuantificando tanto el tiempo que se tomaba en reactivar la línea como la cuantificación de unidades defectuosas derivadas de estos percances.

Tabla X. Intervalo de tiempo comprendido entre 9:20am – 10:00am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
9:32 am	53 sg	Censor	D-E	3 forros
9:36 am	1.15 min	Se quebró chocolate	B-C	32 forros
9:47 am	45 sg	Se corrió forro de la bobina	D	47 forros
9:53 am	1 min	Se quebró chocolate	C-D-E	37 forros
		Forros en blanco	C-D	76 forros
			Total	195 forros

Nota

El paro de las 9:32 se debía a que según los operarios el censor de la máquina estaba trabajando mal, lo cual hacía que según ellos la máquina se detuviera.

De 9:45 a 10:00 hubo cambio de operario en el punto C por hora de refacción de operario titular.

Tabla XI. Intervalo de tiempo comprendido entre 10:00 am a 11:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
10:43 am	30 sg	Se corrió forro de la bobina	C-D	22 forros
10:52 am	2 min	Cambio de bobina	D	76 forros
		Forros en blanco	C-D	47 forros
			Total	145 forros

Nota

Para el cambio de la bobina, se perdieron 76 forros, debido a que el operario no colocaba bien la tira de forro en la parte inferior que unía a la barra de chocolate con el forro y el machucador.

Tabla XII. Intervalo de tiempo comprendido entre 11:00 am a 12:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
11:13 am	2 min	Se corrió forro de la bobina	D	39 forros
11:18 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	19 forros
11:25 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	17 forros
12:07 am	5 min	Cambio bobina	D	88 forros
		Forros en blanco	C-D	73 forros
			Total	236 forros

Nota

Para el cambio de la bobina, se perdieron 88 forros, debido a que el operario no colocaba bien la tira de forro en la parte inferior que unía a la barra de chocolate con el forro y el machucador.

Tabla XIII. Intervalo de tiempo comprendido entre 08:00 am a 09:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
8:10 am	2 min	Cambio de bobina	D	56 forros
8:43 am	45 sg	Quebró chocolate	B-C-D	28 forros
8:47 am	45 sg	Se corrió forro de la bobina	D	7 forros
8:54 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	39 forros
		Espacios en blanco	C-D	69 forros
			Total	199 forros

Tabla XIV. Intervalo de tiempo comprendido entre 09:00 am a 10:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
9:13 am	20 sg	Se quebró chocolate	B-C-D	6 forros
9:15 am	48 sg	Se quebró chocolate	B-C-D	39 forros
9:19 am	30 sg	Se corrió forro de la bobina	D	9 forros
9:24 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	51 forros
9:31 am	4 min	Cambio de bobina	D	79 forros
9:47 am	25 sg	Ajuste de forro	D	8 forros
		Espacios en blanco	C-D	38 forros
			Total	230 forros

Nota

De las 9:20 am a las 9:45 am, hubo cambio de operario en punto D.

De 9:45 a 10:00, hubo cambio de operario en el punto C por hora de refacción de operario titular.

El paro de las 9:31 am se debió al cambio de bobina; la razón por el cambio de la misma no fue porque se hubiese agotado el papel de forro, sino porque hubo un desperfecto en el rollo, el cual presentaba corrido el forro.

Para cuantificar cuántos forros se perdieron por desperfecto de fábrica de los mismos y para reclamos se cuantificó el peso del rollo con los forros.

Peso rollo con forros : 307.09 gr.

Peso sólo rollo : 239.00 gr

Peso de cada forro : 0.45 gr

Cálculo : $307.09 - 239 = 68.09 / 0.45 = 151.33 = 151$ forros.

Tabla XV. Intervalo de tiempo comprendido entre 10:00 am a 11:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
10:03 am	3 min	Se quebró chocolate	B-C-D	46 forros
10:21 am	18 sg	Ajuste de bobina	D	15 forros
10:44 am	30 sg	Se corrió forro de la bobina	D	9 forros
10:49 am	3 min	Cambio de bobina	D	49 forros
10:54 am	30 sg	Se corrió forro de la bobina	D	17 forros
		Forros en blanco	C-D	143 forros
			Total	279 forros

Tabla XVI. Intervalo de tiempo comprendido entre 11:00 am a 12:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
11:03 am	20 sg	Ajuste forro	D	11 forros
11:10 am	1.5 min	Se corrió forro de la bobina	D	49 forros
11:19 am	05 sg	Ajuste Forro	D	1 forros
11:34 am	15 sg	Se corrió forro de la bobina	D	8 forros
11:41 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	79 forros
11:47 am	45 sg	Se corrió forro de la bobina	D	23 forros
		Forros en blanco	C-D	82 forros
			Total	253 forros

Tabla XVII. Intervalo de tiempo comprendido entre 09:00 am a 10:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
09:09 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	16 forros
09:15 am	25 sg	Se quebró chocolate	C-D	3 forros
09:19 am	25 sg	Ajuste forro	D	5 forros
09:21 am	1.5 min	Se corrió forro de la bobina	D	31 forros
09:24 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	27 forros
09:37 am	10 sg	Ajuste forro	D	3 forros
09:42 am	45 sg	Se corrió forro de bobina	D	22 forros
09:45 am	18 sg	Ajuste forro	D	15 forros
09:47 am	3 min	Cambio de bobina	D	39 forros
09:53 am	50 sg	Se corrió forro de la bobina	D	27 forros
09:55 am	10 sg	Ajuste forro	D	6 forros
09:59 am	10 sg	Ajuste forro	D	8 forros
		Forros en blanco	C-D	43 forros
			Total	245 forros

Nota :

De 9:45 a 10:00, hubo cambio de operario en el punto C, por hora de refacción de operario titular.

Tabla XVIII. Intervalo de tiempo comprendido entre 10:00 am a 11:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
10:11 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	46 forros
10:14 am	2 min	Se corrió forro de la bobina	D	67 forros
10:41 am	25 sg	Ajuste forro	D	3 forros
10:51 am	15 sg	Se corrió forro de la bobina	D	13 forros
		Forros en blanco	C-D	93 forros
			Total	222 forros

Tabla XIX. Intervalo de tiempo comprendido entre 11:00 am a 12:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
11:05 am	3 min	Cambio de bobina	D	36 forros
11:17 am	1 min	Se quebró chocolate	C-D	4 forros
11:24 am	25 sg	Ajuste forro	D	4 forros
11:28 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	33 forros
11:44 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	42 forros
11:53 am	10 sg	Ajuste forro	D	5 forros
		Forros en blanco	C-D	139 forros
			Total	263 forros

Tabla XX. Intervalo de tiempo comprendido entre 08:00 am a 09:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
08:11 am	30 sg	Se corrió forro de la bobina	D	14 forros
08:29 am	25 sg	Se corrió forro de la bobina	D	42 forros
08:56 am	5 sg	Ajuste forro	D	2 forros
		Forros en blanco	C-D	95 forros
			Total	153 forros

Tabla XXI. Intervalo de tiempo comprendido entre 09:00 am a 10:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
09:05 am	1 min	Se quebró chocolate	B-C-D	38 forros
09:19 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	49 forros
09:25 am	45 sg	Ajuste forro	D	21 forros
09:38 am	1.5 min	Cambio de bobina	D	49 forros
09:46 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	29 forros
		Forros en blanco	C-D	63 forros
			Total	249 forros

Nota

De 9:45 a 10:00, hubo cambio de operario en el punto C por hora de refacción de operario titular.

Tabla XXII. Intervalo de tiempo comprendido entre 10:00 am a 11:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
10:10 am	30 sg	Se corrió forro de la bobina	D	12 forros
10:51 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	69 forros
10:55 am	1.5 min	Cambio de bobina	D	43 forros
		Forros en blanco	C-D	103 forros
			Total	227 forros

Tabla XXIII. Intervalo de tiempo comprendido entre 11:00 am a 12:00 am

PARO	TIEMPO	RAZÓN	TRAMO	PÉRDIDA MAT.
11:31 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	74 forros
11:43 am	30 sg	Ajuste de forro	D	2 forros
11:51 am	1 min	Se corrió forro de la bobina	D	51 forros
		Forros en blanco	C-D	182 forros
			Total	309 forros

Resumen

Según los datos tabulados, y mediante la aplicación de cálculos matemáticos, se puede llegar a establecer en promedio las demoras más frecuentes, determinando la pérdida de tiempo y materiales promedio de cada una.

Tabla XXIV. Demoras más frecuentes corrido del forro y machucador

CORRIDO DEL FORRO DE LA BOBINA Y EL MACHUCADOR	
Frecuencia de demora	2.9 = 3 paros / hora
Tiempo promedio por paro	0.923 min = 1 min
Unidades por demora	36.89 uni = 37 uni

Esto quiere decir que de cada paro que ocurre en cada hora debido al corrido del forro de la bobina y machucador se tarda en promedio 1 minuto; tiempo en el cual se pierde 37 unidades por paro.

Tabla XXV. Demoras más frecuentes quebradura de chocolate

QUEBRADURA DE CHOCOLATE	
Frecuencia de demora	0.65 paros / hora
Tiempo promedio por paro	0.76 min = 0.8 min
Unidades por demora	21.5 uni = 22 uni

Esto quiere decir que por cada demora producida por la quebradura de un chocolate se pierde 0.76 min con un promedio de 22 unidades

Tabla XXVI. Demoras más frecuentes ajuste del forro

AJUSTE DEL FORRO	
Frecuencia de demora	0.52 paros / hora
Tiempo promedio por paro	0.27 min = 0.3 min
Unidades por demora	7.21 uni = 7 uni

Esto quiere decir que por cada vez que el forro se desajusta, se pierden 7 unidades en promedio y 0.3 minutos.

Tabla XXVII. Demoras más frecuentes cambio de bobina

CAMBIO DE BOBINA	
Frecuencia de demora	cada 1.21 horas
Tiempo promedio por paro	2.7 min = 3 min
Unidades por demora	57.22 uni = 57 uni

Tabla XXVIII. Demoras más frecuentes forros en blanco

FORROS EN BLANCO (SIN CHOCOLATE)	
UNIDADES PERDIDAS POR HORA	83.006 = 83 UNI.

Con la información resumen del cuadro anterior se pueden tomar las medidas necesarias y averiguar las causas para disminuir dicho desperdicio.

3. SITUACIÓN PROPUESTA

3.1 Descripción del nuevo proceso de fabricación

Para el diagrama de operaciones propuesto, se agregaron 2 puestos de inspección al proceso de fabricación de la línea de producción del chocolate, considerando lo siguiente.

La elaboración de la galleta es considerada una operación crítica del proceso debido a circunstancias muy importantes.

Es la base del producto

Al decir que es la base del producto, nos referimos al hecho de que dado que nuestro producto (chocolate) tiene como diseño y estructuración galleta, crema y cobertura de chocolate, el punto de partida es la elaboración de la galleta, que a larga se convierte en un factor de peso; ya que sin ésta no tendría sentido un relleno y por consiguiente una cobertura de chocolate.

Es el que determina el peso el producto

Al decir que la galleta determina el peso del producto se debe a la razón de que el estándar de peso de nuestro producto está considerado de 0 a 13 gr, peso en el cual se puede aceptar o rechazar el producto, debido a la posibilidad de que ocurra una de las siguientes situaciones.

La oblea sea muy pesada

Al decir muy pesada resaltamos el caso de que la mezcla formada por la turbo-mezcladora sea muy densa, espesa y, por consiguiente, fuera del parámetro de peso estándar.

En caso de ocurrir esto, se tendría que reducir tanto la capa de crema aplicada por la untadora como la densidad de la cobertura de chocolate para obtener un producto final entre los 13 gr.

Claro que si la oblea (galleta) está por encima del parámetro establecido de peso, implica que el producto no cumple con el estándar de calidad estipulado.

La oblea sea muy liviana

Al decir muy liviana resaltamos el caso de que la mezcla formada por la turbo-mezcladora sea poco densa, espesa y por consiguiente fuera del parámetro de peso estándar.

En caso de ocurrir esto, se tendría que aumentar tanto la capa de crema aplicada por la untadora como la densidad de la cobertura de chocolate para obtener un producto final entre los 13 gr.

Claro que si la oblea (galleta) está por encima del parámetro establecido de peso, implica que el producto no cumple con el estándar de calidad estipulado y aumenta los costos para la crema y la cobertura de chocolate.

Las propuestas de mejoras en la inspección de la oblea (galleta), se consideraron pertinentes en :

Inspección 1 de 0.5 min

Inspección 3 de 0.25 min

Considerando que el tiempo de operación aumentará en 0.75 min, en los cuales el control de rendimiento y calidad de cada uno de los procesos que se van a inspeccionar contará con un control de calidad más estricto.

De igual manera, se agregaron 2 estaciones combinadas una en el área de crema y la otra en el área de chocolate.

Combinado 1 de 1.00 min

Combinado 2 de 0.50 min

Considerando que el tiempo de operación aumentará en 2.25 min, en los cuales el control de rendimiento y calidad de cada uno de los procesos que se van a inspeccionar contará con un control de calidad más estricto.

3.2 Diagramas propuestos

Ver

Figura 21. Diagrama de operaciones propuesto

Figura 25. Diagrama de flujo propuesto

Figura 29. Diagrama de recorrido propuesto

3.3 Diagrama hombre-máquina propuesto (Figura 30)

Tiempo de ciclo método propuesto = $\frac{20.7}{21.33} = 0.9705$

Tiempo de ciclo método actual = 21.33

Porcentaje de reducción: $1 - 0.9705 = 0.0295 = 2.95 \%$

Hemos realizado el análisis con el diagrama hombre-máquina para el proceso actual y se ha realizado una propuesta en donde se considera la reducción de los tiempos que el operario emplea para realizar operaciones tales como carga y descarga de cada una de las máquinas y traslados entre una y otro máquina.

Descripción:

Operador: persona encargada de manejar las máquinas en el área de elaboración de batidos.

Mezcladora 1: turbo-mezcladora automática empleada para elaborar la preparación (mezcla) para hacer la galleta del chocolate .

Mezcladora 2: mezcladora automática marca Hobart utilizada para fabricar la crema para el relleno del chocolate.

Triturador: máquina usada para reciclar el producto desechado.

Tabla XXIX. Tabla de tiempos

	OPERADOR	TURBO MEZCLADORA	MEZCLADORA	TRITURADOR
T _{operación}	12.82	15	15	10
T _{servicio}	-	4.15	5.7	1.13
T _{ocio}	7.88	-	-	-
T _{muerto}	-	1.55	-	9.57
T _{ciclo}	20.7	20.7	20.7	20.7

Según el estudio realizado en la descripción de operaciones de proceso para el chocolate , y con la supervisión del Ing. de producción, se han llegado a establecer las siguientes recomendaciones.

En el área donde se encuentran los hornos para la elaboración de galletas.

Observamos que cuando hay más de una persona en los hornos se tiene un porcentaje más alto de desperdicio, según el análisis que se hizo, debido a que se distraen o se despreocupan de cuidar de aquellas obleas que se atorán, así que habría que encontrar la forma de lograr que el operador encargado preste más atención a la salida del material, quizá hablando con él y explicándole la importancia que tiene su trabajo en todo el proceso.

En el horno 2, de 18 planchas (horno pequeño) las correas que lanzan la oblea hacia el receptáculo de apilamiento giran demasiado rápido, así que una buena cantidad de galletas chocan contra el tope con mucha fuerza y como consecuencia de ello se despozan en la orilla e incluso hay algunas que hasta se rajan y otras que pierden sus capas superficiales debido al impacto. Así que los mecánicos podrían regular la velocidad de dichas correas para que giren más despacio o se puede colocar algún amortiguador en el tope contra el que golpean las galletas para reducir el golpe.

Con respecto a lo anterior, es importante, en lo relativo al costo, que la galleta vaya lo más entera que se pueda y en las mejores condiciones. Así que los operarios tienen que entender que debido a las características del producto que manejan deben tener más cuidado al manipular la galleta y los libros, pues cada daño que sufren éstos en su superficie son compensados con cobertura y como ésta es el ingrediente más caro del producto, ese mal manejo incrementa el costo de producción.

3.4 Enfoques primarios del análisis de la operación

En el análisis de los 9 enfoques primarios que intervienen en la descripción de operaciones y fabricación del chocolate de 13 grs., consideramos :

3.4.1 Objeto de la operación

Dentro de la variada gama de artículos que produce Nueva Industria de Alimentos Sociedad Anónima, hemos optado por analizar el proceso del chocolate de 13 gramos y tres obleas.

Una de las razones que nos ha llevado a escogerlo es que tiene una secuencia de operaciones en las cuales podemos aplicar los conocimientos de la ingeniería industrial para analizar sus procesos, es decir, cuenta con operaciones en las que se puede desarrollar el diagrama hombre – máquina, estudio de tiempos como cronometración y estudio de movimientos como la elaboración y planificación de diagrama bi-manual. Además, una línea de producción compuesta de varias estaciones de trabajo en las que podemos aplicar los diagramas de operaciones de proceso (diagrama de recorrido, diagrama de operaciones y diagrama de flujo), así como balance de línea. Posee también varias operaciones críticas que nos han parecido interesantes de analizar.

Un aspecto que nos ha llamado la atención particularmente es la integración del equipo de trabajo de la línea de producción, en la que hemos notado que prevalece el interés colectivo sobre el particular, lo que repercute en un ambiente más cómodo y agradable de trabajo, que a su vez influye en la forma como se produce.

Sin embargo, hemos visto también que hay varios factores que pueden y deben mejorarse en el proceso, así que ésta es una oportunidad de contribuir a elevar la eficiencia y la productividad junto con la calidad de esa línea de producción. Debido en parte a que los operarios desconocen algunas formas de simplificar su trabajo y realizarlo de una mejor manera. Así que consideramos que podemos proponer algunos cambios que consideramos pertinentes y con los cuales creemos se obtendrían mejores resultados en producción.

3.4.2 Diseño de la pieza

El diseño de la pieza, así como el manejo de incertidumbres de la misma, se encuentran en función del éxito de tres procesos centrales que intervienen en los procesos de fabricación del chocolate: la fabricación de la oblea (galleta), la fabricación de la crema y la fabricación del chocolate; que en unión son los procesos básicos para la presentación del chocolate.

Hay un aspecto importante a tomar en cuenta y es la fabricación de la oblea galleta, la cual es el cuerpo principal del producto, que determina tanto la longitud como el peso del mismo.

Justificación

La elaboración de la galleta es considerada una operación crítica del proceso debido a circunstancias muy importantes.

1. Es la base del producto

Al decir que es la base del producto nos referimos al hecho de que dado que nuestro producto (chocolate) tiene como diseño y estructuración galleta, crema y cobertura de chocolate; el punto de partida es la elaboración de la galleta, que a larga se convierte en un factor de peso; ya que sin ésta no tendría sentido un relleno y por consiguiente una cobertura de chocolate.

2. Es el que determina el peso del producto

Al decir que la galleta determina el peso del producto se debe a la razón de que el estándar de peso de nuestro producto está considerado de 0 a 13 gr, peso en el cual se puede aceptar o rechazar el producto, debido a la posibilidad de que ocurra una de las siguientes situaciones.

La oblea sea muy pesada

Al decir muy pesada, resaltamos el caso de que la mezcla formada por la turbo-mezcladora sea muy densa, espesa y por consiguiente fuera del parámetro de peso estándar.

En caso de ocurrir esto, se tendría que reducir tanto la capa de crema aplicada por la untadora como la densidad de la cobertura de chocolate para obtener un producto final entre los 13 gr.

La oblea sea muy liviana

Al decir muy liviana resaltamos el caso de que la mezcla formada por la turbo-mezcladora sea poco densa, espesa y por consiguiente fuera del parámetro de peso estándar.

En caso de ocurrir esto, se tendría que aumentar tanto la capa de crema aplicada por la untadora como la densidad de la cobertura de chocolate para obtener un producto final entre los 13 gr.

Claro que si la oblea (galleta) está por encima del parámetro establecido de peso, implica que el producto no cumple con el estándar de calidad estipulado, aumentando los costos para la crema y la cobertura de chocolate.

3.4.3 Tolerancias y especificaciones

La elaboración del chocolate de 3 obleas tiene como producto terminado un peso de 13 gr y tiene como ingredientes :

1. Harina de trigo
2. Sal
3. Aceite
4. Lecitina de soya
5. Azúcar
6. Bicarbonato de sodio
7. Almidón
8. Manteca vegetal
9. Cocoa
10. Leche entera en polvo
11. Sabores naturales y artificiales.

Especificación en peso :

Oblea = 2.82 gr

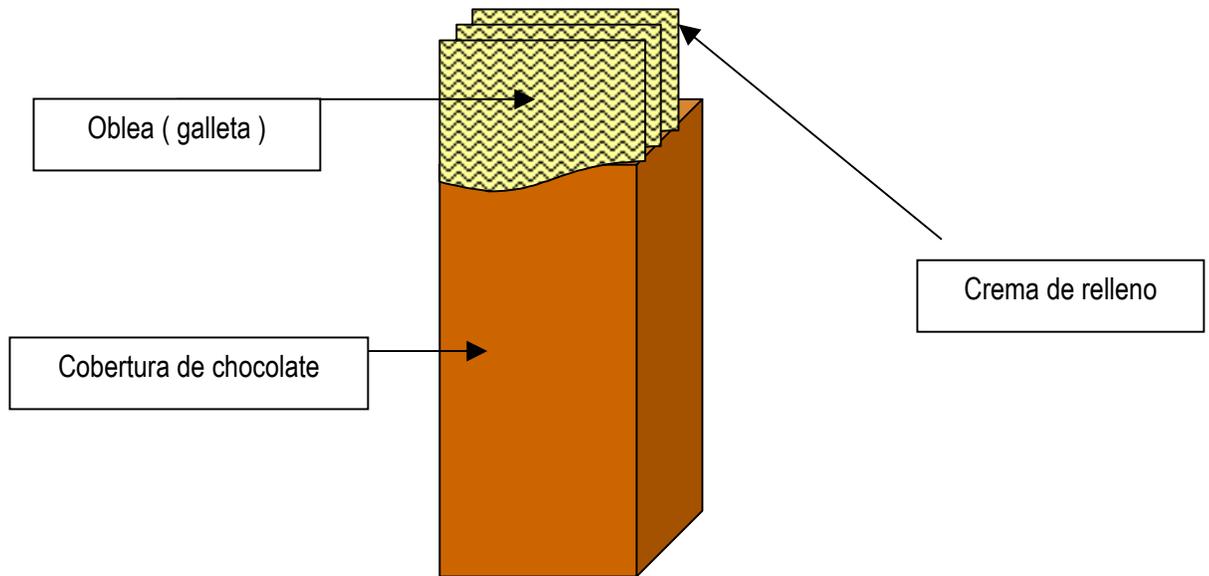
Crema = 3.99 gr

Cobertura = 4.19 gra

Peso neto = 13 gr

tolerancia +/- 1.0 gr

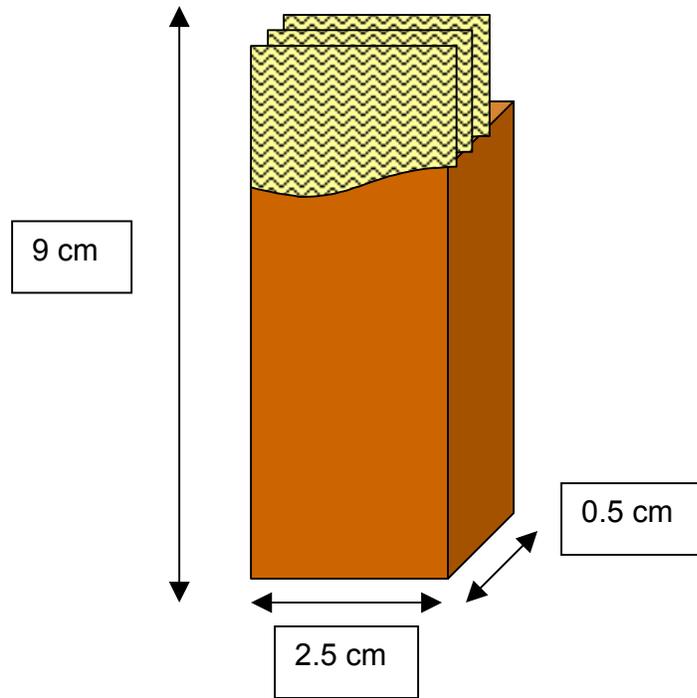
Figura 4. Gráfica de las dimensiones del producto de fabricación



Especificación de dimensiones

Ancho = 0.5 cm	tolerancia +/- 0.01
Largo = 9.0 cm	tolerancia +/- 0.01
Espesor = 0.5 cm	tolerancia +/- 0.01

Figura 5. Gráfica de las dimensiones del producto de fabricación



3.4.4 Materias primas necesarias

Como hemos mencionado antes, básicamente el chocolate se compone de tres partes: la galleta, el relleno y la cobertura de chocolate.

Los ingredientes empleados en la elaboración de la oblea o galleta son: agua, lecitina de soya, aceite vegetal, sal, almidón, azúcar, harina y bicarbonato. En el proceso, con estos insumos se prepara una mezcla denominada batido en una termo-mezcladora y luego dicha mezcla se deposita en moldes y se hornea para formar las galletas.

El relleno se hace utilizando cocoa, manteca, azúcar y químicos (sabor), y de igual forma que con el batido, todos los ingredientes se mezclan y luego se hacen pasar por una batidora industrial que prepara el relleno tal y como se utilizará.

Para la cobertura de chocolate se utilizan los siguientes ingredientes: manteca vegetal, sal, azúcar, lecitina de soya, aceite vegetal, cocoa, leche entera en polvo, cocoa (cacao en polvo), sabores naturales y artificiales.

3.4.5 Proceso de manufactura

3.4.5.1 Elaboración de batidos

Para la elaboración de los batidos se trasladan los ingredientes desde la bodega de materia prima hasta el área de batidos, en donde se vacían en la turbo-mezcladora automática el agua, lecitina de soya, aceite vegetal, sal, almidón, azúcar, harina y bicarbonato. Todos estos ingredientes se mezclan durante un lapso de 15 minutos.

Posteriormente, cuando ha transcurrido el tiempo y la mezcla está lista, entonces se deposita en cubetas (la turbo-mezcladora tiene capacidad para 5 cubetas) y se colocan las cubetas en un carro para trasladarlas al horno que elabora las galletas.

3.4.5.2 Elaboración de obleas (galletas)

La mezcla preparada en la turbo-mezcladora se deposita en la tolva o depósito que tiene el horno. El horno 1 tiene 30 planchas y el horno 2 tiene 18 planchas; para el horno 2, que es donde se elabora el chocolate de 13 gramos, se tiene una velocidad de producción de 11 obleas por minuto, lo que hace unas 660 obleas por hora, y como la velocidad del horno es constante, la producción por extensión también lo es.

De la tolva, el horno automáticamente extrae la mezcla y la vacía en las planchas o moldes que se introducen directamente dentro de la máquina para cocinarse a una temperatura promedio de 353 °C. Las planchas salen del horno y caen en una banda transportadora que dirige las galletas hasta un receptáculo que las apila. Posteriormente el operador toma las galletas y las apila en una mesa para esperar a que las utilicen para elaborar los libros.

3.4.5.3 Elaboración de chocolate

La elaboración de la cobertura de chocolate se realiza en la refinadora de chocolate. Esta operación tarda aproximadamente 480 min.

Los ingredientes esenciales para la elaboración de la cobertura de chocolate son: manteca vegetal, azúcar entera o azúcar molida, lecitina de soya, cocoa, sal y leche entera en polvo.

3.4.5.4 Fabricación de crema para relleno

El relleno es la mezcla viscosa que se unta entre las galletas para elaborar los libros y se fabrica utilizando cocoa (cacao en polvo), manteca vegetal, azúcar y sabores naturales y artificiales.

Todos los ingredientes mencionados anteriormente se trasladan de la bodega de materia prima al área de batidos en donde se encuentra la mezcladora Hobart que prepara la crema para el relleno. El operador deposita los ingredientes en una olla y pone a funcionar la máquina que trabaja automáticamente por espacio de unos 15 minutos.

Después de ese tiempo, la máquina se detiene automáticamente y entonces el operador retira la olla y la coloca en un carrito para trasladarla hasta donde está la untadora, que unta la crema en las galletas para formar los libros.

3.4.5.5 Elaboración de libros

Los libros se componen cada uno de tres obleas o galletas con dos capas interiores de crema de relleno. Así que para hacer un libro se necesita disponer de galletas y de crema de relleno.

En la máquina untadora hay un contenedor en donde se apilan las obleas y luego se conducen por una banda transportadora que hace pasar las galletas bajo unos rodillos que le aplican el relleno; y cuando salen dos galletas con relleno, la operadora coloca una galleta encima de la otra y añade una galleta más. Con esta operación los libros ya están hechos y se siguen transportando por medio de una banda hasta llevarlos a un túnel de enfriamiento en donde conducen los libros con el objeto de que tomen consistencia debido a que la temperatura del túnel permite que la crema de relleno y la oblea se solidifiquen. Cuando los libros salen en el otro extremo del túnel están ya listos para que los corten.

3.4.5.6 Corte de libros

Luego de haberse formado los libros de oblea (galleta), se conducen por una banda transportadora a través de un primer túnel de enfriamiento que se encuentra a 4 °C.

Al salir el libro del túnel de enfriamiento, se apilan para proceder posteriormente a su corte en una máquina cortadora; la cual da la forma de barras a los libros.

3.4.5.7 Aplicación de cobertura de chocolate

Ya obtenida las barras de oblea (galleta), se conducen por una banda transportadora hacia la rociadora de chocolate, la cual cubre las barras de galleta, para posteriormente pasar por un tipo de propulsor de aire, que tiene como fin eliminar el exceso de cobertura de chocolate de las barras.

Luego de haber sido eliminado el exceso de cobertura de chocolate, siempre en la misma banda transportadora, las barras de chocolate se transportan a través de un segundo túnel de enfriamiento, el cual al igual que el primero se encuentra a 4°C.

3.4.5.8 Empaque por unidades de chocolate

Después del túnel de enfriamiento, las barras de chocolate son inspeccionadas y colocadas en un canal que conduce hacia una banda empujadora espaciadora, la cual pasa a través de un machucador que en su interior conlleva el forro metálico y de presentación de chocolate.

3.4.5.9 Empaque por bolsas

Cuando el forro se ha colocado en las barras de chocolate en la máquina forradora se obtiene prácticamente el producto terminado (Chocolate), que para este caso se presenta en bolsas de 24 unidades.

3.4.5.10 Empaque por cajas

Luego de haber sido empacado el chocolate por bolsas, se colocan en las cajas de presentación y resguardo del chocolate que contienen en su interior 24 bolsas con 24 unidades cada una. Posteriormente se entariman y son trasladadas a la bodega de producto terminado.

3.4.6 Preparación de herramientas y patrones

3.4.6.1 Turbo-mezcladora

Se utiliza para mezclar la fórmula e ingredientes que en conjunto forman la harina para la oblea. La mezcla obtenida de esta máquina se encuentra en estado líquido-viscoso.

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática.
- o Marca HOBART.
- o Ocupa un área efectiva de (1.20 m) x (1 m) = 1.20 m²

3.4.6.2 Mezcladora

Ésta se utiliza para mezclar la fórmula e ingredientes que en conjunto forman la crema que llevan las obleas (galletas) en su intermedio.

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática.
- o Marca HOBART.
- o Ocupa un área efectiva de (1.20 m) x (1 m) = 1.20 m²

3.4.6.3 Trituradora

Se utiliza para la trituración y pulverización de oblea (galleta) que se va a reutilizar.

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática
- o Marca HOBART
- o Ocupa un área efectiva de (1.20 m) x (1 m) = 1.20 m²

3.4.6.4 Horno de 18 moldes

Se utiliza para la fabricación de la oblea (galleta). Este horno posee solamente 18 moldes de fabricación.

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática
- o Ocupa un área efectiva de (1.80 m) x (4.60 m) = 8.28 m²

3.4.6.5 Horno de 30 moldes

Se utiliza para la fabricación de la oblea (galleta). Este horno posee 30 moldes de fabricación.

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática
- o Ocupa un área efectiva de (1.80 m) x (9.83 m) = 17.70 m²

3.4.6.6 Máquina untadora

Esta máquina tiene como función untar las obleas (galletas) con la crema obtenida en la máquina 2, para posteriormente dar la formación a libros de oblea.

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática
- o Ocupa un área efectiva de (1.10 m) x (0.75 m) = 0.83 m²

3.4.6.7 Túneles de enfriamiento

Estos túneles tienen como función disminuir la temperatura (enfriar) de los libros de oblea (galleta) y de barras de chocolate.

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática
- o Ocupa un área efectiva de (7.90 m) x (0.75 m) = 5.925 m²

3.4.6.8 Cortadora

Esta máquina tiene como función cortar en piezas rectangulares los libros de oblea (galleta + mezcla de crema) para empezar a tomar la forma deseada (barras).

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática
- o Ocupa un área efectiva de (2.20 m) x (3.50 m) = 7.70 m²

3.4.6.9 Refinadora de Chocolate

Esta máquina tiene como función mezclar todos los ingredientes para la formación del chocolate.

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática
- o Ocupa un área efectiva de (3.38 m) x (3.5 m) = 11.83 m²

3.4.6.10 Rociadora de chocolate

Esta máquina tiene como función bañar las barras de galleta formadas por la cortadora.

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática
- o Ocupa un área efectiva de (0.80 m) x (1.75 m) = 1.40 m²

3.4.6.11 Máquina forradora

Esta máquina tiene como objeto colocar el empaque al chocolate ya terminado (barras de galleta + mezcla de crema + chocolate).

Especificación :

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo semi-automática
- o Ocupa un área efectiva de (4.00 m) x (1.90 m) = 7.60 m²

3.4.6.12 Selladora de bolsas

Ésta tiene como objeto sellar las bolsas de chocolate (en fardos de 24 unidades).

Especificación :

- o Trabaja a base de energía mecánica.
- o Tipo manual
- o Ocupa un área efectiva de (1.00 m) x (1.00 m) = 1 m²

3.4.6.13 Selladora de caja

Ésta tiene como objeto sellar las cajas con 24 bolsas (fardos).

Especificación:

- o Trabaja con un voltaje de 240 V.
- o Tipo automático
- o Marca 3M-MATIC
- o Ocupa un área efectiva de (1.70 m) x (0.80 m) = 1.36 m²

3.4.7 Condiciones de trabajo

La línea de producción del chocolate se encuentra distribuida en un área con las siguientes dimensiones.

$$\left. \begin{array}{l} 29.70 \text{ m de largo} \\ 14.76 \text{ m de ancho} \end{array} \right\} \text{área} = 438.37 \text{ m}^2$$

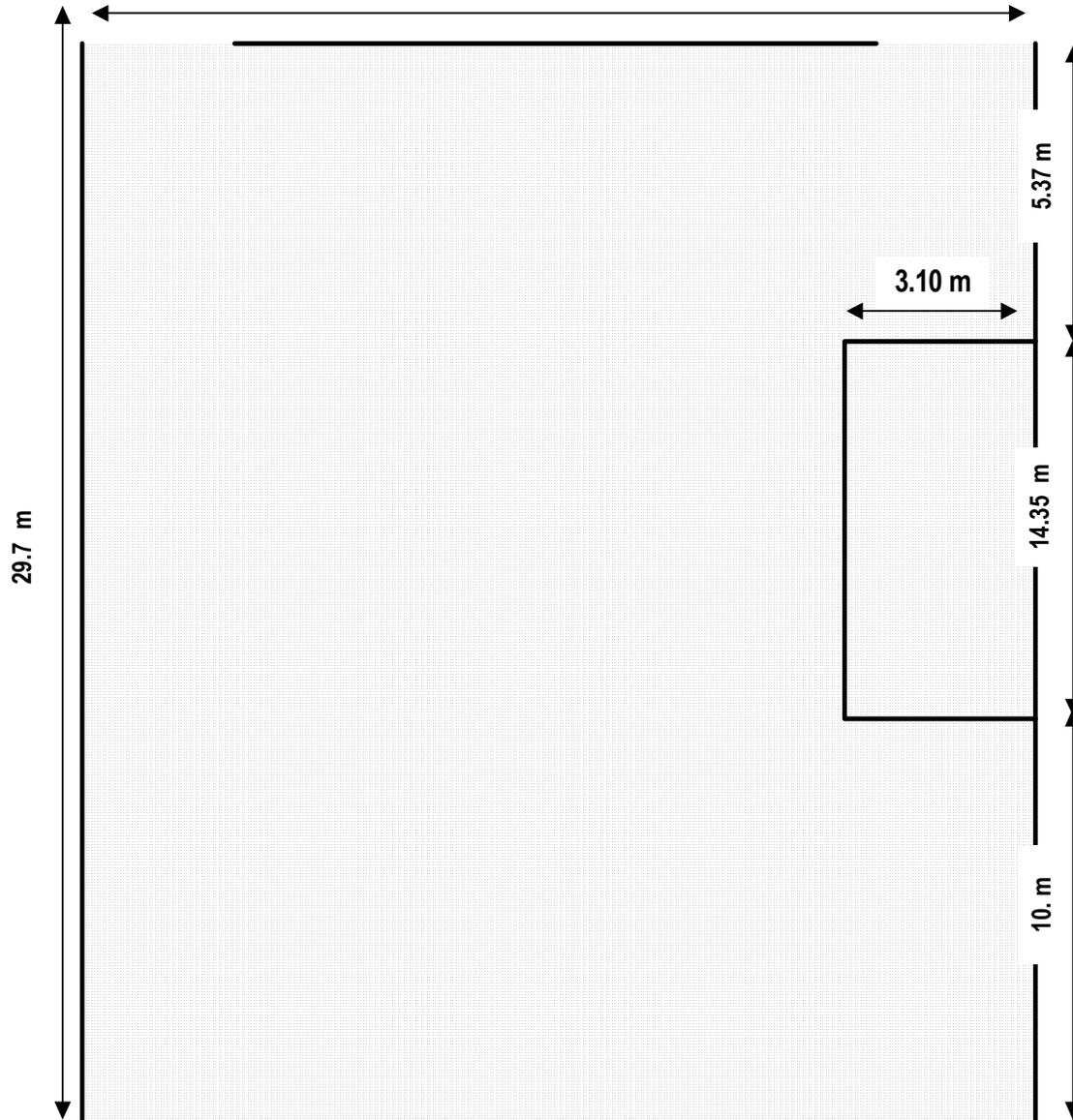
Área ocupada por oficinas:

$$\left. \begin{array}{l} 14.35 \text{ m de largo} \\ 03.10 \text{ m de ancho} \end{array} \right\} \text{área} = 44.49 \text{ m}^2$$

Para un área disponible total de

$$\text{Área disponible} = 438.37 \text{ m}^2 - 44.49 \text{ m}^2 = 393.88 \text{ m}^2$$

Figura 6. Bosquejo del área disponible de distribución de maquinaria
14.76 m



3.4.8 Condición del inmueble

- Estructura: es metálica con cimientos de concreto armado.
- Cubierta superior: es de lámina de zinc y láminas transparentes para iluminación. Su estructura es de dos aguas.
- Muros exteriores: la construcción de los muros exteriores es de ladrillo sin acabado especial ni pintura.
- Pisos: tanto para el área de producción, bodega y oficinas, el piso está constituido por cemento armado sin pulir.
- Las oficinas se encuentran ubicadas dentro del área de producción, esto debido a que todos los ambientes están dentro de un mismo inmueble.

Considerando las características antes mencionadas, podemos determinar que el edificio industrial lo podemos ubicar como un edificio de segunda categoría.

- Iluminación:

$$\left. \begin{array}{l} 29.70 \text{ m de largo} \\ 14.76 \text{ m de ancho.} \end{array} \right\} \text{Área} = 438.37 \text{ m}^2$$

- Área ocupada por oficinas :

$$\left. \begin{array}{l} 14.35 \text{ m de largo} \\ 03.10 \text{ m de ancho} \end{array} \right\} \text{Área} = 44.49 \text{ m}^2$$

$$\text{Área disponible} = 438.37 \text{ m}^2 - 44.49 \text{ m}^2 = 393.88 \text{ m}^2$$

Altura: 8 m;

Altura del cuerpo de la lámpara: 1.50 m;

Mantenimiento: malo

Posición de trabajo: parados-sentados

Modalidad del ambiente: trabajo medio (E)

Rango de iluminancia en lux: 500 – 750 – 1000

- Factores de peso

Tabla XXX. Factores de peso

	-1	0	1	Valor
Edad	< 40	40-55	>55	-1
Velocidad	No importa	Importante	Crítico	0
Reflectancia de alrededores	> 70 %	30 – 70 %	< 30 %	0
Suma				-1

E = 750 lux

- Colores del ambiente

	Color:	Coefficiente de reflexión:
Pf: Piso	gris	40 %
Pp: Paredes	blanco	80 %
Pc: Cielo	gris	40 %
		<hr/>
		160 %

- Observaciones

Las paredes son de ladrillo y block, no tienen ningún tipo de revestimiento como cernido o repello.

El techo de la empresa es del tipo de dos aguas, sin embargo, hay que hacer notar que todas las lámparas están sujetas del techo de tal manera que quedan dispuestas a una altura uniforme desde el suelo.

Ventilación

$$\text{Área disponible} = 438.37 \text{ m}^2 - 44.49 \text{ m}^2 = 393.88 \text{ m}^2$$

Altura: 6.8 m

Volumen : 2,678 m³

Volumen= Q = 2,678 m³

de renovaciones necesitadas de aire por hora = 4 renovaciones

$$Q = (2,678)(4) = 10,710 \text{ m}^3 \text{ de aire}$$

El flujo de ventilación actual no cuenta con ayuda de sistemas de ventilación artificial, pero sí con extractores de aire; pero no en la cantidad necesaria.

- Ruido

El nivel de dosificación de ruido que se maneja en la actualidad, en un área de 396.78, es de 90 decibeles. Esto, considerado con base en el manual de ingeniería de planta y localización metropolitana, en el cual se cataloga a la industria de segunda categoría y sección de taller ruidoso regular en un grado de ruido de 90 decibeles.

Distribución de maquinaria

Según la descripción de la maquinaria utilizada en el proceso de fabricación del chocolate de tres obleas, y con base en el área ocupada por cada una se resume lo siguiente.

Tabla XXXI. Área efectiva ocupada por las máquinas

MAQUINA No.	ÁREA EFECTIVA OCUPADA
1.	1.20 m ²
2-	1.20 m ²
3-	1.20 m ²
4.	8.28 m ²
5.	17.70 m ²
6.	0.80 m ²
7.	5.92 m ²
8.	7.70 m ²
9.	11.83 m ²
10.	1.40 m ²
11.	7.60 m ²
12	1.00 m ²
13.	1.36 m ²
TOTAL	67.19 m ²

Área disponible = 393.88 m²

Área utilizada = 67.19 m²

Área efectiva disponible = 393.88 m² - 67.19 m² = 326.69 m²

Según el área efectiva con la que se cuenta en la actualidad, la maquinaria que interviene en la misma se encuentra distribuida mediante el siguiente esquema.

3.4.9 Principios de economía y movimientos

La economía de movimientos, desde el punto de vista en que se debe practicar en la línea de producción de chocolate de 3 obleas, considera los 10 enfoques primarios de toda la operación, la cual tiene que ver con el mejoramiento y disposición de las piezas en la estación de trabajo y de los movimientos necesarios para realizar esa tarea.

Por ello es que para enfocarlo hemos decidido tomar en consideración las estaciones netamente manuales. Si nos enfocamos en aquellas estaciones semi y automática, estaríamos regresando a los enfoques presentados con anterioridad (enfoque 1-9), haciendo repetitiva la información presentada.

La economía de movimientos, en el punto de vista teórico y de aplicación real, la hemos enfocado en las estaciones siguientes.

Estación de untado y formación, estación de embolsado, estación de sellado de bolsa, estación de sellado de caja y estación de entarimado.

(Todas las estaciones presentadas fueron descritas en el inciso 2 de la primera fase).

De estas estaciones se observó:

- El trabajo de ambas manos

Este trabajo en la mayoría de estaciones es realizado en forma simultánea, a excepción de algunos movimientos observados en las estaciones de sellado y entarimado.

En el caso de la estación de embolsado, hay dos operarias que son zurdas, a pesar de que la mano izquierda, en las personas que no son zurdas, puede usarse tan efectivamente como la derecha y debe considerársele tan útil como ésta.

- Uso de menores movimientos posibles

Es de sentido común que cuantos más movimientos tengan que hacer las manos en una cierta operación, tanto más se tardará en ejecutar esa tarea. Todos los movimientos de las manos son una serie de actividades de alcanzar, mover, asir, posicionar y soltar, y cuanto más se puedan eliminar o reducir estos movimientos fundamentales, tanto más satisfactoria será la estación de trabajo.

Considerando lo anterior, se ha observado un grave problema en el área de empaçado por bolsa: hay demasiados movimientos que son innecesarios e ineficientes:

Buscar

Seleccionar

Inspeccionar

Esto debido a que un porcentaje considerable de unidades embolsadas tienen defecto en el sellado de empaque metalizado individual, lo cual hace que en algunos casos los *Thebligs* presentados anteriormente sean inevitables.

- El sitio de trabajo

En su mayoría las estaciones analizadas tienen un diseño considerablemente bueno y acorde a las necesidades. Sin embargo, en las estaciones de sellado de bolsa y sellado de caja las distancia de recorrido de los brazos son considerables, lo cual permite hacer ajustes en la distribución y ubicación de estas áreas.

Este factor afecta directamente el tiempo necesario para alcanzar un objeto, el cual depende en gran parte de la distancia a que tiene que extenderse el brazo o la mano. De la misma manera, el tiempo de “mover” está estrechamente relacionado con la distancia. Si fuese posible, el sitio de trabajo debe estar dispuesto de modo que todas las piezas o partes o en este caso “bolsas y cajas” estén fácilmente al alcance del operario. Si todos los componentes se pueden alcanzar con los codos cerca del cuerpo, entonces el trabajo será realizado dentro del área de trabajo “normal”. Esta área normal es el espacio dentro del cual el trabajo se puede efectuar en un tiempo mínimo.

Uso de dispositivos de sujeción

En ninguna de las estaciones analizadas se utiliza ningún dispositivo de sujeción, ya que alguna de las dos manos cumple esta función durante el ciclo de procesamiento de una pieza, lo cual quiere decir que no está ejecutando trabajo inútil.

3.5 Condiciones ergonómicas y ambientales

Antes de describir y subrayar las condiciones ergonómicas y ambientales de la línea de producción del chocolate de 3 obleas, es importante resaltar primero las estaciones analizadas.

Estaciones analizadas

Justificación

Con el fin de aplicar correctamente y estudiar la ergonomía y el proceso que conlleva un diagrama bi-manual, se ha decidido tomar las siguientes estaciones:

Tabla XXXII. Distribución de mano de obra por estación de trabajo

ESTACIÓN	No. OPERARIOS
Embolsado (24 unidades)	5 operarios
Sellado de bolsa	1 operario (m)
Encajado (llenado con 24 bolsas)	1 operario (m)
Sellado de caja	1 operario (m)
Entarimado de caja	1 operario (m)
TOTAL	6 operarios

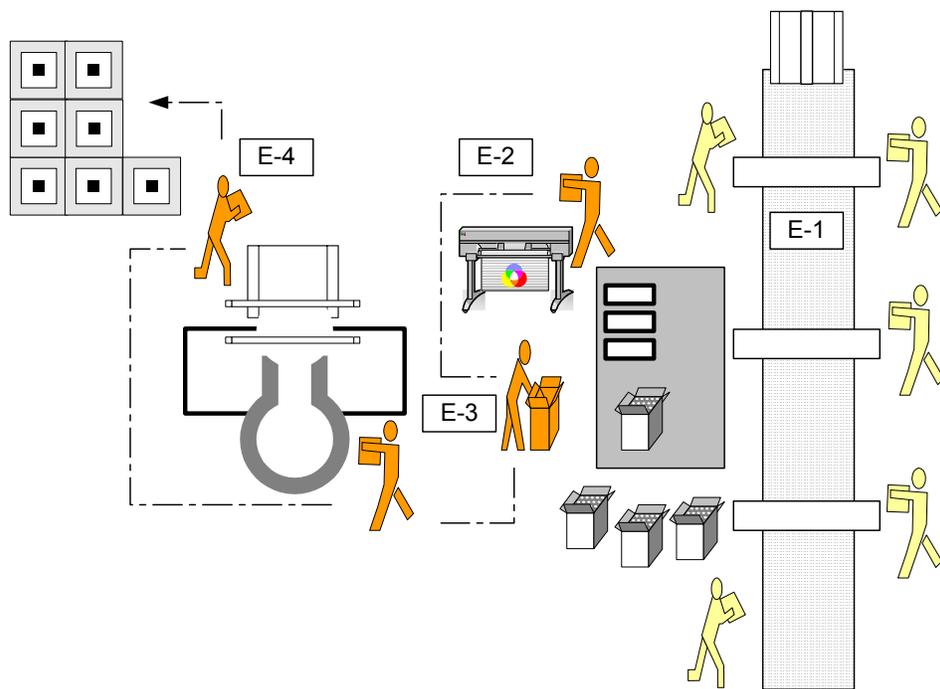
De estas 5 estaciones analizadas para el desarrollo del diagrama bi-manual, se han tomado las estaciones de sellado y entarimado de caja como una sola estación. Esto debido a que se trata de una operación precontinua de intervalos y *Therbligs* muy cortos; además de tener un inicio en el llenado de caja y entarimado de la misma.

De igual manera, la sumatoria correspondiente al número de operarios ha dado un total de 6, debido a que desde la operación de sellado de bolsa hasta la operación de entarimado es el mismo operario que realiza el trabajo descrito con anterioridad.

Figura 7. Esquema de estaciones de trabajo

Empresa: **nueva industria alimenticia s.a.**
Producto: **chocolate Bandido (3 obleas)**

Elaborado por : **Hugo Hidalgo**
Distribución : **actual**



3.5.1 Condiciones ergonómicas de las estaciones

3.5.1.1 Para la estación de embolsado

En esta estación, 5 operarios realizan el trabajo de llenado de bolsas con 24 unidades terminadas de chocolate de 3 obleas. Dichas unidades son enviadas por una banda espaciadora empujadora a través de la máquina de sellado y colocación de forro metálico de presentación para la unidad terminada. Estas unidades son transportadas por una banda corrediza a través de los operarios descritos anteriormente.

Movimientos de trabajo

Como cada bolsa conlleva en su interior 24 unidades terminadas de chocolate, éstas las empacan utilizando :

- Ambas manos terminan simultáneamente en el mismo elemento, teniendo un tiempo de ocio casi despreciable. Ambas manos no se mantienen inactivas al mismo tiempo, excepto durante los períodos de descanso.
- Los movimientos de las manos son en su mayoría, para esta estación, simétricos y efectúan movimientos simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercarse a éste.
- Los perfiles de movimiento son continuos en línea curva al momento de soltar y tomar la bolsa. No emplean movimientos repentinos y bruscos.
- El movimiento se emplea utilizando en su gran mayoría las extremidades superiores:

1. Movimientos de dedos.

2. Movimientos de dedos y muñecas.
 3. Movimientos de dedos, muñecas y antebrazo.
 4. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo y brazo.
 5. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.
- No se realiza en ningún momento trabajo con los pies, dado a que es una operación clasificada de banco.

3.5.1.2 Para la estación de sellado de bolsa

En esta estación, un operario toma las bolsas ya llenas en la secuencia descrita anteriormente. Luego de tomar las bolsas, las sella utilizando una máquina pegadora de manejo manual, activando por medio de un pedal la mordaza de cierre de la bolsa.

Movimientos de trabajo

El trabajo en esta estación se realiza utilizando :

- Ambas manos terminan simultáneamente en el mismo elemento. Ninguna mano se mantiene inactiva al mismo tiempo, excepto durante los períodos de descanso.
- Los movimientos de las manos son en su mayoría, para esta estación, simétricos y efectúan movimientos simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercarse a éste, así como al objeto.
- Los perfiles de movimiento son continuos en línea curva al momento de soltar y tomar la bolsa. No emplean movimientos repentinos y bruscos.
- El movimiento de las extremidades se emplea utilizando en su gran mayoría:

1. Movimientos de dedos.
 2. Movimientos de dedos y muñecas.
 3. Movimientos de dedos, muñecas y antebrazo.
 4. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo y brazo.
 5. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo y pies.
 6. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo, pies y piernas.
 7. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo, pies, piernas y todo el cuerpo.
- El trabajo que se emplea con los pies se ejecuta al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer que los movimientos simultáneos de pies y manos son difíciles de realizar.

3.5.1.3 Para la estación de encajado (llenado de caja)

En esta estación, un operario (el mismo que en la anterior) toma las bolsas ya llenas y selladas, obtenidas de las secuencias anteriores. Las toma y las traslada hacia cajas de cartón con capacidad de 24 bolsas cada caja.

Movimientos de trabajo

El trabajo en esta estación se realiza utilizando :

- Ambas manos terminan simultáneamente en el mismo elemento. Ninguna mano se mantiene inactiva al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.
- Los movimientos de las manos son en su mayoría, para esta estación, simétricos y efectúan movimientos simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercarse a éste, así como al objeto.

- Los perfiles de movimiento son continuos en línea curva al momento de soltar y tomar la bolsa. No emplean movimientos repentinos y bruscos.
- El movimiento de las extremidades se emplea utilizando en su gran mayoría:
 1. Movimientos de dedos.
 2. Movimientos de dedos y muñecas.
 3. Movimientos de dedos, muñecas y antebrazo.
 4. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo y brazo.
 5. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo y pies.
 6. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo, pies y cintura.
 7. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo, pies, cintura y todo el cuerpo, girando sobre sí mismo e inclinándose para formar un ángulo de 90°.
- Los dedos cordiales y pulgares son los más fuertes y utilizados para este trabajo. Los dedos índice, anular y meñique no soportan ni manejan cargas considerables por largo tiempo.
- El movimiento de giro sobre sí mismo y el movimiento de inclinación en forma de torsión los realiza con los codos flexionados.

3.5.1.4 Para la estación de sellado y entarimado de caja

En esta estación, un operario (el mismo que en las anteriores) toma las cajas ya llenas para correrlas por una banda que conduce hacia una máquina selladora (máquina 13); posteriormente las coloca en una tarima con capacidad de 64 cajas.

Movimientos de trabajo

El trabajo en esta estación se realiza utilizando :

- Ambas manos terminan simultáneamente en el mismo elemento. Ninguna mano se mantiene inactiva al mismo tiempo, excepto durante los períodos de descanso.
- Los movimientos de las manos son en su mayoría, para esta estación, simétricos y efectúan movimientos simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercarse a éste, así como al objeto.
- Los perfiles de movimiento son continuos en línea curva al momento de soltar y tomar la bolsa. No emplean movimientos repentinos y bruscos.
- El movimiento de las extremidades se emplea utilizando en su gran mayoría:
 1. Movimientos de dedos.
 2. Movimientos de dedos y muñecas.
 3. Movimientos de dedos, muñecas y antebrazo.
 4. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo y brazo.
 5. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo y pies.
 6. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo, pies y cintura.
 7. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo, pies, cintura y todo el cuerpo, girando sobre sí mismo e inclinándose formando un ángulo de 90°.
- Los dedos cordiales y pulgares son los más fuertes y utilizados para este trabajo. Los dedos índice, anular y meñique no soportan ni manejan cargas considerables por largo tiempo.
- El movimiento de giro sobre sí mismo y el movimiento de inclinación en forma de torsión se realizan con los codos flexionados.

Es importante considerar que cuando la mano derecha está trabajando en la zona normal a la derecha del cuerpo, y la izquierda trabaja en el área normal a la izquierda, da una sensación de equilibrio que tiende a inducir un ritmo adecuado en la actuación del operario, originando un máximo en el rendimiento y productividad del mismo.

En cambio cuando una mano trabaja bajo carga mientras la otra permanece ociosa, el cuerpo tiene que desarrollar un esfuerzo para mantenerse en equilibrio, desarrollando más fatiga que si ambas manos hubieran ejecutado trabajo útil.

3.6 Estudio de tiempos para la línea

Justificación de la selección de la operación y del operador

Con el desarrollo del estudio de tiempos pretendemos determinar el tiempo requerido por los operadores del área de galleta , específicamente en la línea de fabricación del chocolate de 13 gramos y tres obleas.

En el caso particular que nos ocupa, en la línea se cuenta con las siguientes estaciones:

<u>Estación</u>	<u>Tipo</u>
1. Batido	manual
2. Horno	automática
3. Creación de libros	manual
4. Túnel 1 de enfriamiento	automática
5. Cortado de libros	manual
6. Untado de cobertura	automática
7. Túnel 2 de enfriamiento	automática
8. Forrado por unidad	automática
9. Embolsado (24 unidades/bolsa)	manual
10. Encajado (24 bolsas/caja)	manual
11. Entarimado (64 cajas/tarima)	manual

Como observamos, la línea de producción se compone de 6 estaciones en donde se realizan operaciones manuales y 6 estaciones más en las cuales intervienen procesos automáticos, de forma que se cuenta con ambos tipos de operaciones: manuales y automáticas.

Además, hemos notado que, debido a la naturaleza de las actividades que se realizan en esta línea de producción, podemos aplicar los conocimientos adquiridos relativos al estudio de tiempos y cronometración. Por ejemplo, las características de algunas actividades permite identificar los movimientos que realizan los operadores y dividir la operación en elementos.

Por otra parte, y tal como lo hemos hecho, el proceso permite aplicar los dos métodos de cronometración, tanto la técnica de regreso a cero como la de tiempo continuo. Lo anterior debido a que existen algunas partes del proceso en donde las operaciones toman una considerable cantidad de minutos y hay otras operaciones en las cuales el tiempo es bastante corto.

También el proceso realizado en la línea nos ha permitido aplicar algunos criterios que se manejan, tales como asignar el factor de valoración de la actuación de los operadores de acuerdo con el estudio y análisis que hemos desarrollado. Respecto a la selección de operadores, hay algunas estaciones en las cuales hay una sola persona, así que es a ese individuo al que hemos estudiado. En las que hay más de un operador, hemos tomado como sujeto de estudio al que hemos considerado como operador promedio.

De todo lo anterior concluimos que la naturaleza del proceso que se desarrolla en esta línea de producción es bastante apropiada para los objetivos que se pretende alcanzar y tiene bastantes características que nos permitirán aplicar la mayor cantidad de conocimientos del curso de ingeniería de métodos posible.

Toma de tiempos

Métodos de cronometración empleados

Lecturas de regreso vuelta a cero

En la técnica de regreso a cero, el cronómetro se lee al final de cada período y luego el reloj se regresa a cero de inmediato. A continuación, al iniciar el siguiente elemento, el reloj parte de cero de nuevo. De esta forma, el tiempo transcurrido se lee directamente del cronómetro al finalizar este período y luego se regresa a cero el reloj.

Básicamente, hemos empleado este método en el caso de aquellas operaciones que tienen una duración de tiempo considerable, dado que en el caso específico de las operaciones que tienen una duración demasiado corta es difícil aplicar esta técnica y debido a dicha dificultad se incrementa la posibilidad de incurrir en errores de tipo humano y proporcionar datos falsos.

Las estaciones en las cuales se ha podido registrar con este método son las de batido, horno, untado de crema para relleno, túneles de enfriamiento, cortado de libros, embolsado por fardos, colocación en cajas y entarimado.

Lecturas continuas (empleado para registrar los datos contenidos en la tabla)

Al utilizar este método, se deja correr el cronómetro y se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras éste continúa en funcionamiento. De esa forma, se tiene un registro completo de todo el período de observación. Sin embargo, se requiere de trabajo adicional para determinar la duración de cada elemento, pues hay que efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar el tiempo de cada elemento individual.

Tabla de registro de tiempos

Estandarización de datos (por unidad de producto)

1. Batido

1.1 Oblea

83 min. x 3 obleas x 1 libro = 0.0062 min/u = 0.37 seg/u

913 obleas x 1 libro x 44 unidades

1.2 Crema de relleno

$$\frac{10 \text{ min.} \times 5.1 \text{ g} \times 60 \text{ seg.}}{70000 \text{ g} \times 1 \text{ unidad}} = 0.04 \text{ seg/u}$$

70000 g x 1 unidad

1.3 Cobertura

$$\frac{480 \text{ min.} \times 1 \text{ cubetas} \times 1 \text{ kg} \times 5.1 \text{ g} \times 60 \text{ seg.}}{26 \text{ cubetas} \times 19.85 \text{ kg} \times 1000 \text{ g} \times 1 \text{ unidad}} = 0.28 \text{ seg/u}$$

26 cubetas x 19.85 kg x 1000 g x 1 unidad

2 Horno

$$\frac{1.75 \text{ min.} \times 3 \text{ obleas} \times 1 \text{ libro}}{1 \text{ oblea} \times 1 \text{ libro} \times 44 \text{ unidades}} = 0.12 \text{ min./y} = 7.16 \text{ seg/u}$$

1 oblea x 1 libro x 44 unidades

3 Creación de libros

$$\frac{0.16 \text{ min.} \times 1 \text{ libro}}{1 \text{ libro} \times 44 \text{ unidades}} = 0.0036 \text{ min./u} = 0.22 \text{ seg/u}$$

1 libro x 44 unidades

4 Túnel 1 de enfriamiento

$$1.5 \text{ min./u} = 90 \text{ seg./u}$$

5 Cortado de libros

$$\frac{0.75 \text{ min.} \times 1 \text{ libro}}{1 \text{ libro} \times 44 \text{ unidades}} = 0.017 \text{ min./u} = 1.02 \text{ seg./u}$$

1 libro x 44 unidades

6 Untado de cobertura

$$0.05 \text{ min. /u} = 3 \text{ seg./u}$$

7 Túnel 2 de enfriamiento

$$1.5 \text{ min./u} = 90 \text{ seg./u}$$

8 Forrado por unidad

$$\frac{0.08 \text{ min.} \times 60 \text{ seg.}}{120 \text{ unidades}} = 0.04 \text{ seg./u}$$

9 Embolsado (24 unidades/bolsa)

$$\frac{0.41 \text{ min.} \times 60 \text{ seg.}}{24 \text{ unidades} \times 1 \text{ min.}} = 1.02 \text{ seg./u}$$

10 Encajado (24 bolsas/caja)

$$\frac{1.55 \text{ min.} \times 1 \text{ bolsa} \times 60 \text{ seg.}}{24 \text{ bolsas} \times 24 \text{ unidades}} = 0.16 \text{ seg./u}$$

11 Entarimado (64 cajas/tarima)

$$\frac{7 \text{ min.} \times 1 \text{ caja} \times 1 \text{ bolsa} \times 60 \text{ seg.}}{64 \text{ cajas} \times 24 \text{ bolsas} \times 24 \text{ unidades}} = 0.01 \text{ seg./u}$$

Sumatoria de tiempos = 193.32 segundos/unidad = 3.22 min./u

Cálculo de observaciones necesarias

Para determinar el número de veces que se cronometra el proceso, hemos tomado como base la tabla desarrollada por General Electric Company para estudio de tiempos.

Tabla XXXIII. Tabla desarrollada por General Electric Company

Tiempo aproximado del ciclo en min.	Número de ciclos recomendado
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
5.00	15
10.00	10
20.00	8
40.00	5
Más de 40.00	3

*Tabla para estudio de tiempo de la General Electric Company

Duración del ciclo = 3.22 minutos

Interpolando:

Tiempo	# de veces
2	20
3.22	X
5	15

De donde X = 17.96 veces, lo que es lo mismo decir = 18

3.7 Cálculo del tiempo cronometrado, normal y estándar (tabla XXXIV)

Tabla de tiempos

Empresa: Chocolates S.A.	No. de personas: 12
Proceso: Elaboración de chocolate de 13 grs	Método: Continuo
Método: Actual	Hoja: 1 de 1
Analista: Hugo Hidalgo	Fecha: 01-mayo-2004

#	Batidos			Horno	Creación de libros	Túnel 1	Cortado de libros	Untado de cobertura	Túnel 2	Forrado p/Unidad	Embolsado	Encajado	Entarimado
	Estación 1	Estación 2	Estación 3										
1	0.36	0.04	0.28	7.16	0.2	90	1.01	3	90	0.04	1.01	0.15	0.01
2	0.38	0.04	0.28	7.16	0.21	90	1.01	3	90	0.04	1.02	0.14	0.01
3	0.37	0.04	0.28	7.16	0.23	90	1.02	3	90	0.04	1.02	0.16	0.02
4	0.37	0.03	0.28	7.16	0.22	90	1.02	3	90	0.04	1.02	0.16	0.02
5	0.37	0.05	0.28	7.16	0.22	90	1.03	3	90	0.04	1.02	0.17	0.005
6	0.35	0.04	0.28	7.16	0.21	90	1.02	3	90	0.04	1.03	0.16	0.005
7	0.39	0.04	0.28	7.16	0.22	90	1.03	3	90	0.04	1.01	0.17	0.01
8	0.37	0.03	0.28	7.16	0.23	90	1.02	3	90	0.04	1.01	0.15	0.01
9	0.36	0.04	0.28	7.16	0.22	90	1.02	3	90	0.04	1.03	0.16	0.01
10	0.38	0.03	0.28	7.16	0.22	90	1.02	3	90	0.04	1.02	0.16	0.005
11	0.37	0.05	0.28	7.16	0.22	90	1.01	3	90	0.04	1.01	0.16	0.01
12	0.37	0.04	0.28	7.16	0.21	90	1.02	3	90	0.04	1.01	0.17	0.01
13	0.37	0.04	0.28	7.16	0.22	90	1.02	3	90	0.04	1.02	0.18	0.01
14	0.36	0.04	0.28	7.16	0.23	90	1.03	3	90	0.04	1.02	0.15	0.02
15	0.38	0.05	0.28	7.16	0.23	90	1.01	3	90	0.04	1.02	0.16	0.005
16	0.37	0.04	0.28	7.16	0.22	90	1.03	3	90	0.04	1.04	0.15	0.01
17	0.37	0.04	0.28	7.16	0.21	90	1.02	3	90	0.04	1.03	0.17	0.005
18	0.37	0.04	0.28	7.16	0.21	90	1.02	3	90	0.04	1.02	0.16	0.006
Pro m	0.37	0.04	0.28	7.16	0.22	90	1.02	3	90	0.04	1.02	0.16	0.01
TN	0.374	0.040	0.283	12.888	0.244	162	1.163	5.4	162	0.36	1.112	0.179	0.011
Tiempo normal total = 5.77 minutos					% de tolerancias = 18					Tiempo estándar total = 6.81 minutos			

3.8 Valoración del ritmo de trabajo (calificación de la actuación)

Con la calificación de la actuación pretendemos determinar con equidad el tiempo requerido para que un operario normal ejecute su tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio.

El sistema de calificación que hemos empleado es el desarrollado por la Westinghouse Electric Company, donde se consideran cuatro factores para evaluar la actuación del operario: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

A continuación exponemos lo que significa cada uno de estos factores para exponer los criterios que hemos manejado al calificar a los operadores en el desarrollo de sus actividades.

Habilidad: “la pericia en seguir un método dado”, determinado por la experiencia y aptitudes del operario, además de su coordinación.

Esfuerzo: “una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. Esto es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad. Puede ser controlado en alto grado por el operario.

Condiciones: se enfoca en el procedimiento de calificación que afecta al operario y no a la operación. En la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en que se hallan generalmente en la estación de trabajo.

Consistencia: se refiere a las actitudes del operario con relación a su tarea.

A continuación mostramos las tablas del sistema Westinghouse que hemos utilizado para realizar la calificación de la actuación.

Tabla XXXV. Tablas Westinghouse

Destreza o habilidad		
0.15	A1	extrema
0.13	A2	extrema
0.11	B1	excelente
0.08	B2	excelente
0.06	C1	buena
0.03	C2	buena
0	D	regular
-0.05	E1	aceptable
-0.1	E2	aceptable
-0.16	F1	deficiente
-0.22	F2	deficiente

Esfuerzo o empeño		
0.13	A1	excesivo
0.12	A2	excesivo
0.1	B1	excelente
0.08	B2	excelente
0.05	C1	bueno
0.02	C2	bueno
0	D	regular
-0.4	E1	aceptable
-0.8	E2	aceptable
-0.12	F1	deficiente
-0.17	F2	deficiente

Condiciones		
0.06	A	ideales
0.04	B	excelentes
0.02	C	buenas
0	D	regulares
-0.03	E	aceptables
-0.07	F	deficientes

Consistencia		
0.04	A	perfecta
0.03	B	excelente
0.01	C	buena
0	D	regular
-0.02	E	aceptable
-0.04	F	deficiente

Para desarrollar la calificación de la actuación, hemos utilizado los criterios expuestos a continuación.

En las estaciones en las cuales hay un(a) solo (a) operador(a), se ha realizado el estudio en ese individuo. Sin embargo, en aquellas estaciones en las cuales hay más de una persona, hemos considerado para el análisis al operario normal, tomando en cuenta que hay en la línea de producción personas que tienen relativamente poco tiempo de laborar en la empresa, mientras que otras personas cuentan con una buena cantidad de años de experiencia, de manera que las personas que se encuentran en los extremos no satisfacen los objetivos del estudio. Y es por ello que donde hay alternativas hemos considerado al operador que trabaja de forma normal.

Las consideraciones siguientes se han realizado para las operaciones manuales.

Tabla XXXVI. Estación 1 (batidos)

	Código	Significado	Valor
Habilidad	D	Regular	0
Esfuerzo	C2	Buena	0.03
Condiciones	E	Aceptables	-0.03
Consistencia	C	Buena	0.01
Total			0.01

Tabla XXXVII. Estación 3 (formación de libros)

	Código	Significado	Valor
Habilidad	C1	Buena	0.06
Esfuerzo	C2	Bueno	0.02
Condiciones	C	Buenas	0.02
Consistencia	C	Buena	0.01
Total			0.11

Tabla XXXVIII. Estación 5 (cortado de libros)

	Código	Significado	Valor
Habilidad	C1	Buena	0.06
Esfuerzo	C1	Bueno	0.05
Condiciones	C	Buenas	0.02
Consistencia	C	Buena	0.01
Total			0.14

Tabla XXXIX. Estación 9 (embolsado)

	Código	Significado	Valor
Habilidad	C2	Buena	0.03
Esfuerzo	C1	Bueno	0.05
Condiciones	D	Regulares	0
Consistencia	C	Buena	0.01
Total			0.09

Tabla XL. Estación 10 (encajado)

	Código	Significado	Valor
Habilidad	C1	Buena	0.06
Esfuerzo	C1	Bueno	0.05
Condiciones	D	Regulares	0
Consistencia	C	Buena	0.01
Total			0.12

Tabla XLI. Estación 11 (entarimado)

	Código	Significado	Valor
Habilidad	C1	Buena	0.06
Esfuerzo	C1	Bueno	0.05
Condiciones	C	Buenas	0.02
Consistencia	C	Buena	0.01
Total			0.14

Para las operaciones automáticas, en donde no intervienen los factores anteriormente expuestos, vamos a utilizar un factor de calificación constante de 0.80.

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo cronometrado} \times \text{porcentaje de calificación}$$

Tabla XLII. Tabla tiempo normal

Estación	Tiempo cronometrado	Porcentaje de calificación	Tiempo normal
Batidos			
Oblea	0.37	0.01	0.3737
Relleno	0.04	0.01	0.0404
Cobertura	0.28	0.01	0.2828
Horno	7.16	0.80	12.888
Creación de libros	0.22	0.11	0.2442
Túnel 1 de enfriamiento	90	0.80	162
Cortado de libros	1.02	0.14	1.1628
Untado de cobertura	3	0.80	5.4
Túnel 2 de enfriamiento	90	0.80	162
Forrado por unidad	0.04	0.80	0.36
Embolsado	1.02	0.09	1.1118
Encajado	0.16	0.12	0.1792
Entarimado	0.01	0.14	0.0114
Total	193.32		346.05

Tiempo normal = 346.05 segundos = 5.77 minutos

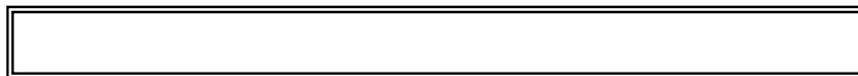
Tolerancias

Los factores considerados que influyen en el aspecto de la tolerancia de tiempo que afecta al tiempo de trabajo son (dadas las características de las actividades que conlleva el proceso):

Tabla XLIII. Tabla tiempo estándar

Estación	Demoras personales	Fatiga	Monotonía	Demoras inevitables	Total
Batidos					
Oblea	5	8	1	5	19
Relleno	5	8	1	5	19
Cobertura	5	8	1	5	19
Horno				5	
Creación de libros	5	6	1	5	17
Túnel 1 de enfriamiento				5	
Cortado de libros	5	6	1	5	17
Untado de cobertura				5	
Túnel 2 de enfriamiento				5	
Forrado por unidad				5	
Embolsado	5	6	1	5	17
Encajado	5	6	1	5	17
Entarimado	5	8	1	5	19
Total	5	7	1	5	18

*valores expresados en porcentajes



Tiempo estándar = 5.77 minutos x (1 + 0.18) = 6.81 minutos

3.9 Balance de líneas

Actualmente, la línea de producción que elabora el chocolate de 13 gramos y 3 obleas, que es el producto que hemos tomado como sujeto de análisis, tiene una eficiencia de 83 %.

Se llevan registros y se coloca en un tablero diariamente la eficiencia de la línea, la eficiencia acumulada y la meta esperada. De esa forma, los operadores que forman parte de la línea de producción pueden estar al tanto de la forma en la cual están trabajando, y pueden hacerse una idea del desempeño que están desarrollando como equipo de trabajo.

Además, la eficiencia es un aspecto en el cual se puede trabajar para elevarla, debido a que si bien es cierto no se espera tener una eficiencia perfecta, debido a que siempre hay factores que influyen, sí puede procurarse elevarla lo más posible, pues hay suficiente margen para incrementarla.

Problemas ocasionados por la eficiencia actual

En el análisis que hemos realizado y al observar el proceso desarrollado, notamos que elevar la eficiencia es un aspecto en el cual se puede trabajar. De hecho, la producción en la línea en este momento no es tan alta, de forma que quizá eso influya en la actitud de los operadores, que trabajan con bastante más calma y con menos preocupación.

Definitivamente, hay factores que influyen en la eficiencia y ésta a su vez tiene un efecto sobre otras variables. Sin embargo, como sabemos que la eficiencia es la relación entre insumos invertidos para producir y lo que se obtiene con esos insumos, entonces es obvio que elevar la eficiencia es y debe ser una prioridad para la empresa.

A este respecto, es obvio que el departamento encargado del control de la producción debe tomar medidas para alcanzar de mejor manera los resultados que se obtienen.

Jornada de trabajo y jornada efectiva de trabajo

La jornada de trabajo es diurna y comprende 12 horas de trabajo que se encuentran entre las 6:00 y las 18:00 horas. De éstas, las primeras 8 corresponden a la jornada ordinaria de trabajo y las 4 horas restantes a tiempo extraordinario.

Además, los trabajadores tienen 15 minutos para refaccionar en la mañana y un periodo de 1/2 hora para almorzar.

Por otra parte, la semana laboral comprende de lunes a viernes, mientras que el sábado los empleados se dedican a limpiar su área de trabajo, actividad por la cual reciben un salario adicional.

Lo descrito anteriormente es la jornada normal de trabajo, sin embargo, cuando la producción es escasa, los empleados trabajan solamente hasta la 13:30 horas.

La jornada de trabajo diaria totaliza 8 horas x 5 días = 40 horas semanales ordinarias.

El tiempo de jornada efectiva es igual a las 40 horas semanales ordinarias, menos el tiempo de almuerzo y refacción, es decir 40 horas – 5(.50 hora + 0.25 hora) = 36.25 horas (7.25 horas diarias)

3.9.1 Número de estaciones y operarios por estación

La línea se compone de las siguientes estaciones

Tabla XLIV. Número de estaciones y operarios

No.	Nombre	Número de operadores
1	Elaboración de batidos	1
2	Horno	2
3	Elaboración de libros	1
4	Túnel 1 de enfriamiento	
5	Cortado de libros	1
6	Untado de cobertura	
7	Túnel 2 de enfriamiento	
8	Forado por unidad	2
9	Embolsado	3
10	Encajado	1
11	Entarimado	1
Total		12

3.9.2 Capacidad de la línea de producción

La fórmula para el ritmo de producción es:

$$\text{Ritmo de producción} = \frac{\text{Pedido diario x tiempo estándar}}{\text{Tiempo de jornada efectiva x eficiencia}}$$

La producción diaria es aproximadamente de 160 cajas, es decir, unas 10,240 bolsas o 92,160 unidades.

La jornada de trabajo efectivo diario es de 7.25 horas (435 minutos).

$$\begin{aligned}\text{Ritmo de producción} &= \frac{92,160 \text{ unidades} \times 6.81 \text{ minutos}}{435 \text{ minutos} \times 0.83} \\ &= 1,738 \text{ unidades/día}\end{aligned}$$

3.9.3 Ritmo de producción necesario para cumplir con la demanda

La demanda del producto exige una cantidad de 3500 cajas (fardos) de 576 unidades cada una, es decir, unas 100,800 unidades diarias, y procurando manejar una eficiencia mayor que la actual, es decir, del 90 %.

Los resultados de los cálculos se muestran a continuación.

$$\begin{aligned}\text{Ritmo de producción} &= \frac{100,800 \text{ unidades} \times 6.81 \text{ minutos}}{435 \text{ minutos} \times 0.90} \\ &= 1,753 \text{ unidades/día}\end{aligned}$$

3.9.4 Cálculo del número de operarios y estaciones necesarios para cumplir con el ritmo de producción esperado

El número de operarios se determina de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$\begin{aligned} \# \text{ de operarios} &= \frac{\text{Ritmo de producción} \times \text{tiempo estándar}}{\text{Tiempo de jornada efectiva} \times \text{eficiencia}} \\ \text{de donde Ritmo de producción} &= \# \text{ piezas a hacer} / \text{tiempo} \\ \# \text{ de operarios} &= \frac{747 \text{ unidades/día} \times 6.81 \text{ minutos}}{435 \text{ minutos} \times 0.90} \\ &= 13 \text{ operadores} \\ \# \text{ de estaciones} &= \frac{\text{pedido (unidades/día)}}{\# \text{ de piezas} \times \text{día}} \\ &= \frac{747 \text{ unidades/día}}{63.87} \\ &= 11.69 \approx 12 \text{ estaciones} \end{aligned}$$

3.10 Análisis y mejoras en el desperdicio de oblea

A continuación se presentan los datos tomados durante la realización del proceso de elaboración del producto.

Como datos generales se encuentran los siguientes:

Capacidad de 1 batido = 5 cubetas de materia prima (mezcla)

Capacidad de 1 tolva = 3 cubetas de materia prima (mezcla)

Capacidad de producción de horno 2 = 11 obleas por minuto (660 obleas por hora)

Peso del costal = 0.15 kg

Recopilación de datos

1ª Medición:

Fecha: martes 16/03/2004

Tiempo de 1 tolva = 50 minutos

Tiempo de 1 batido = 83 minutos = 1 hora 23 minutos

Temperatura promedio = 365°C

Producción = 11 obleas/min x 83 min = 913 obleas por batido

Peso promedio de oblea = 421 gramos (10 unidades)

= 42.1 gramos (1 unidad)

Peso total por batido = 42.1 gramos x 913 obleas/1000 = 38.44 kg

Desperdicio = 5.2 kg – 0.15 kg = 5.05 kg

obleas malas = 1.8 kg – 0.15 kg = 1.65 kg

Total 6.70 kg

Porcentaje de desperdicio = 6.70 / 38.44 = 0.1743 = 17.43 %

Observaciones:

1. El alto porcentaje de desperdicio se debe en parte a que una de las planchas del horno se encontraba descalibrada, por lo que todas las unidades provenientes de dicha plancha eran desechadas por salir en malas condiciones.

2. Se ha descontado el peso calculado del costal con el objeto de tener el peso neto del poporopo y de las obleas desechadas.

Nota: a partir de la segunda medición se realizaron cálculos con 4 muestras tomadas aleatoriamente por batido consumido, midiendo para cada muestra la temperatura del horno y el peso de 10 unidades de galletas para calcular el peso unitario promedio.

Tabla XLV. 2ª Medición miércoles 17/03/2004

	Temperatura (°C)	Peso (10 u) (gramos)	Peso unitario (gramos)
1	352	414	41.4
2	350	414	41.4
3	348	422	42.2
4	352	416	41.6
Promedio	350.5	416.5	41.65

Tiempo

Tolva 50 min

Batido 1 h 23 min = 83 min

Obleas por minuto = 11 unidades

Obleas por batido = 11 obleas/min x 83 min = 913 obleas

Peso total por batido = 41.65 gr/oblea x 913 obleas/1000 = 38.03 kg

Desperdicio = 3.5 kg – 0.15 kg = 3.35 kg

Obleas malas = 0 kg

Porcentaje de desperdicio = 3.35 / 38.03 = 0.0881 = 8.81 %

Observaciones:

1. No se obtuvieron obleas malas; durante el día anterior se calibró la plancha del horno que estaba mala y el porcentaje de obleas malas se redujo considerablemente, al grado que el horno estuvo trabajando bastante bien.

Tabla XLVI. 3ª Medición jueves 18/03/2004

	Temperatura (°C)	Peso (10 u) (gramos)	Peso unitario (gramos)
1	350	405	40.5
2	351	409	40.9
3	352	423	42.3
4	348	421	42.1
Promedio	350.25	414.5	41.45

Tiempo

Batido 1 h 17 min = 77 min

Obleas por minuto = 11 unidades

Obleas por batido = 11 obleas/min x 77 min = 847 obleas

Peso total por batido = 41.45 gr/oblea x 847 obleas/1000 = 35.11 kg

Desperdicio = 3.35 kg – 0.15 kg = 3.20 kg

Obleas malas = 0.50 kg – 0.15 kg = 0.35 kg

Total = 3.55 kg

Porcentaje de desperdicio = 3.55 / 35.11 = 0.1011 = 10.11 %

Tabla XLVII. 4ª Medición jueves 18/03/2004

	Temperatura (°C)	Peso (10 u) (gramos)	Peso unitario (gramos)
1	351	425	42.5
2	346	420	42.0
3	354	426	42.6
4	352	441	44.1
Promedio	350.75	428	42.8

Tiempo

Batido 1 h 20 min = 80 min

Obleas por minuto = 11 unidades

Obleas por batido = 11 obleas/min x 80 min = 880 obleas

Peso total por batido = 42.8 gr/oblea x 880 obleas/1000 = 37.66 kg

Desperdicio = 4.65 kg – 0.15 kg = 4.50 kg

Obleas malas = 0.55 kg – 0.15 kg = 0.40 kg

Total = 4.90 kg

Porcentaje de desperdicio = 4.9 / 37.66 = 0.1301 = 13.01 %

Observaciones:

1. El jueves se realizaron dos mediciones.

Tabla XLVIII. 5ª Medición viernes 19/03/2004

	Temperatura (°C)	Peso (10 u) (gramos)	Peso unitario (gramos)
1	354	410	41.0
2	351	401	40.1
3	349	398	39.8
4	349	402	40.2
Promedio	350.75	402.75	40.27

Tiempo

Batido 1 h 22 min = 82 min

Obleas por minuto = 11 unidades

Obleas por batido = 11 obleas/min x 82 min = 902 obleas

Peso total por batido = 40.27 gr/oblea x 902 obleas/1000 = 36.33 kg

Desperdicio = 3.75 kg – 0.15 kg = 3.60 kg

Obleas malas = 0 kg

Total = 3.60 kg

Porcentaje de desperdicio = 3.6 / 36.33 = 0.0991 = 9.91 %

Tabla XLIX. 6ª Medición viernes 19/03/2004

	Temperatura (°C)	Peso (10 u) (gramos)	Peso unitario (gramos)
1	351	411	41.1
2	351	457	45.7
3	350	417	41.7
4	352	408	40.8
Promedio	351	423.25	42.32

Tiempo

Batido 1 h 27 min = 87 min

Obleas por minuto = 11 unidades

Obleas por batido = 11 obleas/min x 87 min = 957 obleas

Peso total por batido = 42.32 gr/oblea x 957 obleas/1000 = 40.50 kg

Desperdicio = 4.10 kg – 0.15 kg = 3.95 kg

Obleas malas = 0.4 kg – 0.15 kg = 0.25 kg

Total = 4.20 kg

Porcentaje de desperdicio = 4.2 / 40.5 = 0.1037 = 10.37 %

Observaciones:

1. Al igual que el jueves, el viernes también se realizaron dos mediciones.

Tabla L. Resultado de mediciones

No.	Temperatura (°C)	Tiempo por batido (min)	Unidades producidas	Peso total (kg)	Desperdicio (kg)	Porcentaje desperdicio
1	365	83	913	38.44	6.7	17.43
2	350.50	83	913	38.03	3.35	8.81
3	350.25	77	847	35.11	3.55	10.11
4	350.75	80	880	37.66	4.90	13.01
5	350.75	82	802	36.33	3.60	9.91
6	351	87	857	40.50	4.20	10.37
Prom.	353.04°C	82 min	802 u	37.68 kg	4.38 kg	11.61 %

*Datos para 1 batido

* El peso promedio unitario de cada oblea es de 41.77 gramos

Consideraciones a tomar en cuenta

- Los datos se recopilaron tomando muestras al azar escogidas aleatoriamente durante la operación del proceso con el propósito de obtener resultados lo más objetivos posibles, además de que se procuró intervenir lo menos que se pudo con el desarrollo normal de las actividades de operación y de los operarios, tratando de evitar alterar o manipular la situación para que los resultados sean también lo más reales posibles.
- Se notó que el día (jueves) en el que hubo un solo operador en el horno, se obtuvo el porcentaje de desperdicio más bajo (8.81 %), en parte debido a que cuando están los dos se distraen uno al otro o se descuidan ambos de colocar bien aquellas obleas que se quedan atoradas; mientras que la jornada completa en la que trabajó un solo operador, éste estuvo más atento a cualquier anomalía que se presentó.
- El jueves y viernes se pudieron realizar dos mediciones cada día debido a que se tuvo un mejor conocimiento del proceso y un conocimiento con mayor exactitud de cuáles eran los datos que interesaban; además de la mejor cooperación de los operarios del horno y de la mezcladora.

3.11 Análisis de las causas y cuantificación de la variación del consumo de insumos en el proceso de elaboración del chocolate de 13 gramos

Para obtener las variaciones de peso del producto final, se tomaron muestras escogidas aleatoriamente de la línea de producción.

Los insumos requeridos para la elaboración de 1 fardo de chocolate de 13 gramos (dados en porcentajes y en gramos) según la fórmula son los siguientes:

Batido	25 %	1,849 gramos
Crema	39 %	2,938 gramos
Relleno	<u>36 %</u>	<u>2,701 gramos</u>
	100 %	7,488 gramos

De la anterior fórmula se estimó cuánto debería ser el peso de la oblea, crema y cobertura en cada unidad producida (1 fardo contiene 576 chocolates). Los datos son:

Oblea por unidad:	47 gramos / oblea	=	3.21 gramos
Crema por unidad:		=	5.10 gramos
Cobertura por unidad:		=	<u>4.68 gramos</u>
Total		=	13 gramos

A continuación se muestran los datos obtenidos del muestreo realizado en la línea de producción:

Tabla LI. Datos del muestreo realizado en la línea de producción

No.	Peso oblea (10u) (grs.)	Peso unit. (grs.)	Peso libro (grs.)	Peso chocolate (grs.)
1	410	41.0	289	11
2	401	40.1	301	11
3	398	39.8	298	11
4	402	40.2	310	11
5	411	41.1	296	11
6	457	45.7	303	11
Prom	413.17	41.32	299.5	11

Observaciones

1 libro se compone de 3 obleas + 2 capas de relleno

de unidades por libro = 44

Cálculos

Oblea por unidad = $41.32 \text{ gramos} \times 3 = 123.96 \text{ gramos} / 44 \text{ u} = 2.82 \text{ gramos}$

Crema por unidad = $299.5 \text{ g} - 3(41.32 \text{ g}) = 175.54 \text{ g} / 44 \text{ u} = 3.99 \text{ gramos}$

Cobertura por unidad = $11 \text{ g} - 2.82 \text{ g} - 3.99 \text{ g} = 4.19 \text{ gramos}$

Resultados

	<u>Consumo Real</u>		<u>Fórmula</u>
Oblea por unidad:	2.82 gramos = 25.64 %	>	3.21 gramos = 25 %
Crema por unidad:	3.99 gramos = 36.27 %	<	5.10 gramos = 39 %
Cobertura por unidad:	<u>4.19 gramos</u> = 38.09 %	>	<u>4.68 gramos</u> = 36 %
	11 gramos		13 gramos

Consideraciones a tomar en cuenta

De lo anterior observamos que el chocolate tiene menos peso del que debería tener según la fórmula, además de que las proporciones del relleno y de la cobertura están cambiados, y como sabemos que lo más caro del producto es la cobertura, se está incurriendo en mayores costos.

Además, del análisis de desperdicio de galletas comprobamos que el peso promedio de una oblea es de 41.77 gramos, lo que se indica que se están cumpliendo las metas propuestas, sin embargo, aún es necesario seguir incrementando el peso de la galleta con el objeto de disminuir la cantidad de cobertura que se aplica.

Por otra parte, se ha observado que en la elaboración de las galletas hay muchas que se dañan parcialmente o pierden alguna de sus capas exteriores, y en esas condiciones se transforman en libros y se van así hasta que al final; salen los chocolates incompletos y se tienen que desechar. Sin embargo, la cobertura que se les aplica prácticamente se está desperdiciando, y en mayor grado tomando en cuenta que la cobertura rellena las partes en donde hacen falta pedazos de galleta. Así que podría procurarse que los trabajadores tengan mayor cuidado en el manejo de los productos en proceso para tener que desechar la menor cantidad posible de chocolates.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Procedimiento de control de desperdicios de oblea

El desperdicio de oblea se debe a muchas causas, pero especialmente a las siguientes:

- Variación de la densidad del batido
- Temperatura baja de la oblea en el horno
- Mala calibración de las planchas

Para controlar lo anterior se debe seguir el procedimiento siguiente:

- Realizar un monitoreo cada 0.5 hora en el área de preparación del batido para analizar la densidad de la mezcla, así como su PH. esto garantiza que el horno trabajará con una mezcla adecuada.
- Definir la temperatura del horno para cada presentación de chocolates, como existen de diversos tamaños (de 3, 4, 5 y 6 obleas respectivamente), se deben establecer los rangos de temperatura adecuados para cada presentación; si no se hace lo anterior, las obleas saldrán o crudas o muy quemadas.
- Cuando se sepa qué presentación de chocolate se hará en la línea, deben calibrarse las planchas del horno para que acepte solo la cantidad necesaria; de no ser así, el desperdicio aumentará, porque se generará mucho poporopo.

- El desperdicio debe cuantificarse cada hora; el poporopo que cae en la bandeja donde sale la oblea debe ingresarse a costales y pesarse junto con la oblea que sale de lo carcomido del horno. Lo anterior sirve para cuantificar el desperdicio total de la línea.
- El desperdicio de la oblea debe guardarse y venderse al final del mes, este porcentaje debe ser como máximo del 7%; actualmente está en un 22% en promedio.

4.2 Procedimiento de control de desperdicios de ingredientes

Los insumos requeridos para la elaboración de 1 fardo de chocolate de 13 gramos (dados en porcentajes y en gramos) según la fórmula son los siguientes:

Batido	25 %	1,849 gramos
Crema	39 %	2,938 gramos
Relleno	<u>36 %</u>	<u>2,701 gramos</u>
	100 %	7,488 gramos

De la anterior fórmula se estimó cuánto debería ser el peso de la oblea, crema y cobertura en cada unidad producida (1 fardo contiene 576 chocolates). Los datos son:

Oblea por unidad:	47 gramos / oblea	=	3.21 gramos
Crema por unidad:		=	5.10 gramos
Cobertura por unidad:		=	<u>4.68 gramos</u>
Total		=	13 gramos

De lo anterior nos podemos dar cuenta que la oblea debe pesar 47 gramos, actualmente el peso promedio esta en 41 gramos, lo que hace que por falta de peso se compense con cobertura (chocolate espeso), lo que encarece el producto, debido a que la cobertura es lo más caro del producto.

El procedimiento para control de desperdicios de ingredientes es el siguiente:

- Revisar las fórmulas en el sistema para tener una adecuada explosión de materiales.
- Revisar que las entregas que hace el personal de bodega de materia prima correspondan con lo especificado por la fórmula; muchas veces no se despacha la cantidad correcta debido a factores internos de la bodega.
- Revisar el orden del mezclado de los ingredientes, debido a que esto influye en la calidad del batido; muchas veces por falta de capacitación se cometen muchos errores que cuestan dinero.
- Estandarizar los parámetros de aplicación de crema en la untadora. Debido a que actualmente la operadora es la que a criterio de ella ajusta la perilla que aplica la crema, muchas veces dice que es mejor que lleve de más y no de menos, pero esto eleva los costos.
- Con la cobertura debe definirse un parámetro de densidad del chocolate, debido a que se hace la mezcla pero muchas veces sale muy viscoso. Esto provoca que el túnel de enfriamiento sea insuficiente y causa problemas en la cavana.
- La operadora que corta los libros debe ser una voz de alarma para los horneros, debido a que una oblea muy cruda se quebrará en la cortadora.
- La persona que está en la cavana debe controlar la temperatura de la mordaza para disminuir el desperdicio de papel.

4.3 Implementación de formatos de control sobre tiempos muertos en línea

Los siguientes formatos deben aplicarse de manera inmediata para llevar un control sobre los tiempos muertos y las causas principales. Dicha información será importante para el mantenimiento general de la planta.

Figura 8. Control de paros de producción en área de mezclas

EMPRESA _____

CONTROL DE PAROS EN PRODUCCIÓN

Área de mezclas

Operador: _____

Fecha: _____

Turno: _____

Encargado: _____

#	Hora			Motivos del paro						Observaciones
	Inicio	Fin	Tiempo total	1	2	3	4	5	6	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Códigos:

- 1 = almuerzo
- 2 = refacción
- 3 = falta de carretas
- 4 = falta de ayudante
- 5 = fallos en las máquinas
- 6 = otros motivos (especifique)

Figura 9. Control de paros de producción en área de producción

EMPRESA: _____ CONTROL DE PAROS EN PRODUCCIÓN
 Área de producción _____
 Operador: _____ Fecha: _____
 Turno: _____
 Encargado: _____

#	Hora			Motivos del paro						Observaciones
	Inicio	Fin	Tiempo total	1	2	3	4	5	6	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Códigos:

- 1 = almuerzo
- 2 = refacción
- 3 = cambio de producto
- 4 = fallo del dosificador
- 5 = fallos mecánicos de máquina
- 6 = otros motivos (especifique)

4.4 Implementación de un sistema de incentivos

La propuesta que se hace es la siguiente:

- Debe existir una bonificación máxima de Q 200.00 al mes para el personal de la línea, si se llega a una eficiencia del 85%, se permanece con un porcentaje de desperdicio de oblea del 7% y se disminuyen las horas extras en un 30%. Si se logra todo lo anterior, se pagará el 100% de la bonificación, de lo contrario se hará proporcional.
- Deben realizarse auditorías de limpieza y buenas prácticas de manufactura en la línea de los resultados y recomendaciones cumplidas. Se otorgarán reconocimientos NO MONETARIOS para el personal de toda la línea, como por ejemplo, desayunos, rifas y viajes familiares.

5. MEJORAMIENTO CONTINUO

5.1 Índices de medición

Se deben establecer índices que midan el aprovechamiento de los recursos utilizados en el área de galleta, tomando en cuenta mano de obra, materiales y costos indirectos de fabricación.

Podemos establecer los índices siguientes:

Índice de productividad de mano de obra (IPMO):

Mide el adecuado aprovechamiento de la mano de obra utilizada en la línea de producción, así como las horas programadas para producir.

$$\text{IMO} = \frac{\text{Total de unidades fabricadas por día}}{\text{Numero de personas en la línea * horas efectivas de trabajo}}$$

Índice de productividad de materiales utilizados (IPMU) :

Mide el adecuado aprovechamiento de los materiales o insumos utilizados en el proceso. Se toma como máximo un 2% de desperdicio en el proceso.

$$\text{IPMU} = \frac{\text{Total de unidades fabricadas por día}}{\text{Total de quetzales consumidos de materia prima}}$$

Índice de productividad de indirectos (IPI) :

Mide el adecuado aprovechamiento de los indirectos de fábrica en el proceso. Dentro de estos podemos mencionar: consumo de energía eléctrica, agua, suministros, mano de obra indirecta y depreciación del edificio de planta, así como prestaciones laborales del personal indirecto.

$$\text{IPI} = \frac{\text{Total de unidades fabricadas por día}}{\text{Total de quetzales consumidos de costos indirectos de fábrica}}$$

Eficiencia de línea (EL)

Mide el porcentaje adecuado de la utilización de los equipos en la línea. Es un factor de medición de resultados, pero no toma en cuenta los desperdicios ni los materiales utilizados.

$$\text{EL} = \frac{\text{Total de unidades planificadas por día}}{\text{Total de unidades reales por día}}$$

Aparte de los índices de medición expuestos anteriormente, se deben establecer controles diarios en la línea. Se pueden mencionar:

- Control de tiempos muertos o paros de línea
- Control de índice de calidad
- Auditorías de limpieza de equipos
- Auditorías de inspección del personal
- Auditorías de seguridad industrial

5.2 Reuniones operativas del personal

Se tiene contemplado realizar reuniones operativas con el personal de toda la línea para tratar la forma de obtener toda la información necesaria para mejorar la productividad del proceso. Quién mas que los mismos operarios para dar ideas de cómo mejorar la productividad. Las reuniones que se deben establecer serán en horarios que de preferencia no interfieran con la producción. Si en dado caso no se puede, se podría reconocer un porcentaje de tiempo extra para los operativos.

Dentro de los temas propuestos para tratar en las reuniones serán:

- Buenas prácticas de manufactura
- Control de desperdicios
- Control de tiempos muertos de línea
- Seguridad industrial

Las reuniones se harán de forma semanal. Para las relacionadas directamente con el proceso, deberá tenerse información estadística sobre los resultados semanales, los temas de buenas prácticas de manufactura y la seguridad industrial. Se harán reuniones mensuales.

De cada reunión deberá realizarse una minuta, donde se establecerán las actividades que se van a realizar, la fecha de entrega y la persona responsable.

5.3 Capacitación

La capacitación debe ser un tema continuo en las empresas, el activo más importante siempre serán los empleados con el Know-How que tienen de muchos años, por lo que podemos aprovechar a empleados de muchos años para dar capacitación a los nuevos que van ingresando a la empresa.

Dentro de los temas de capacitación sugeridos y que deben ser constantes en la empresa están:

- Equipos de alto desempeño
- Manejo y uso de extinguidores
- Conceptos básicos de primeros auxilios
- Conceptos básicos de seguridad industrial
- Buenas prácticas de manufactura
- Control de productos en proceso
- Motivación
- Evacuación de edificio

CONCLUSIONES

1. Se mejoraron las condiciones ambientales del lugar a través de la aplicación de herramientas de ingeniería industrial. El ambiente tenía una ventilación inadecuada, así como una iluminación que provocaba cansancio y fatiga entre los operadores.
2. La línea de producción de chocolates puede incrementar su capacidad de producción si se realiza correctamente el balance de líneas. Anteriormente no se tenía identificado quién era el cuello de botella; al lograrlo, se aumentó la capacidad por hora de producción de chocolates.
3. Al realizar el análisis ergonómico y utilizar la aplicación de los diez enfoques primarios del análisis de la operación, se mejoró la producción por estación de trabajo.
4. Se propuso una redistribución de maquinaria que buscaba aprovechar más el espacio utilizado, reduciendo distancias. Esto impactó en los tiempos de fabricación.

5. Con el sistema de reducción de desperdicios del poporopo de la oblea, se tomaron en cuenta las sugerencias para el control de la temperatura del horno, con el control del desperdicio diario del proceso. Se puede monitorear y dar mejores sugerencias para su control.
6. Con el cálculo del tiempo muerto en la cavana por motivos de cambio de bobina, se estableció que debe tenerse un tiempo muerto por dicho cambio. Si no se hace se perjudica la eficiencia de línea.
7. Las reuniones operativas del personal no lograron resultados instantáneos, pero sí que el personal se sintiera motivado al ser tomadas en cuenta sus sugerencias para la mejora del proceso.
8. Con los nuevos controles establecidos en la línea en el área de batido y aplicación de la crema se disminuyó notablemente el desperdicio de la materia prima para la elaboración de estos insumos.

RECOMENDACIONES

1. En el área donde se encuentran los hornos para la elaboración de galletas, observamos que cuando hay más de una persona en los hornos se tiene un porcentaje más alto de desperdicio. Según el análisis que se hizo, se debe a que se distraen o se despreocupan de cuidar aquellas obleas que se atorán. Así que habría que encontrar la forma de lograr que el operador encargado preste más atención a la salida del material, quizás hablando con él y explicándole la importancia que tiene su trabajo en todo el proceso.
2. En el horno 2 de 18 planchas (horno pequeño), las correas que lanzan la oblea hacia el receptáculo de apilamiento giran demasiado rápido, así que una buena cantidad de galletas chocan contra el tope con mucha fuerza y como consecuencia de ello se despozan en la orilla, incluso hay algunas que hasta se rajan y otras que pierden sus capas superficiales debido al impacto. Así que los mecánicos podrían regular la velocidad de dichas correas para que giren más despacio o se puede colocar algún amortiguador en el tope contra el que golpean las galletas para reducir el golpe.

3. Con respecto a lo anterior, es importante, en lo relativo al costo, que la galleta vaya lo más entera que se pueda y en las mejores condiciones. Así que los operarios tienen que entender que debido a las características del producto que manejan deben tener más cuidado al manipular la galleta y los libros, pues cada daño que sufren éstos en su superficie son compensados con cobertura y como ésta es la parte más cara del producto, se incrementa el costo de producción.
4. En el área de la cavana se debe establecer un control estricto sobre la velocidad de la máquina, el tamaño del papel y la capacitación del personal que opera dicho proceso. Debido a que son muchas las variables que entran en juego para optimizar esta operación, el no hacerlo provoca que se desperdicie mucho material de empaque y aumenten los tiempos muertos de línea.
5. En el área de batido, se debe dar una mejor capacitación a los operadores que realizan las mezclas, explicándoles cuál es el orden de mezclado de los ingredientes, así como cuánto deben hacer por hora para alimentar el horno. Debe implementarse con ellos un sistema de control de calidad donde los operadores chequeen la densidad y la acidez de los batidos.

6. En el área de untado de crema se debe graduar la perilla de acuerdo con la necesidad de aplicación de crema en el chocolate; debe hacerse una mejor explosión de materiales para no tener mucho desperdicio en el proceso.

7. A la empresa en general, dar una constante capacitación a los operadores y ayudantes de línea en temas relacionados con buenas prácticas de manufactura, seguridad e higiene industrial y trabajo en equipo. Lo anterior fortalecerá la mejor propuesta en el trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

ELWOOD, S. Buffa, "Administración y dirección técnica de la producción", 4ª Edición, Editorial: Limusa, México, D.F., 1982, pp. 672.

GONZÁLEZ Ruiz, Lucinda. ESPRIU Torres, José. "Instructivo Teórico-Práctico de Análisis Sistemático de la Producción II" México D.F., 2001, pp. 60.

NIEBEL, Benjamín. FREIVALDS Andris. "Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo" 10ª Edición, Editorial: Alfa omega México D.F, 2001, pp. 75-105.

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, "Introducción al Estudio del Trabajo", 4ª Edición, Editorial: Limusa, México D.F. 2001, pp. 15-35.

R. M. Curie, "Análisis y medición del trabajo" Editorial: Diana, México D.F. 1972, pp. 152 – 154, 163 – 164.

KRICK, Edward V. "Ingeniería de Métodos" Editorial: Limusa, México D.F. 1961, pp. 60-72.

Figura 10. Organigrama de procesadora de alimentos, s.a.

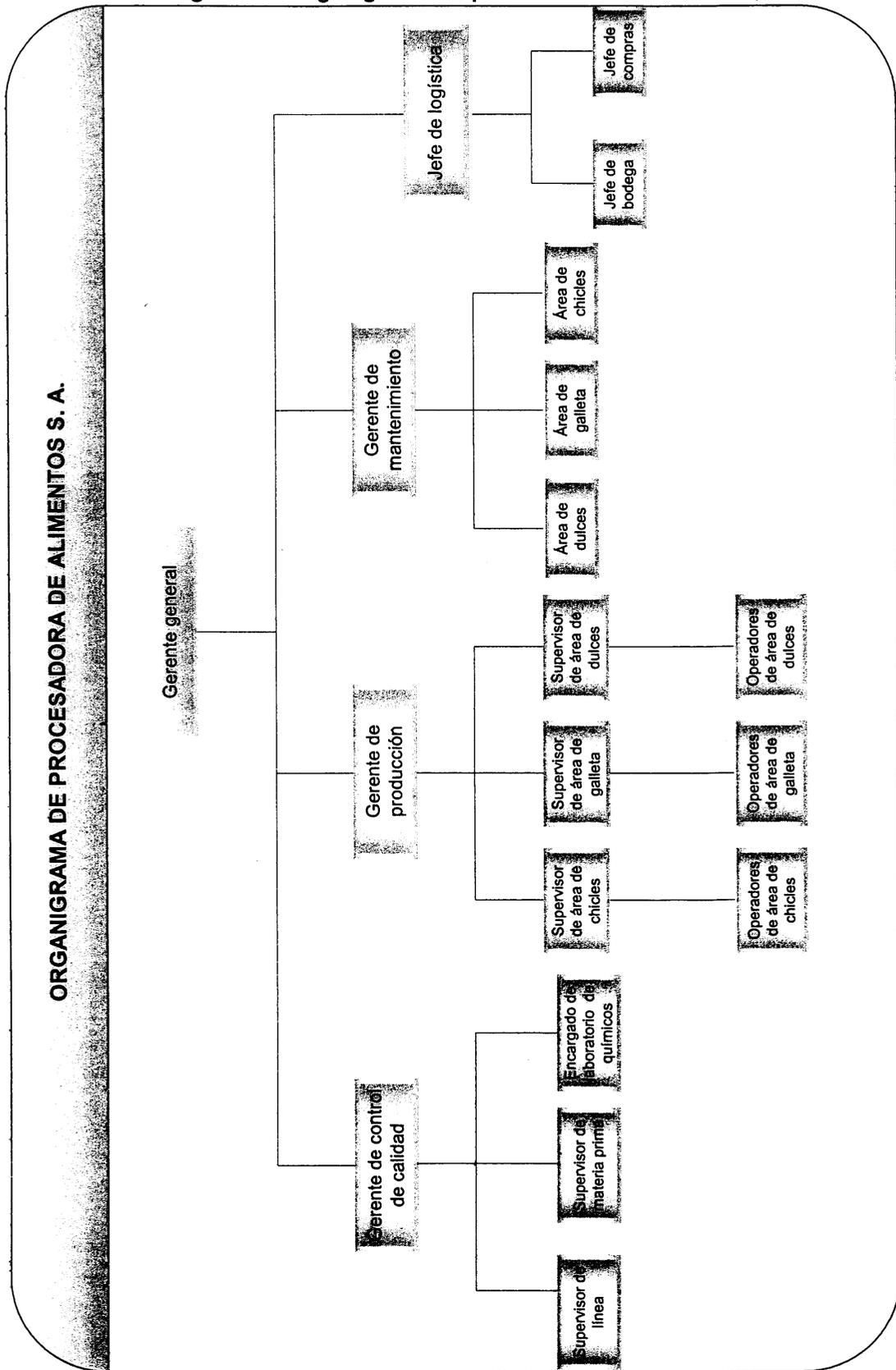


Figura 11. Diagrama de recorrido actual

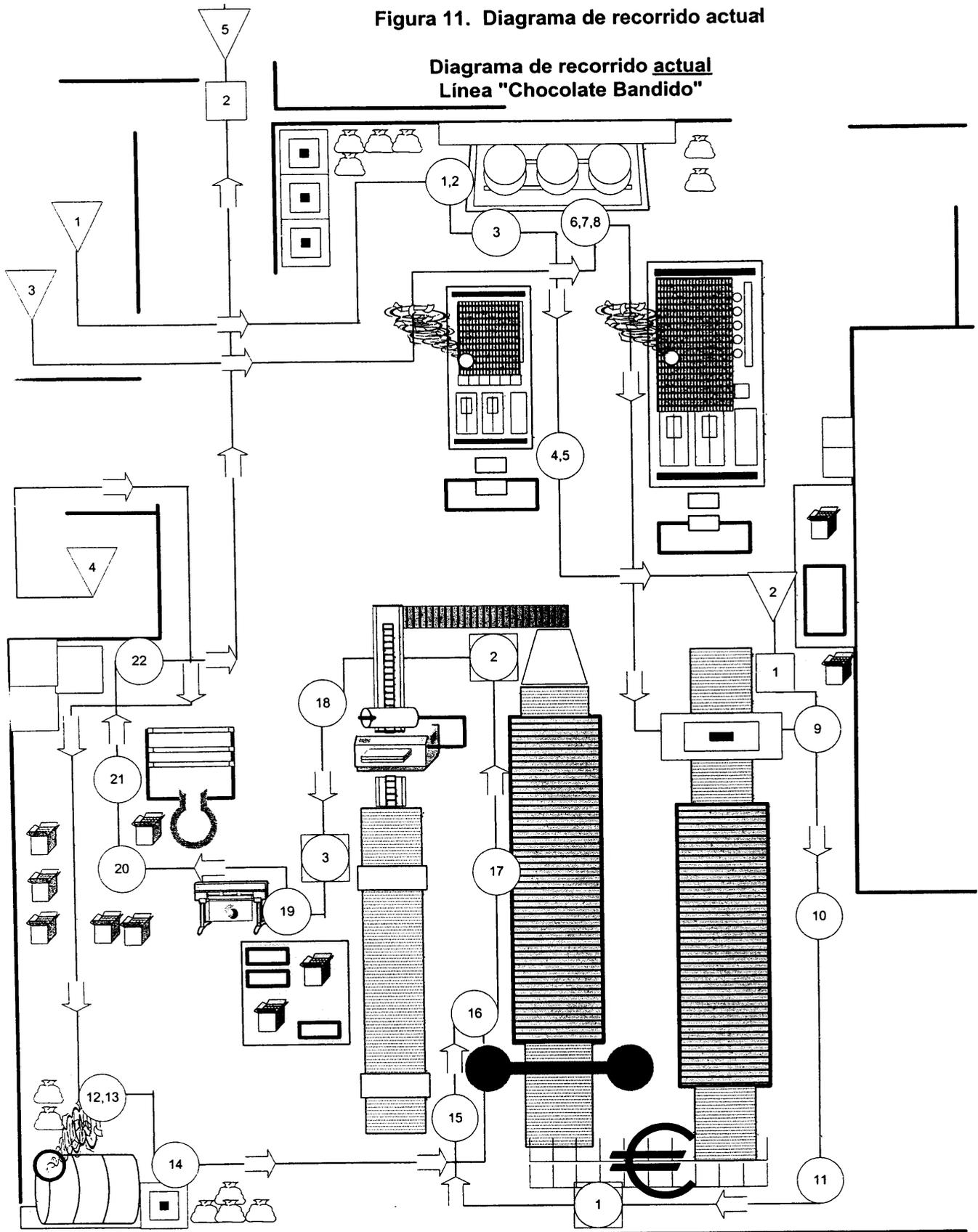


Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso actual

Diagrama de operaciones del proceso

Empresa : Procesadora de alimentos s.a. Elaborado por : Hugo Hidalgo
 Producto : Chocolate Bandido (3 obleas) Método: Actual
 Código : XXXXXXXX Fecha: 30-03-04
 Páginas : 1/4 Departamento : Producción

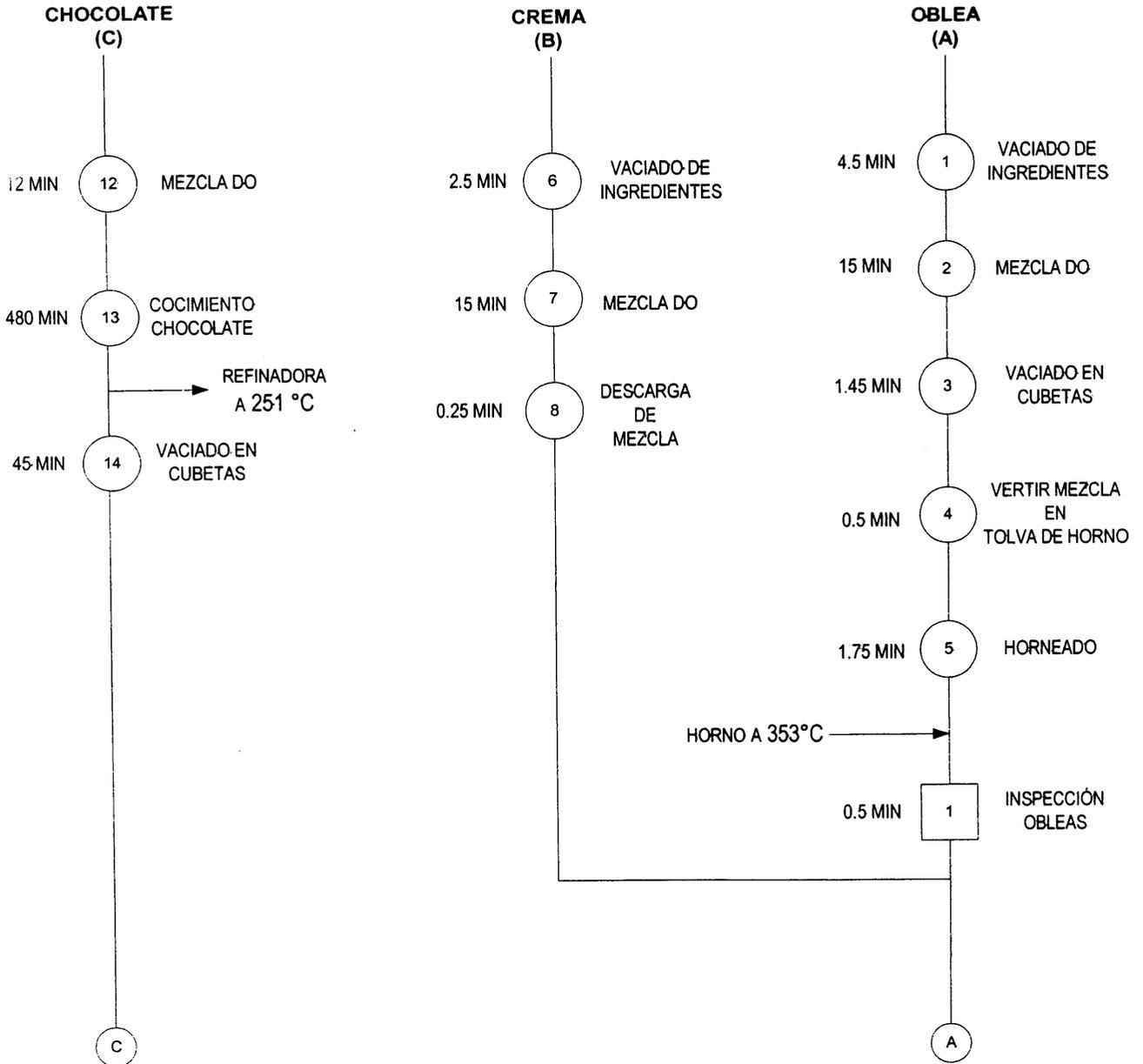


Figura 13. Diagrama de operaciones actual

Diagrama de operaciones

Empresa : **Procesadora de alimentos s.a.**
 Producto : **Chocolate Bandido (3 obleas)**
 Código: **XXXXXXX**
 Páginas: **2/4**

Elaborado por : **Hugo Hidalgo**
 Método: **Actual**
 Fecha: **30-03-04**
 Departamento : **Producción**

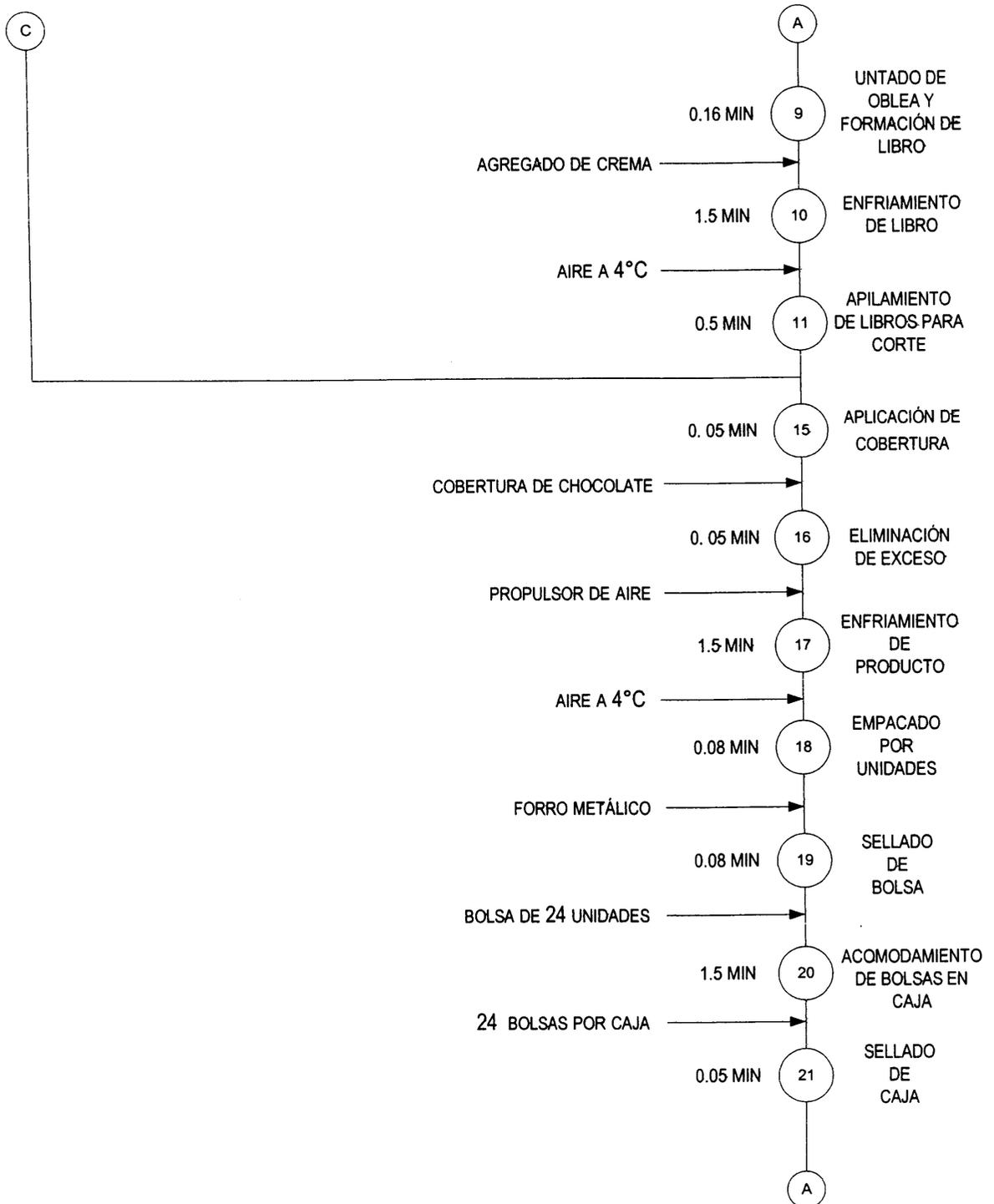


Figura 14. Diagrama de operaciones del proceso actual

Diagrama de operaciones del proceso

Empresa : **Procesadora de alimentos s.a.**
Producto : **Chocolate Bandido (3 obleas)**
Código : **XXXXXXX**
Páginas : **3/4**

Elaborado por: **Hugo Hidalgo**
Método: **Actual**
Fecha: **30-03-04**
Departamento: **Producción**

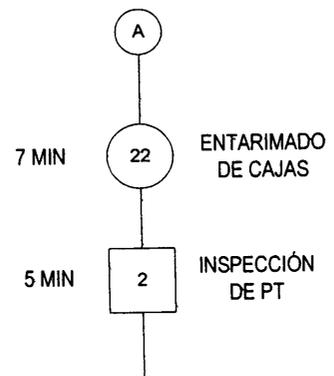


Figura 15. Diagrama de operaciones del proceso actual

Diagrama de operaciones del proceso

Empresa : **Procesadora de alimentos s.a.** Elaborado por : **Hugo Hidalgo**
 Producto : **Chocolate Bandido (3 obleas)** Método: **Actual**
 Código : **XXXXXXX** Fecha: **30-03-04**
 Páginas : **4/4** Departamento: **Producción**

RESUMEN				
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	FRECUENCIA	DISTANCIA	TIEMPO
OPERACIÓN		22	0	588.92 MIN
INSPECCIÓN		2	0	5.5 MIN
			TOTAL	594.42 MIN

Figura 16. Diagrama de flujo del proceso actual

Diagrama de flujo del proceso

Empresa : **Procesadora de alimentos s.a.**
 Producto : **Chocolate Bandido (3 obleas)**
 Código: **XXXXXXX**
 Páginas: **1/4**

Elaborado por : **Hugo Hidalgo**
 Método : **Actual**
 Fecha: **30-03-04**
 Departamento : **Producción**

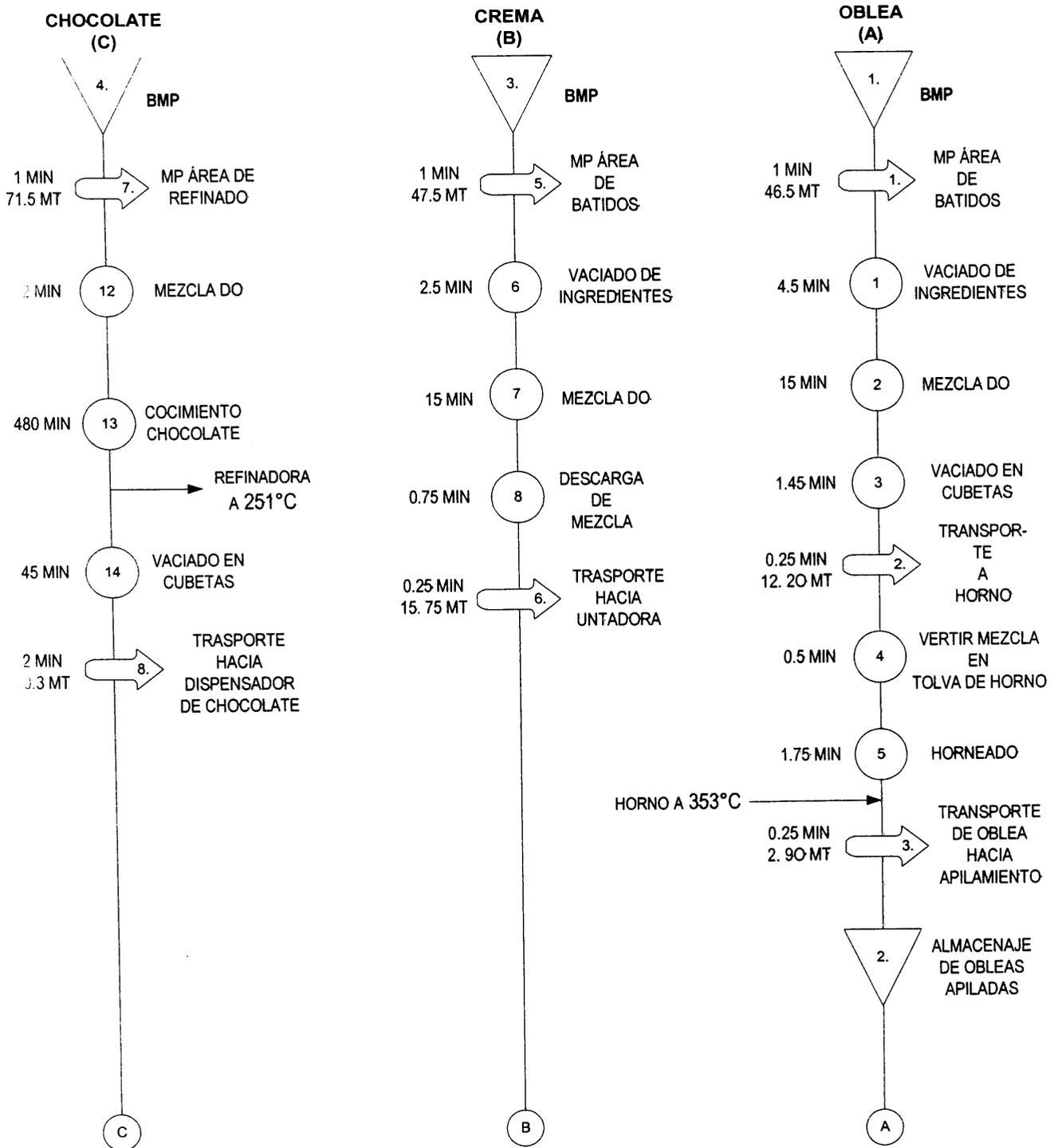


Figura 17. Diagrama de flujo del proceso actual

Diagrama de flujo del proceso

Empresa: **Procesadora de alimentos s.a.** Elaborado por: **Hugo Hidalgo**
 Producto : **Chocolate Bandido (3 obleas)** Método : **Actual**
 Código : **XXXXXXX** Fecha: **30-03-04**
 Páginas: **2/4** Departamento : **Producción**

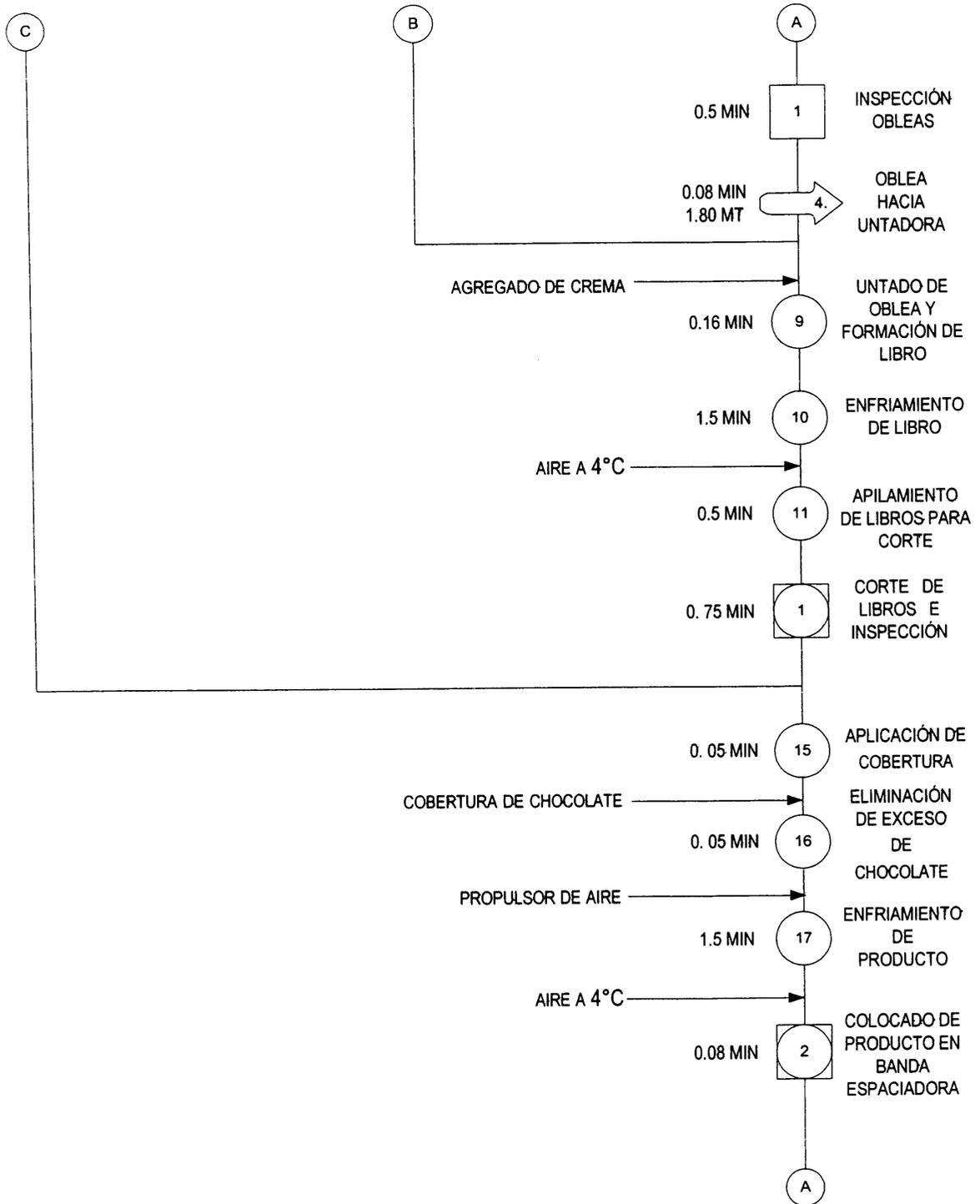


Figura 18. Diagrama de flujo del proceso actual

Diagrama de flujo del proceso

Empresa : **Procesadora de alimentos s.a.**
 Producto : **Chocolate Bandido (3 obleas)**
 Código: **XXXXXXX**
 Páginas: **3/4**

Elaborado por: **Hugo Hidalgo**
 Método: **Actual**
 Fecha: **30-03-04**
 Departamento: **Producción**

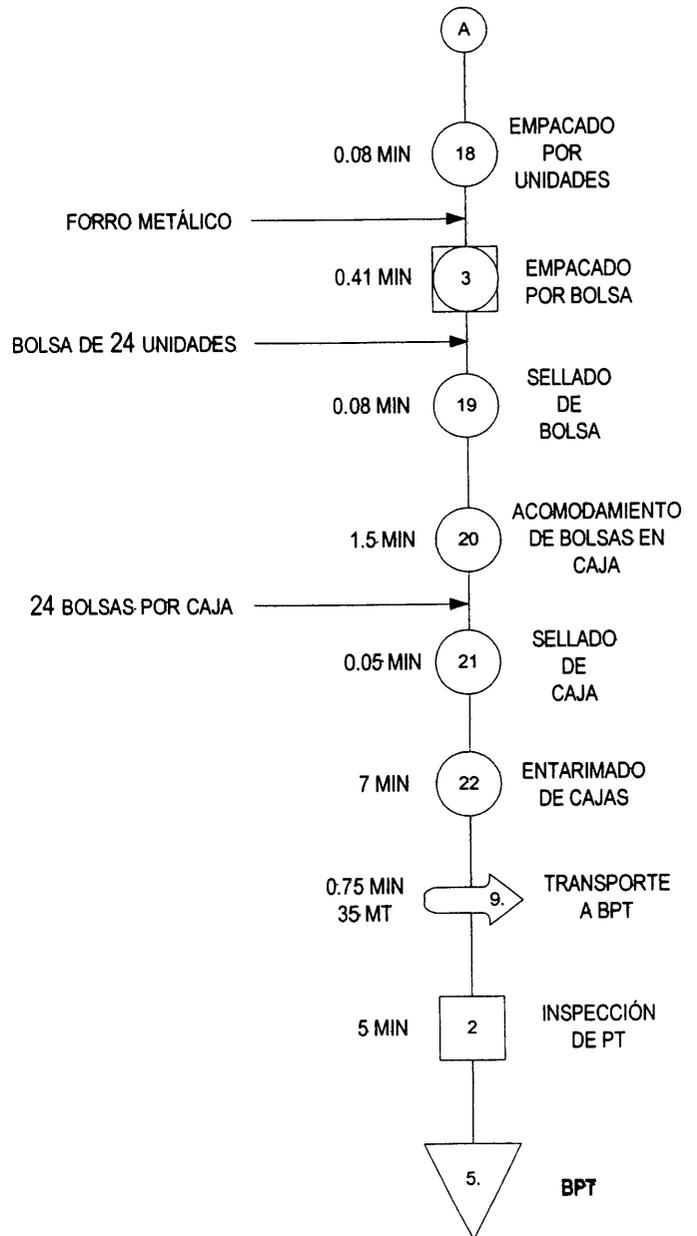


Figura 19. Diagrama de flujo del proceso actual

Diagrama de flujo del proceso

Empresa: **Procesadora de alimentos s.a.**
 Producto: **Chocolate Bandido (3 obleas)**
 Código: **XXXXXXX**
 Páginas: **4/4**

Elaborado por: **Hugo Hidalgo**
 Método: **Actual**
 Fecha: **30-03-04**
 Departamento: **Producción**

RESUMEN				
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	FRECUENCIA	DISTANCIA	TIEMPO
OPERACIÓN		22	0	588.92 MIN
INSPECCIÓN		2	0	5.5 MIN
COMBINADO		5	0	1.24 MIN
TRANSPORTE		9	243.45-MT	6.58 MIN
DEMORA		0	0	0
			TOTAL	602.24 MIN

Figura 20. Diagrama hombre- máquina actual
Diagrama hombre - máquina

Objeto del diagrama: **Análisis en área de batidos**
 Método: **Actual**
 Fecha: **01/04/2004**
 Inician en : **Turbomezcladora**

Elaborado por: **Hugo Hidalgo**
 Dibujo No.: **1**
 Hoja: **1 de 1**
 Termina en: **Trituradora**

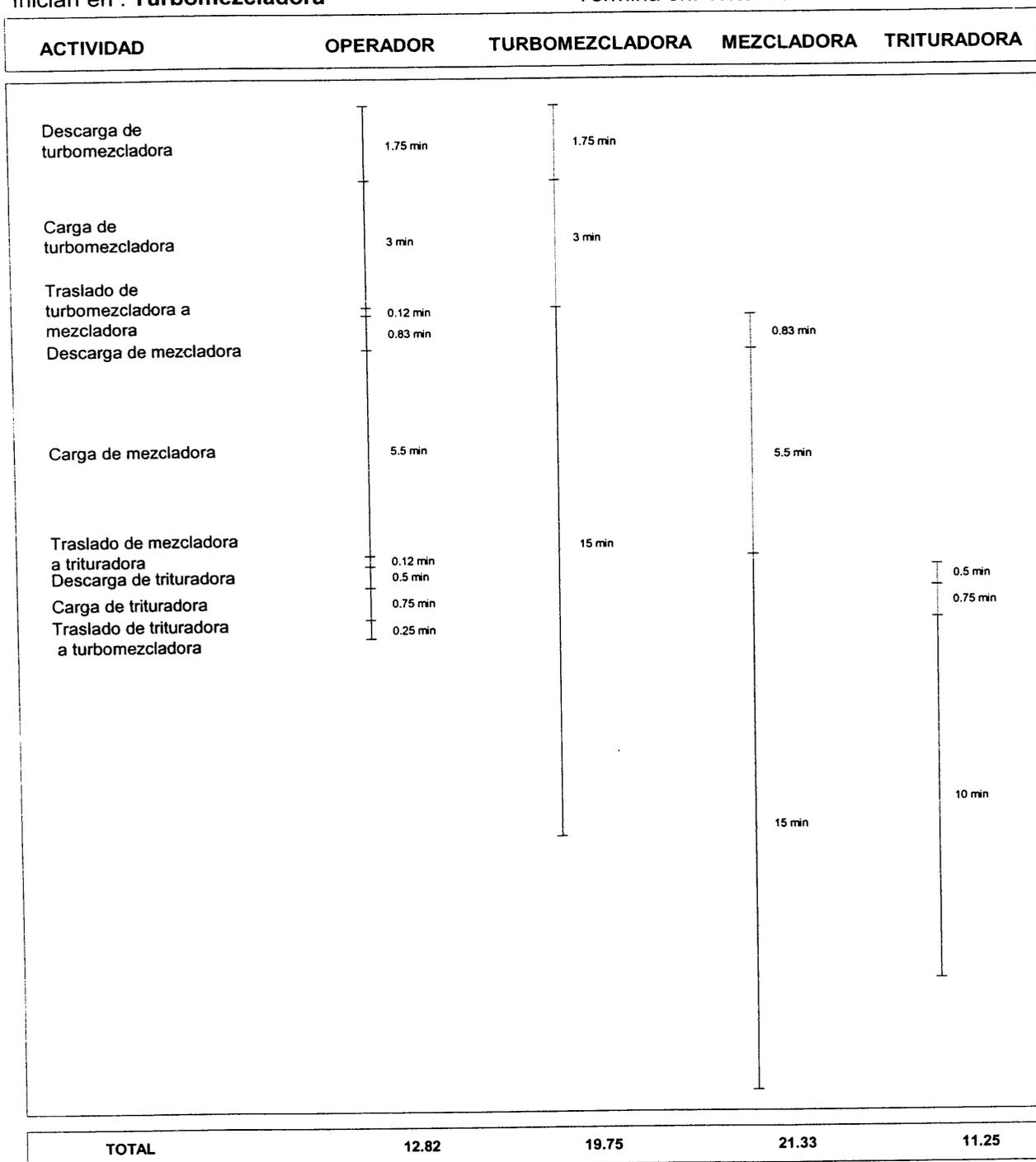


Figura 21. Diagrama de operaciones propuesto

Diagrama de operaciones

Empresa : Nueva industria alimenticia s.a.
 Producto : Chocolate Bandido (3 obleas)
 Código : XXXXXXXX
 Páginas : 1/4

Elaborado por : Hugo Hidalgo
 Método : Propuesto
 Fecha: 30-03-04
 Departamento : Producción

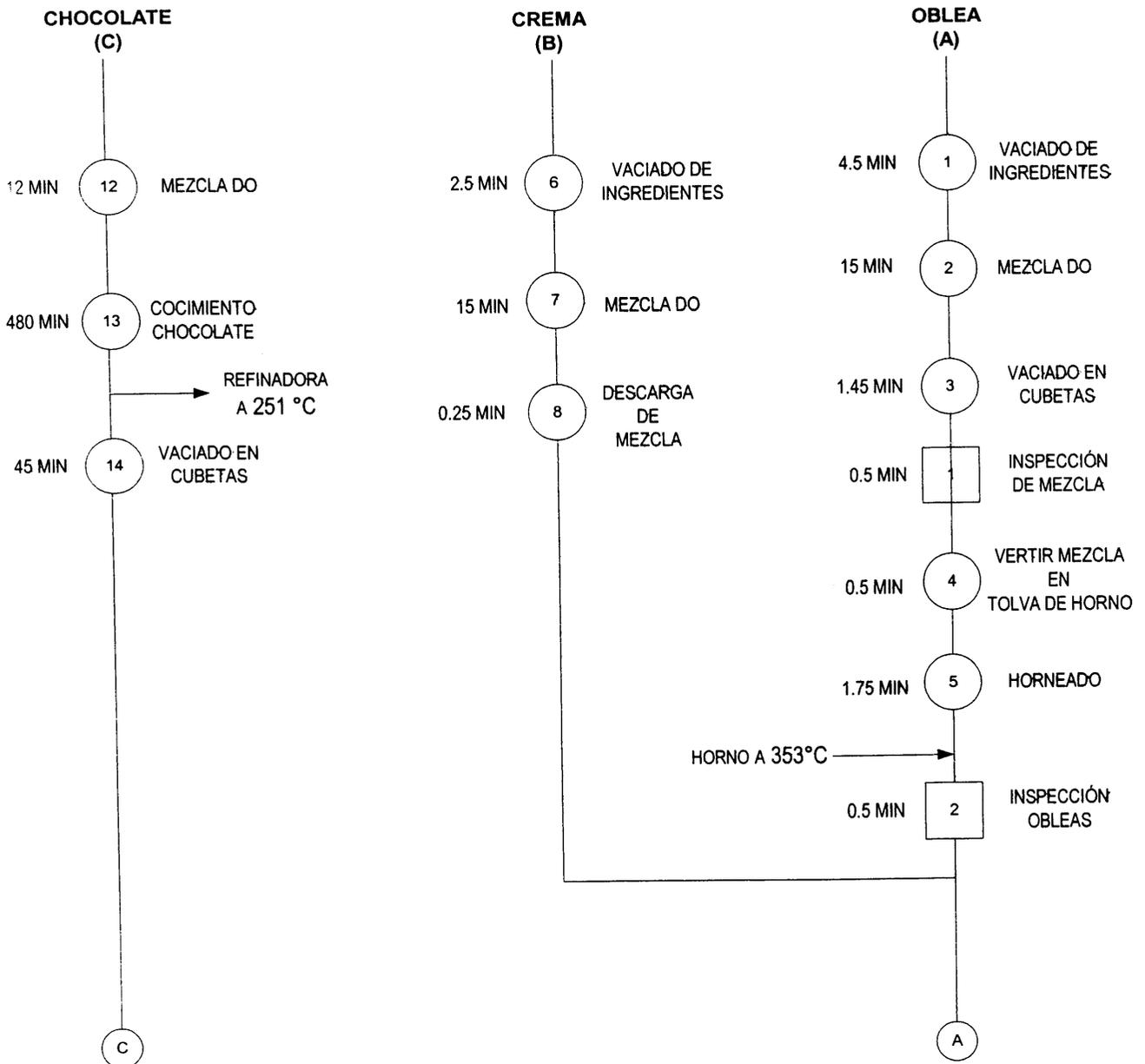


Figura 22. Diagrama de operaciones propuesto

Diagrama de operaciones

Empresa : Nueva industria alimenticia s.a. Elaborado por : **Hugo Hidalgo**
 Producto : **Chocolate Bandido (3 obleas)** Método : **Propuesto**
 Código: **XXXXXXX** Fecha: **30-03-04**
 Páginas : 2/4 Departamento: **Producción**

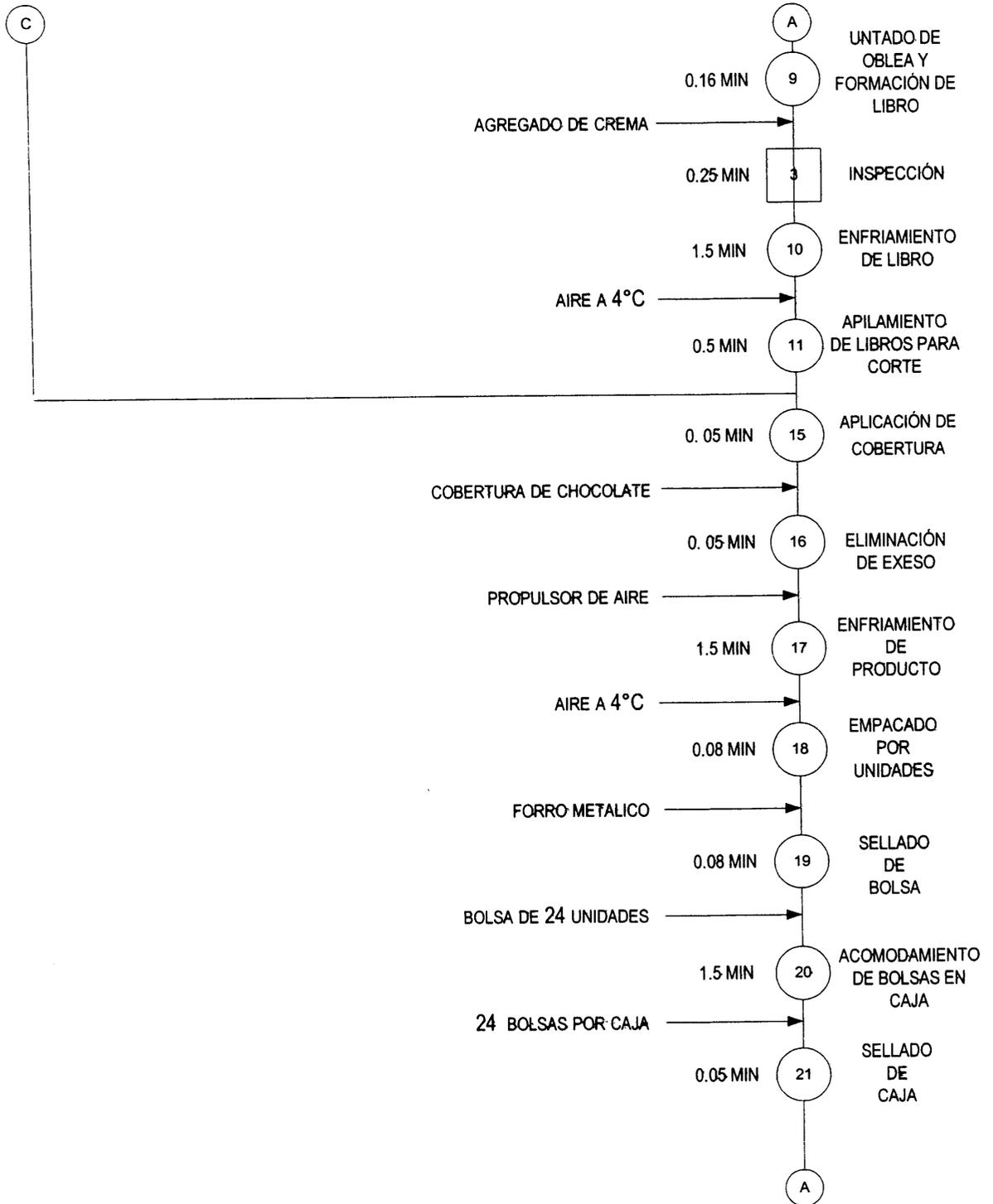


Figura 23. Diagrama de operaciones propuesto

Diagrama de operaciones

Empresa : Nueva industria alimenticia s.a. Elaborado por : **Hugo Hidalgo**
Producto : **Chocolate Bandido (3 obleas)** Método : **Propuesto**
Código : **XXXXXXX** Fecha: **30-03-04**
Páginas : **3/4** Departamento : **Producción**

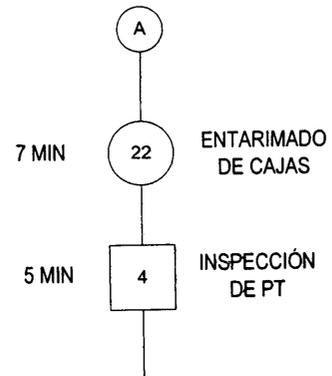


Figura 24. Diagrama de operaciones propuesto

Diagrama de Operaciones

Empresa : Nueva industria alimenticia s.a. Elaborado por : **Hugo Hidalgo**
 Producto : **Chocolate Bandido (3 obleas)** Método : **Propuesto**
 Código : **XXXXXXX** Fecha: **30-03-04**
 Página: **4/4** Departamento : **Producción**

RESUMEN				
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	FRECUENCIA	DISTANCIA	TIEMPO
OPERACIÓN		22	0	588.92 MIN
INSPECCIÓN		4	0	6.25 MIN
			TOTAL	595.17 MIN

Figura 25. Diagrama de flujo propuesto

Diagrama de flujo

Empresa : Nueva industria alimenticia s.a. Elaborado por : Hugo Hidalgo
 Producto : Chocolate Bandido (3 obleas) Método : Propuesto
 Código : XXXXXXXX Fecha: 30-03-04
 Páginas : 1/4 Departamento : Producción

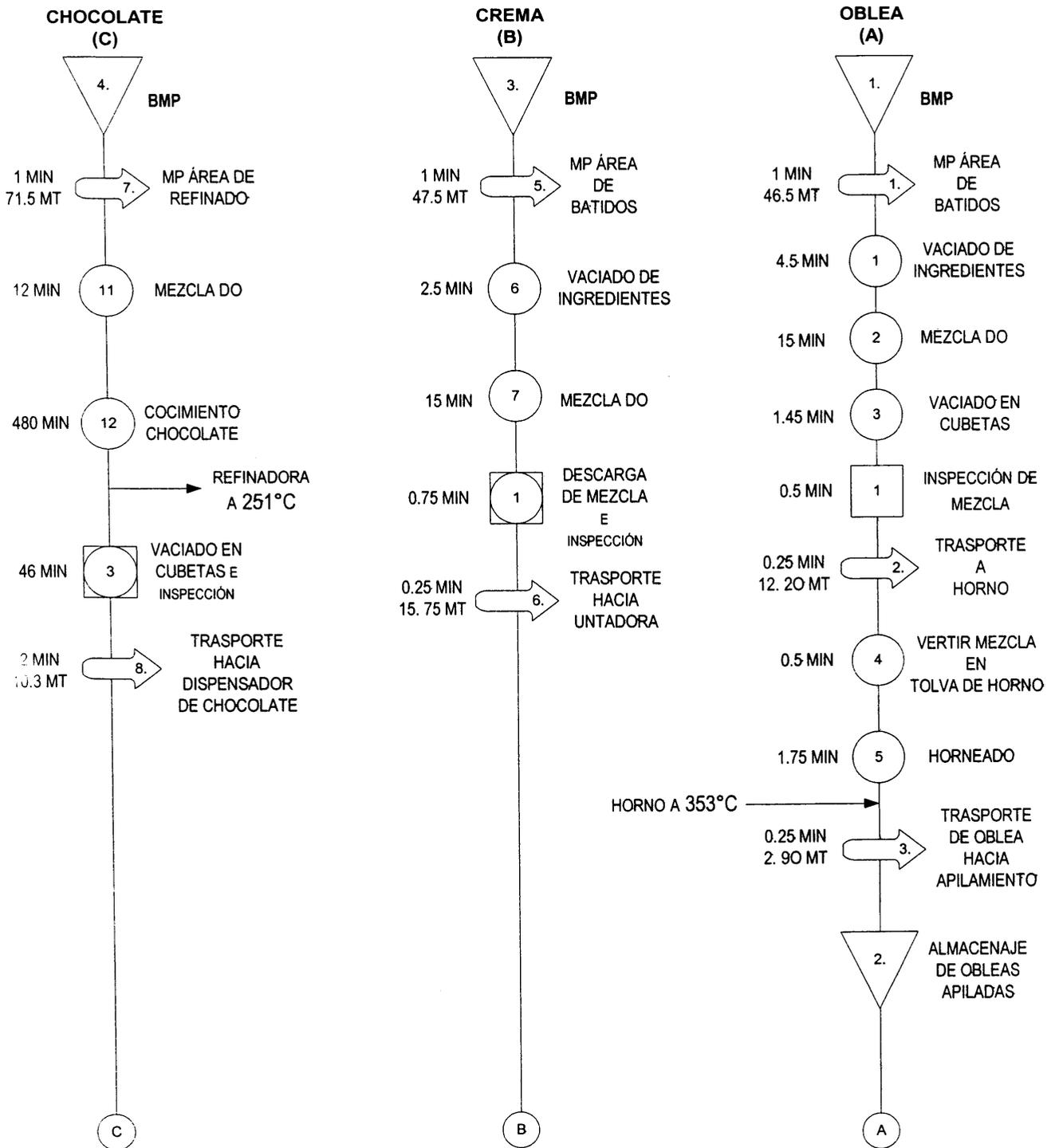


Figura 26. Diagrama de flujo propuesto

Diagrama de flujo

Empresa : Nueva industria alimenticia s.a. Elaborado por: Hugo Hidalgo
 Producto : Chocolate Bandido (3 obleas) Método : Propuesto
 Código: XXXXXXX Fecha: 30-03-94
 Páginas: 2/4 Departamento : Producción

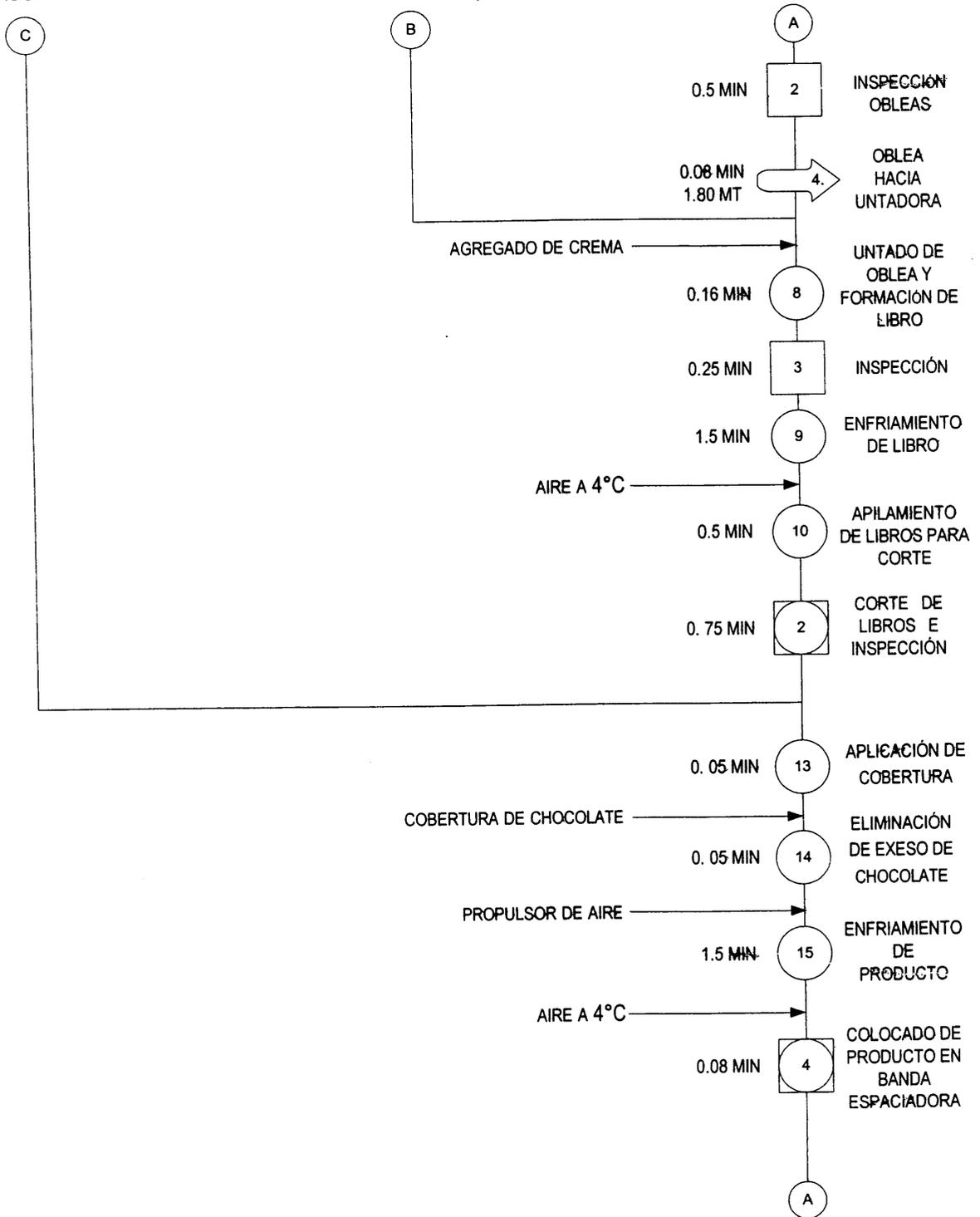


Figura 27. Diagrama de flujo propuesto

Diagrama de flujo

Empresa: Nueva industrial alimenticia s.a. Elaborado por : Hugo Hidalgo
Producto : Chocolate Bandido (3 obleas) Método : Propuesto
Código : XXXXXXXX Fecha: 30-03-04
Páginas : 3/4 Departamento : Producción

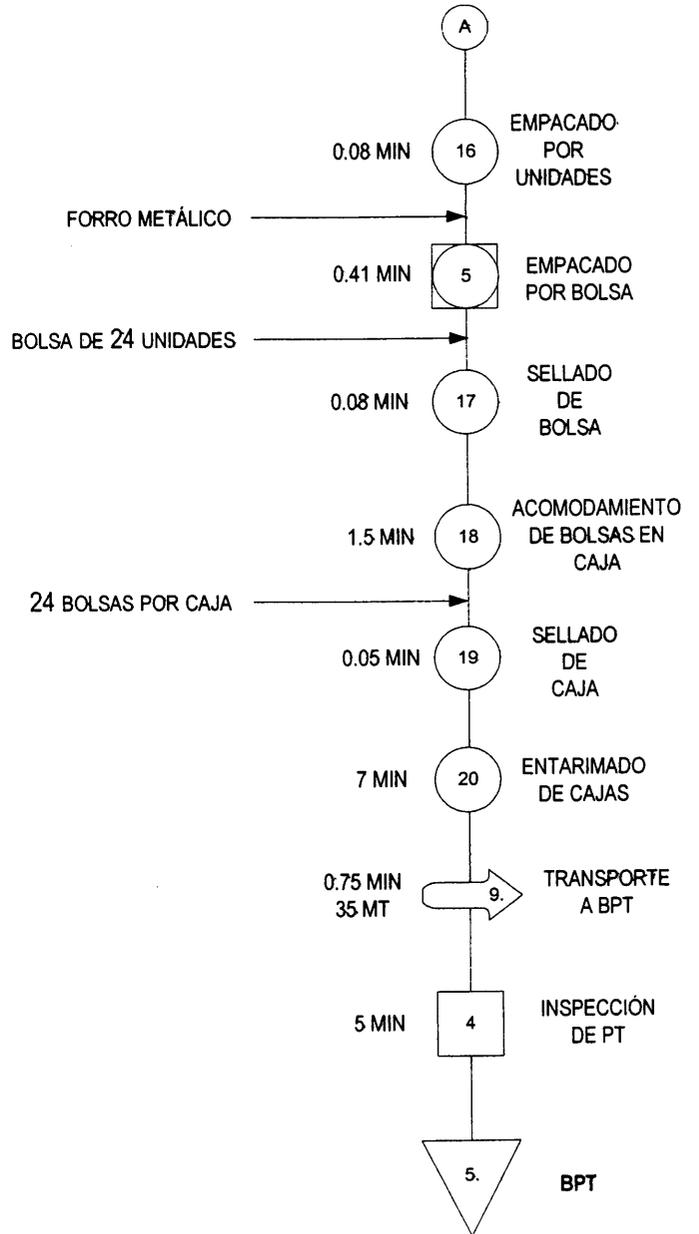


Figura 28. Diagrama de flujo propuesto

Diagrama de flujo

Empresa : Nueva industria alimenticia s.a.
 Producto : Chocolate Bandido (3 obleas)
 Código : XXXXXXXX
 Páginas : 4/4

Elaborado por : Hugo Hidalgo
 Método : Propuesto
 Fecha: 30-03-04
 Departamento : Producción

RESUMEN				
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	FRECUENCIA	DISTANCIA	TIEMPO
OPERACIÓN		20	0	586.50 MIN
INSPECCIÓN		4	0	6.75 MIN
COMBINADO		5	0	2.74 MIN
TRANSPORTE		9	243.45-MT	6.58 MIN
DEMORA		0	0	0
			TOTAL	602.57 MIN

Figura 29. Diagrama de recorrido propuesto

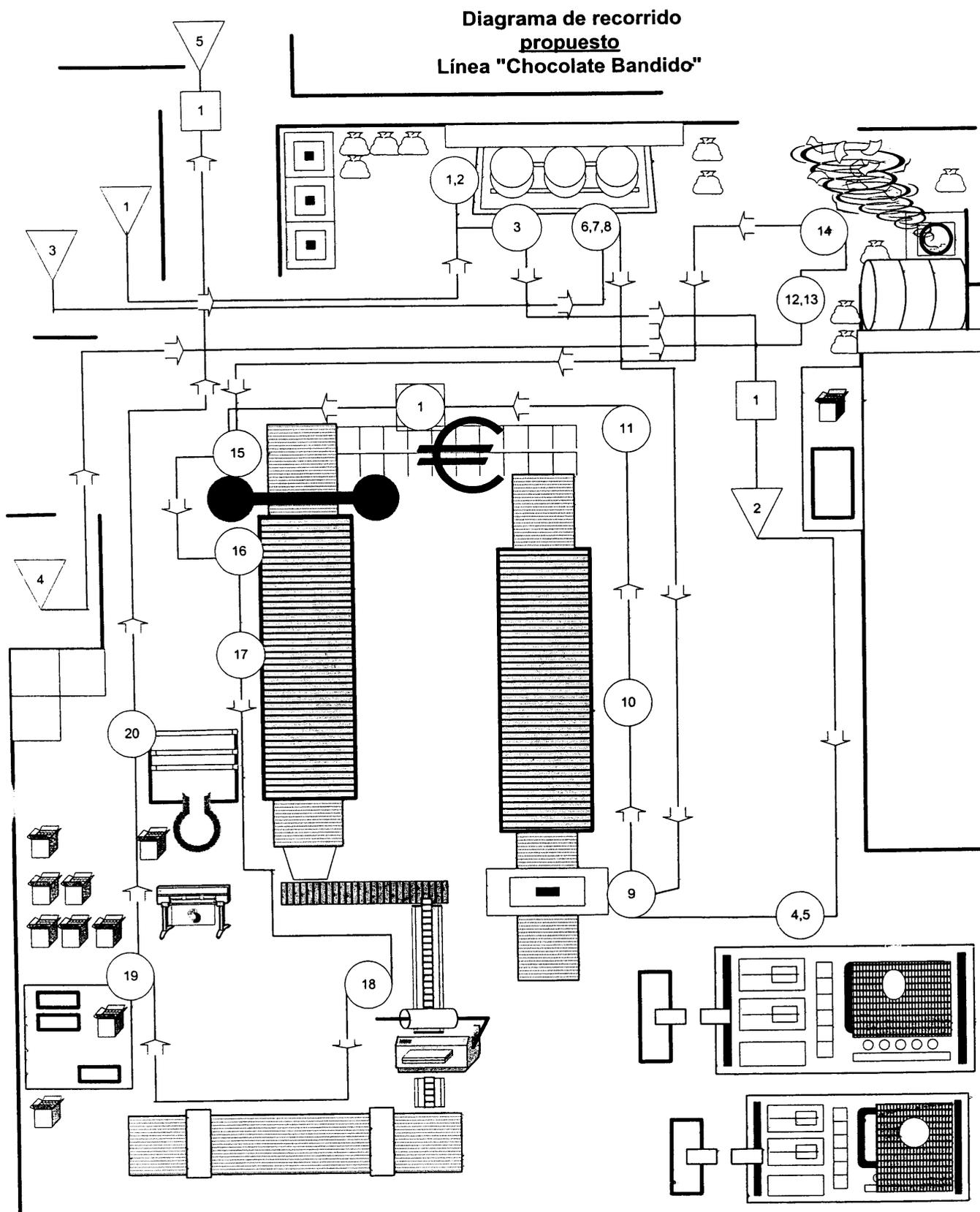


Figura 30. Diagrama de hombre- máquina propuesto
Diagrama hombre - máquina

Objeto del diagrama: **Análisis en área de batidos**
 Método: **Propuesto**
 Fecha: **01/04/2004**
 Inician en : **Turbomezcladora**

Elaborado por: **Hugo Hidalgo**
 Dibujo No.: **1**
 Hoja: **1 de 1**
 Termina en: **Trituradora**

