

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Análisis de las capacidades de manufactura de una fábrica de
galletas para la redistribución de sus líneas de producto”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Presentada por:

Maritza Celeste Petroche Bacilio

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2004

AGRADECIMIENTO

A DIOS. A mamá y papá por su guía constante. A todos los que han tocado mi vida y forman parte de ella. A Clara por su importante apoyo.

DEDICATORIA

A Jacinta, Guillermo
Ernesto y Guillermo
Eduardo.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Alfredo Barriga R.
PRESIDENTE

Ing. Clara Camino O.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Juan Calvo U.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Maritza Celeste Petroche Bacilio

RESUMEN

Este trabajo desarrolla una metodología para el análisis de la utilización de las capacidades de manufactura de una planta industrial de galletas, con el fin de realizar una racionalización de sus líneas de producción y aprovechar al máximo la capacidad instalada.

La planta de galletas objeto del estudio, es la más reciente adquisición de una multinacional dedicada a la fabricación de productos alimenticios, especialmente fórmulas infantiles, chocolatería, galletería, leche, y otros; que mantiene altos estándares de producción, calidad y servicio.

La administración anterior no posee toda la información de producción, por lo tanto, la planificación de producción para la elaboración de las galletas se realiza de manera empírica; para ello se mantiene a ciertos trabajadores que conocen el manejo de los equipos y se cuenta con personal de experiencia en otras fábricas del grupo. Inmediatamente se observa la necesidad de saber con exactitud los equipos que se utilizan en la producción y sus niveles de uso actuales y máximos, con el fin de organizar los planes de

producción a corto y largo plazo, y, para desarrollar estrategias de inversión y así mejorar la rentabilidad de la nueva fábrica.

Con este propósito se arranca el presente estudio de capacidades, realizando como primer paso una determinación de la situación inicial; la cual consiste en la identificación de las líneas de producción, establecimiento de la distribución previa de los productos y revisión de los programas de producción. Esta información permite obtener las velocidades nominales de los equipos o estándares de producción, dato imprescindible para la estimación de capacidades, sean estas por línea, por tipo de actividad o por planta.

Con la definición de los tiempos de producción disponibles y con los programas de fabricación de cada producto, se calculará claramente el potencial de producción instalado así como el rendimiento actual de la fábrica.

Finalmente, con los datos resultantes se podrán tomar decisiones con respecto a la distribución de las líneas de la fábrica así como, de los productos que en ellas se elaboran.

Como corolario, el objetivo general de este trabajo es realizar una redistribución de las líneas de producto de una fábrica de galletas, de manera que acreciente la explotación de las instalaciones, minimice el capital de trabajo y mejore la rentabilidad de la Compañía; determinando para ello las capacidades de manufactura existentes en dicha planta, así como el grado de utilización de las mismas.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	V
ABREVIATURAS.....	IX
SIMBOLOGÍA.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
INDICE DE ANEXOS.....	XIII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Importancia del análisis de capacidades de producción en el campo industrial.....	1
1.2. Objetivos general y específicos del estudio.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Metodología para la redistribución de las líneas de producto de una fábrica de galletas	4
1.4. Estructura de la tesis	5

CAPÍTULO 2	8
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	8
2.1. Reseña de la empresa.....	8
2.1.1. Detalle del desarrollo de la corporación en el país.....	8
2.1.2. Descripción de la fábrica productora de galletas.....	12
2.2. Importancia de la política corporativa en el marco del cálculo de capacidades.....	15
2.3. Antecedentes	17
CAPÍTULO 3	19
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA EMPRESA.....	19
3.1. Identificación de las líneas de producción	19
3.1.1. Descripción del proceso de elaboración de galletas.....	20
3.1.2. Diagramas de las líneas de producción.....	28
3.1.3. Características de las líneas de producción.....	30
3.2. Tipificación de productos y mix de producción.....	35
3.2.1. Clasificación de los productos.....	35
3.2.2. Distribución actual de los productos por línea.....	36
3.3. Programas de producción.....	37
3.3.1. Programación nacional por requerimientos de mercado..	37
3.3.2. Programación en planta.....	38

CAPÍTULO 4.....	39
4. CÁLCULO DE LOS ESTÁNDARES DE PRODUCCIÓN.....	39
4.1. Principios Generales para el cálculo de los estándares de producción.....	39
4.2. Cálculo de estándares de producción para las diferentes líneas y productos.....	46
CAPÍTULO 5.....	62
5. CÁLCULO DE LAS CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN.....	62
5.1. Principios Generales para el cálculo de las capacidades de planta.....	62
5.2. Cálculo de capacidades de planta por línea de producción y por tipo de actividad.....	66
CAPÍTULO 6.....	70
6. ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	70
6.1. Evaluación de los resultados de los estándares de producción.	70
6.2. Resultados y análisis de las capacidades de planta.....	74
6.3. Determinación de la estrategia de distribución de las líneas de producto en base al análisis de los resultados.....	80

CAPÍTULO 7.....	87
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
7.1. Conclusiones.....	87
7.2. Recomendaciones.....	90

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

g	Gramo
h	Hora
HBP	Horas brutas de producción
HNP	Horas netas de producción
HPNP	Horas de paros no programados
HPP	Horas de paros programados
Kg	Kilogramo
m	Metro
M.	Materia
máx.	Máximo
min	Minuto
MOD	Mano de obra directa
MOI	Mano de obra indirecta
MOP	Mano de obra proporcional
MONP	Mano de obra no proporcional
M.P.	Materia prima
p´	Para
Pág.	Página
PLP	Plan a largo plazo
PNP	Paros no programados
PP	Paros programados
práct.	Práctico
TD	Tiempo desocupado
Ton	Tonelada

SIMBOLOGÍA

Nº	Número
#	Número
%	Porcentaje
Σ	Sumatoria

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1.1. Localización plantas y oficina central.....	10
Figura 2.1.2. Organigrama fábrica sur.....	14
Figura 3.1.1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de galletas.....	27
Figura 6.2.1. Análisis de capacidad máxima de fábrica.....	78
Figura 6.2.2. Análisis de capacidad práctica de fábrica.....	79
Figura 6.3.1. Análisis de capacidad máxima propuesta 1.....	81
Figura 6.3.2. Análisis de capacidad práctica propuesta 1.....	82
Figura 6.3.3. Análisis de capacidad máxima propuesta 2.....	83
Figura 6.3.4. Análisis de capacidad práctica propuesta 2.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Líneas de productos.....	11
Tabla 2 Porcentaje de producción.....	15
Tabla 3 Máquinas de empaque.....	26
Tabla 4 Clasificación de productos.....	35
Tabla 5 Distribución actual de los productos por líneas.....	36
Tabla 6 Capacidad de hornos.....	51
Tabla 7 Especificaciones área de laminación.....	52
Tabla 8 Productos área de empaque.....	55
Tabla 9 Especificaciones área de empaque.....	57
Tabla 10 Lista maestra de estándares de galletería.....	71
Tabla 11 Análisis cuello de botella.....	73
Tabla 12 Utilización de capacidades fabricación y empaque.....	75
Tabla 13 Utilización de capacidades de galletería.....	76
Tabla 14 Redistribución líneas de producto propuesta 1.....	85
Tabla 15 Redistribución líneas de producto propuesta 2.....	86

ANEXOS

Anexo 1	Diagramas fase de mezcla
Anexo 2	Diagramas de laminación, calibración y corte. Línea 1. Línea 2
Anexo 3	Diagramas de laminación, calibración y corte. Línea 3. Línea 5
Anexo 4	Diagrama de laminación, calibración y corte. Línea 6
Anexo 5	Diagrama de cocción
Anexo 6	Diagramas de empaque. Martini. Corazza. Ricciarelli
Anexo 7	Diagramas de empaque. Cavanna. Manual
Anexo 8	Paros programados
Anexo 9	Cálculo de eficiencia por línea
Anexo 10	Cálculo de rendimiento por línea
Anexo 11	Cálculo de velocidades nominales por línea
Anexo 12	Cálculo de estándares máquina por línea
Anexo 13	Cálculo de eficiencia por máquina de empaque
Anexo 14	Cálculo de rendimiento por máquina de empaque
Anexo 15	Cálculo de velocidades nominales por máquina de empaque
Anexo 16	Cálculo de estándares máquina por equipo de empaque
Anexo 17	Personal por línea
Anexo 18	Personal para elaboración de galleta para tango y mini tango
Anexo 19	Cálculo de estándares de mano de obra proporcional por línea
Anexo 20	Cálculo de estándares de mano de obra no proporcional por línea
Anexo 21	Personal por máquina de empaque
Anexo 22	Cálculo de estándares de mano de obra proporcional por máquina de empaque
Anexo 23	Cálculo de estándares de mano de obra no proporcional por máquina de empaque
Anexo 24	Sumario de paros programados
Anexo 25	Capacidad máxima disponible
Anexo 26	Capacidad práctica disponible

Anexo 27	Capacidad requerida línea 1
Anexo 28	Capacidad requerida línea 2
Anexo 29	Capacidad requerida línea 3
Anexo 30	Capacidad requerida línea 5
Anexo 31	Capacidad requerida línea 6
Anexo 32	Capacidad requerida Ricciarelli 450
Anexo 33	Capacidad requerida Ricciarelli 500
Anexo 34	Capacidad requerida Cavanna 1
Anexo 35	Capacidad requerida Cavanna 3
Anexo 36	Capacidad requerida Cavanna 5
Anexo 37	Capacidad requerida Cavanna 6
Anexo 38	Capacidad requerida Corazza
Anexo 39	Capacidad requerida Martini
Anexo 40	Capacidad requerida manual 2,5 Kg
Anexo 41	Capacidad requerida manual 5,8 Kg
Anexo 42	Capacidad requerida manual 11 Kg
Anexo 43	Cálculo de nuevas velocidades nominales Ricciarelli
Anexo 44	Análisis capacidad Ricciarelli con nuevos estándares. Riciarelli 450
Anexo 45	Análisis capacidad Ricciarelli con nuevos estándares. Riciarelli 500
Anexo 46	Utilización de capacidades propuesta de redistribución 1
Anexo 47	Análisis capacidad línea 1 con redistribución de productos
Anexo 48	Análisis capacidad línea 2 con redistribución de productos
Anexo 49	Análisis capacidad línea 5 con redistribución de productos
Anexo 50	Análisis capacidad Cavanna 1 con redistribución de productos
Anexo 51	Utilización de capacidades propuesta de redistribución 2

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Importancia del análisis de capacidades de producción en el campo industrial

La competitividad globalizada que caracteriza a la industria contemporánea, requiere que los mandos altos y medios de las empresas obtengan la información precisa de las actividades desarrolladas y puedan filtrar eficientemente los puntos más relevantes.

La medición de las capacidades de producción de una fábrica es una de las principales herramientas para los responsables del producto. Es una condición esencial para tomar decisiones operacionales y estratégicas sólidas referentes a inversiones, ahorro de costos y utilización de dicha capacidad.

El análisis de la cifras de utilización de capacidad de una planta (así como también en el área de servicios) permite crear oportunidades para el aprovechamiento de las instalaciones. Un análisis objetivo debe considerar lo que hay más allá de los números como son las proyecciones de la demanda, políticas corporativas, manejo de personal, etcétera. Esta técnica combinada con un eficiente manejo del resto de los recursos, así como la puesta en marcha de procesos de mejora continua, proporcionará a las compañías bases sólidas de funcionamiento, rendimiento y rentabilidad a largo plazo.

En resumen, la introducción al análisis de capacidad en las empresas industriales, sean las mismas de producción o servicios, provee una perspectiva para determinar el nivel de capacidad global de los recursos (instalaciones, equipos y tamaño de la fuerza labora), que mejor respalden la estrategia de competitividad de las compañías.

1.2. Objetivos general y específicos del estudio

1.2.1. Objetivo general

El objetivo general del estudio consiste en realizar una redistribución de las líneas de producto de una fábrica de galletas, si se demuestra con el análisis de las capacidades de manufactura efectuado a la planta, que la distribución actual de

los productos y líneas no contribuye con la operación de la empresa, para satisfacer la demanda establecida y confirmar el alineamiento de la compañía a las políticas corporativas.

1.2.2. Objetivos específicos

En el desarrollo del objetivo general de este trabajo, se obtendrán los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las características técnicas y la capacidad nominal de cada equipo.
- Reconocer los parámetros del proceso de fabricación y empaque de cada producto, como son: velocidad nominal, cascos por molde o máquina, peso, formatos, pérdidas, etcétera.
- Registrar los tiempos de paros programados.
- Determinar la eficiencia y rendimiento de cada línea de producto.
- Definir los estándares de máquina objetivos y esperados de producción, para cada producto en las diferentes áreas de galletería.
- Precisar la cantidad de personal requerido para el funcionamiento de las líneas de producto, así como los estándares de mano de obra directa e indirecta.

- Revisar el balance de línea por producto.
- Calcular la capacidad instalada, práctica y requerida en la sección de galletería; por línea de producto y por sección.

1.3. Metodología para la redistribución de las líneas de producto de una fábrica de galletas.

Para establecer la capacidad de nuestro proceso industrial se emplean los criterios de la “planeación estratégica de la capacidad”, la misma que consta de varias etapas y principios.

El fin de la planeación estratégica es la determinación de los requerimientos de capacidad, para lo cual, es necesario abordar las demandas de líneas de productos individuales, las capacidades de cada sección y la asignación de la producción en toda el área analizada. Para esto se realizan los siguientes pasos:

- Determinar físicamente la capacidad instalada (equipos) y la distribución de las líneas de producto.
- Establecer los requerimientos de equipo y mano de obra para cumplir con las proyecciones en las líneas de productos.
- Utilizar las predicciones de las ventas de cada producto dentro de cada línea.

- Planear la disponibilidad del equipo y de la mano de obra en el horizonte de planeación.
- Aplicar el concepto del mejor nivel operativo, calculando la tasa de utilización de la capacidad.

1.4. Estructura de la tesis

Capítulo 2.- Para explicar el tema del presente trabajo iniciaremos con el reconocimiento de las características de la empresa, su desarrollo en la economía del país y la importancia del manejo de capacidades para la corporación. Finalmente, realizaremos una presentación preliminar de las circunstancias en que la empresa se encuentra en el momento de arrancar el estudio.

Capítulo 3.- Como continuación y ampliación de la sección anterior, en este capítulo se realiza un análisis de la situación inicial de la empresa. Se identifican y se detallan las características de las líneas de producción, del proceso de elaboración de galletas y de la programación de producción; además, se establece la distribución actual de las líneas de producto. La descripción recopilada en este apartado constituye información clave y necesaria, previo a la determinación de capacidades.

Capítulo 4.- Con el resumen general de la producción de galletas elaborado en la sección anterior y con el apropiado sustento teórico, el siguiente paso es establecer los parámetros de producción de cada línea de producto, como son velocidades nominales, eficiencias, rendimientos, etcétera. El propósito de este capítulo es calcular los estándares objetivos y reales de cada producto, medidas que en conjunción con los datos del capítulo anterior definirán la capacidad máxima del área de galletería.

Capítulo 5.- En este capítulo se procede a calcular la capacidad de fábrica, determinándose medidas para cada línea de producto. Se consideran para dicha operación los estándares definidos, la demanda requerida de cada producto y el tiempo real disponible durante el ciclo anual de manufactura. Adicionalmente, se identifica la capacidad práctica y máxima instalada en la planta.

Capítulo 6.- Obtenidos los resultados de los estándares y capacidades de galletería, en el presente capítulo se realiza el análisis de los mismos. Con los datos evaluados, se decidirá si la distribución actual satisface los requerimientos del mercado a la vez que permite aprovechar eficientemente las instalaciones de la fábrica;

de presentarse la situación contraria, se indicará una propuesta que cumpla dichas condiciones.

Capítulo 7.- Finalmente, en este último capítulo se recogen las conclusiones obtenidas durante el análisis del tema, así como las recomendaciones que a este respecto pueden hacerse.

CAPITULO 2

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. Reseña de la empresa

2.1.1. Detalle del desarrollo de la corporación en el país

La empresa objeto de nuestro estudio, pertenece a un grupo multinacional que tiene su sede en Suiza (Vevey) y está presente en el Ecuador desde 1955. Esta corporación surge de la visión de un empresario y farmacéutico alemán, que preocupado por la elevada tasa de mortalidad infantil registrada en aquella época y confiando en la investigación científica, creó un producto revolucionario (harina lacteada), que ha contribuido a salvar la vida de muchos niños en todo el mundo.

La calidad de sus productos, la capacidad innovadora y marcas fuertes se han convertido desde entonces en una prioridad para esta compañía.

La empresa en nuestro país, elabora diferentes líneas de productos con el respaldo de la corporación, ellas son: chocolatería, culinarios, galletería, lácteos y bebidas envasadas. Además, se comercializan productos importados de otros centros pertenecientes a la corporación a nivel mundial, entre ellos: café, alimentos de mascotas, cereales, fórmulas infantiles, polvos nutricionales, bebidas refrescantes, etcétera.

Por su campo de acción, la organización constituye una gran fuente económica para el país, generando plazas de trabajo de forma directa e indirecta y originando movimiento comercial favorable en su entorno.

La empresa cuenta con tres plantas productoras en el país: Fábrica Guayaquil, Fábrica Sur y Fábrica Cayambe. Adicionalmente, cuenta con una oficina central, la cual realiza las regulaciones administrativas,

comerciales y legales de la compañía, así como normaliza la comunicación con la corporación. A continuación se presenta un mapa del Ecuador con la localización de las plantas y oficina central de la compañía dentro del país.



FIGURA 2.1.1. LOCALIZACIÓN PLANTAS Y OFICINA CENTRAL

Cada planta produce líneas de productos diferentes, las cuales se describen a continuación:

TABLA 1
LINEAS DE PRODUCTOS

Planta	Tipo de Productos	Productos
Guayaquil	Chocolatería	Semielaborados de cacao
		Barras y tabletas de chocolate
		Bebidas instantáneas de chocolate
	Culinarios	Mayonesa
		Mostaza
		Salsa de Tomate
		Caldos de gallina
Sur	Galletería	Galletas
		Wafers
		Recubiertos
Cayambe	Lácteos	Leche en polvo
		Leches líquidas
		Fórmulas infantiles
	Bebidas envasadas	Yogurt
		Jugos de fruta
		Avena

En esta tabla se identifican tres términos comúnmente utilizados en la compañía, que explicaremos para su completo entendimiento, estos son:

- *Semielaborados*. Fase en la que los productos pasarán por uno o varios procesos de producción o transformación adicionales para constituirse como productos terminados. Producto en esta fase.
- *Wafers*. Producto formado por 2 o más obleas horneadas de harina que contienen crema de diferentes sabores.
- *Recubiertos*. Productos bañados por una capa de chocolate, sean estos wafers o galletas.

La fábrica Sur, objeto de este estudio, estaba constituida por capital nacional y fue comprada por la corporación en 1996, con lo cual dicha multinacional se inició en el negocio de la producción y comercialización de galletas.

2.1.2. Descripción de la fábrica productora de galletas

La multinacional suiza compra la fábrica con la siguiente capacidad instalada:

- ✓ Área de galletería: una línea de fabricación continua Hecrona , 3 líneas Vicars y una línea Imaforni.
- ✓ Área de wafers y bañados: 2 líneas Hebenstreit, dos máquinas bañadoras de chocolate Kreuter, tres líneas de obleas planas y huecas y una línea automática Haas para producir obleas.

Con la compra de la fábrica por parte de la multinacional se realizaron algunos cambios entre los que destacan:

- Adecuaciones en la bodega de recepción de materia prima y embalaje, y de productos terminados.
- Instalación de vestuario y servicios sanitarios centrales.
- Construcción de laboratorio central.
- Instalación de la línea bañadora de segunda mano.
- Adecuación de la línea 3 para la elaboración de galletas sánduches.
- Montaje de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Montaje de la planta de diesel de emergencia.
- Levantamiento del sistema contra incendios.
- Adecuaciones en el área técnica.

La fábrica cuenta con dos áreas bien definidas: el área de mezcla, preparación y empaque de galletas; y, el área de mezcla, preparación y empaque de wafers y recubiertos. La separación física de las áreas se observa como consecuencia de las características de cada tipo de producto, de sus procesos, y, del ambiente y seguimiento más estricto que los últimos requieren.

Esta diferenciación de procesos y áreas se ve reflejada en la estructura organizacional, como lo podemos observar en el siguiente organigrama:

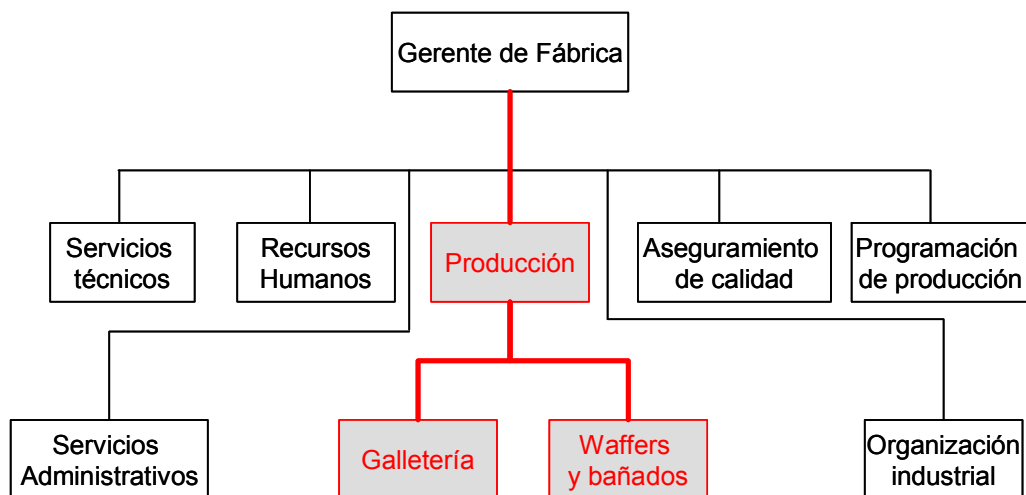


FIGURA 2.1.2. ORGANIGRAMA FÁBRICA SUR

La producción de la fábrica se ve influenciada por la estacionalidad de ciertos productos especialmente en navidad, día de la madre, del niño, entre otros. Sin embargo, la producción de galletas corresponde al 77% de la manufactura total (22435 Ton), lo cual constituye el porcentaje mayoritario de la producción. Por esta razón nuestro estudio se centra en este género de productos. La producción de la fábrica Sur se compone de la siguiente manera:

TABLA 2
PORCENTAJE DE PRODUCCION

Producto	% Producción	Ton
Wafers	15%	2331
Bañados	8%	4370
Galletas	77%	22435

2.2. Importancia de la política corporativa en el marco del cálculo de capacidades

La corporación especifica que los objetivos y prioridades establecidos para la producción deben provenir de las

estrategias dispuestas para el negocio, el mercado y la compañía; y, ser consistentes con ellas.

Una estrategia de producción bien concebida:

1. Soporta la estrategia comercial.
2. Mejora la posición competitiva y los beneficios.
3. Puede ser una fuente de ventaja competitiva.

Las decisiones claves asociadas con definir y optimizar estructuras industriales y establecer una estrategia coherente y efectiva de producción e inversión incluyen:

- ¿Qué y cuánto hacer o comprar?
- ¿Cuántas fábricas y dónde?
- ¿Qué enfoque para cada fábrica: productos, prioridades y objetivos?
- ¿Qué tecnologías? ¿Procesos? ¿Nivel de automatización?
¿Información, sistemas de medición y control?
- ¿Qué estructura de la organización? ¿Procedimientos para el involucramiento del personal?
- ¿Cómo se integrará la producción en la cadena de abastecimiento?

Estos conceptos determinan el énfasis de la compañía en medir, controlar y mejorar el desempeño de la producción, la utilización de la capacidad de producción y la mejora continua; elementos claves para racionalizar y mejorar las organizaciones industriales, precisar estrategias de inversión y encontrar soluciones para la reducción de costos.

2.3. Antecedentes

La compra de la fábrica de galletas por parte de la multinacional, introdujo como filosofía la medición, control y mejora de los procesos en todos los niveles de operación.

Al no contar –la administración anterior– con toda la información de producción, los procesos productivos de la fábrica y su control eran realizados empíricamente, gracias a la trayectoria de personal experimentado de la corporación y antiguos empleados de la gestión saliente.

El primer período de la nueva dirección, se centró en la adaptación del personal y demás estructuras de la fábrica a la nueva política corporativa: calidad, valor agregado y servicio al cliente.

El paso siguiente para alinear la producción con la política de la corporación es saber con exactitud cuál es la capacidad de la fábrica, y determinar si puede satisfacer los requerimientos del mercado a tiempo.

Para esto se realizó un levantamiento de procesos, identificando la manera en que se elaboraban los productos. Se pudo observar la falta de: estándares de producción, lotes de producto, funciones y patrones para la preparación de los productos y programas de producción a seguir.

Adicionalmente, el desconocimiento del potencial de manufactura de la planta, ha impedido determinar si la distribución actual de las líneas de producto es la adecuada para satisfacer la demanda. Esto constituye el objetivo principal de nuestro estudio.

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA EMPRESA

3.1. Identificación de las líneas de producción

Los procesos de producción de galletas están distribuidos en dos áreas: fabricación y empaque.

La sección de fabricación cuenta con 5 líneas de producción continua, cuya diferencia principal radica en la estructura de sus equipos y no en la función general de las mismas. En estas líneas se realizan las actividades de mezcla, laminación y horneado del producto, procesos que van desde la requisición de materia prima hasta el transporte y enfriamiento del producto semielaborado (sin empaquetar) a las máquinas de empaque.

El área de empaque no tiene una distribución por líneas, está definida por las máquinas utilizadas para el embalaje del producto según el formato requerido. La continuidad del proceso para la elaboración de cada producto, se da a través de bandas de transporte, que van desde la línea en que es producida la galleta hasta la máquina de embalaje a utilizar según el formato solicitado.

3.1.1. Descripción del proceso de elaboración de galletas

El proceso de elaboración de galletas está constituido de las siguientes etapas:

▪ Mezcla y preparación de masas

El objetivo de esta fase es mezclar los ingredientes de la receta de cada producto; así, como obtener las características de consistencia de la masa, según el tipo de galleta a elaborar. Existen tres tipos de preparación de masas:

1. Aglutinantes: masas ricas en grasa lo cual permite su plasticidad y consistencia.
2. Crackers: masas que requieren el proceso de fermentación.
3. Semidulces: masas ricas en grasas y azúcar.

El tipo de masa aglutinante debe ser amasada por varios minutos a velocidad suave, exceptuando la harina de trigo la cual se adiciona posteriormente. Con esta actividad, se quiere obtener una crema semiconsistente, en la cual los ingredientes formen una masa compacta. En esta etapa a la crema semiconsistente se le adiciona la harina de trigo faltante, y se procede a un nuevo amasado, para conseguir la dispersión - razonablemente uniforme - de la crema por toda la harina. El resultado es una masa más o menos desmenuzable, que puede extenderse para formar una lámina a través de un moldeador y luego transformarse en piezas para pasar al horno donde serán cocidas.

Para obtener la masa tipo cracker, se realiza el mismo procedimiento que para obtener la masa aglutinante, y, adicionalmente se somete a un proceso de fermentación para que se estire y ablande el gluten (almidón que le da a la masa características de elasticidad, extensibilidad y tenacidad). La mezcla fermentada, debe amasarse nuevamente antes de pasar a la fase de laminación.

Las masas semidulces se caracterizan por tener el gluten bien desarrollado o expandido. En este tipo de masa es importante la aplicación de un agente reductor como el meta bisulfito de sodio, que tiene la finalidad de reducir la grasa en la masa así como disminuir el tiempo de amasado.

▪ **Laminación calibración y corte de la masa**

El objetivo fundamental de la laminación es compactar y calibrar la masa, convirtiéndola en una lámina de espesor homogéneo que se amplíe en la longitud que tiene el equipo.

Dentro de la laminadora, la masa es comprimida y trabajada para arrojar el aire. Se cuenta con laminadoras de varios rodillos, de los cuales los rodillos superiores tienen la función de hacer penetrar la masa hacia el equipo (aplastar la masa para compactarla), y una parte de estos rodillos junto con los rodillos inferiores, constituye el mecanismo calibrador con el objetivo de extraer la masa hacia el laminador. Una vez reducido el espesor, se pliega la lámina para formar muchas láminas antes de ser calibradas al espesor requerido.

Las capas de masa pasan por uno o varios pares de rodillos de calibración, que tienen la finalidad de reducir la masa al espesor que necesitamos para el corte. Después del último par calibrador, debe existir una relajación (dejar de estirar) de la masa para bajar tensiones antes de proceder al corte, ya que puede acarrear problemas en las dimensiones de las piezas de masa y por ende en la galleta final.

El principal objetivo de la relajación es controlar la forma de la galleta después de la cocción. En el corte se estampa el tamaño, forma, agujeros, etcétera, esta actividad se realiza a través de moldes, según cada tipo de galleta y línea de producción, pudiendo los mismos ser fijos o rotativos.

▪ **Cocción de la masa**

En la estructura de la galleta se requieren dos aspectos básicos:

1. Formación de burbujas más o menos uniformes.
2. Formación de cavidades grandes distribuidas uniformemente.

Estas características se consiguen en la etapa de cocción, realizada en hornos industriales, cuya función es transferir el calor del combustible que se quema a la banda y a las piezas de masa, con el fin de mantener una temperatura dada en la superficie del producto. La temperatura del horno debe aumentar en cada etapa del proceso, para suministrar energía que compense el calor absorbido por el producto, eliminando luego el exceso a través de los gases de escape.

Todo esto se centra en la formación de burbujas de gas y de su expansión, en un medio que al principio se hace más blando y más flexible seguido por un aumento en la rigidez y endurecimiento.

Los hornos utilizados en la fábrica se diferencian por su tipo de calentamiento, que puede ser directo e indirecto. Los hornos calentados indirectamente, generalmente tienen unos cuantos quemadores distribuidos en grandes zonas a lo largo de la longitud del horno. Los hornos calentados directamente, tienen un gran número de pequeños quemadores agrupados por zonas grandes de iguales proporciones con motivo de control. También es posible

cerrar quemadores individuales por encima o por debajo de la banda.

▪ **Empaque de galletas**

El proceso de empaque es la transformación del producto semielaborado a producto terminado, el mismo que se da cuando la galleta recibe el embalaje en las máquinas de empaque o procesos manuales, y adquiere el formato deseado.

Las máquinas de empaque se identifican por los nombres de sus fabricantes y en la sección se conocen 4 tipos: Cavanna, Corazza, Martini y Ricciarelli.

Después de pasar por las máquinas de embalaje los productos en sus formatos de fundas o tacos (envoltura en forma tubular ajustada a un número definido de galletas), son empaquetados en cartones para su traspaso a los centros de distribución.

El uso de las máquinas de empaque depende del formato del producto a realizar, podemos observar este detalle en la tabla adjunta:

TABLA 3
MÁQUINAS DE EMPAQUE

Formato del producto	Máquina
Paquetes de 30 g	Martini
Paquetes de 60 g	Cavanna
Paquetes de 100 g	Cavanna
Paquetes de 225 g	Cavanna
Paquetes de 240 g	Corazza
Paquetes de 324 g	Cavanna
Paquetes de 360 g	Cavanna
Paquetes de 450 g	Ricciarelli
Paquetes de 500 g	Ricciarelli

Existen además procesos de empaque que se realizan manualmente, para obtener productos al granel o en cantidades mayores a los formatos tradicionales. Los principales formatos empacados manualmente son:

- 2.5 Kg.
- 5.8 Kg.
- 11 Kg.

A continuación se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de galletas:

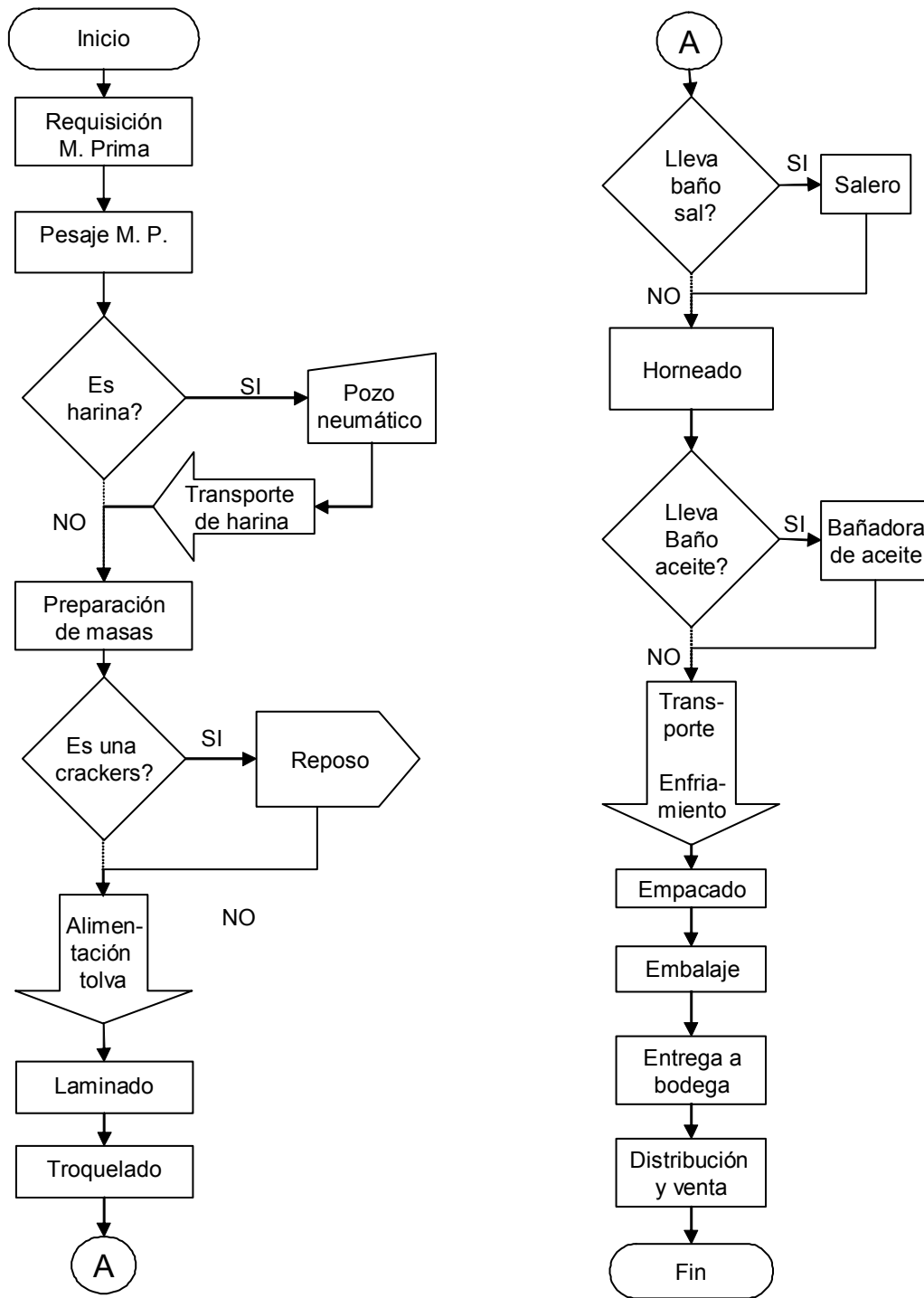


Figura 3.1.1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de galletas.

3.1.2. Diagramas de las líneas de producción

El análisis de las capacidades de producción de la fábrica, requiere se reconozca en detalle la secuencia de las actividades involucradas en el proceso de elaboración de galletas, para lo cual presentamos los diagramas de las etapas de las líneas de producción.

▪ Diagramas de la fase de mezcla

Existen dos tipos de mezcladoras: vertical y horizontal, cuya diferencia radica en la posición y el movimiento de las aspas de mezclado. Para la producción se utiliza 1, 2 o las 3 mezcladoras horizontales existentes en fábrica, según el volumen a producir; la mezcladora vertical queda en reserva para ser utilizada en cualquier situación de emergencia (avería en una de las mezcladoras horizontales o por volumen muy alto de producción). Se tomó esta decisión porque la mezcladora vertical no tiene conexión con el pozo neumático, por lo tanto la carga de la harina se convertiría en un proceso manual, lo que significaría incrementar el número de personas para cumplir con los requerimientos del área de preparación y mezclas. Se puede observar el detalle de cada mezcladora en el anexo 1.

▪ **Diagramas de laminación, calibración y corte**

La fase de laminación, calibración y corte difiere entre cada línea por la disposición de los equipos. Adicionalmente, existen adecuaciones realizadas en las líneas para la elaboración de productos particulares, en las líneas 1 y 6 por ejemplo existe un salero lo cual permite elaborar en estas líneas productos que necesiten riego de sal. Se presentan en los anexos del 2 al 4 un diagrama de cada línea, en los que se pueden observar las características de cada equipo.

▪ **Diagrama de cocción**

La cocción de la mezcla dependerá del perfil del horneo de cada tipo de galletas. Este perfil de horneo es el patrón a seguir durante la cocción, donde se indican las temperaturas requeridas en cada etapa del horno y para cada tipo de galletas. Estas temperaturas son estimadas atendiendo a varias características, como son: velocidad de la banda, propiedades de la materia prima, tendencias cambiantes del consumidor, etcétera.

En el anexo 5 se presenta el diagrama de un horno tipo, el número de quemadores y las temperaturas para cada área

varían de acuerdo al producto y a la línea en la que se los elabora.

▪ **Diagramas de empaque**

En los anexos 6 y 7 se presentan los diagramas de empaque, según el proceso manual o máquina utilizada. En ellos se observa la distribución típica en la línea de empaque, tanto de los equipos como del personal.

3.1.3. Características de las líneas de producción

Las líneas de fabricación realizan similares actividades entre sí, la diferencia entre ellas radica en las características de sus equipos, definidos principalmente por la marca, antigüedad, tonelaje de producción, moldes de estampado o modificaciones realizadas para la elaboración de un producto específico.

A continuación se explican las particularidades que definen a la línea y nos permiten posteriormente relacionarlas con los productos que en las mismas se procesan. Cada línea recibe su nombre de acuerdo al orden en que se encuentran ubicadas; a continuación el detalle de cada una.

▪Línea 1

Las características de esta línea son:

- La preparación de las masas se efectúa en una mezcladora de fabricación inglesa marca Simon Vicars (año 1.975), tipo horizontal.
- El maquinado se realiza en un laminador marca Hecrona Vicars del año 1969. Posee detectores de metales, laminador vertical, 4 pares de rodillos laminadores, molde recíprocante, retorno lateral de barredura, salero o azucarero, depositadora y dorador.
- El horno es de marca Hecrona Vicars manufacturado en 1969, el largo de la banda es de 96.5 m x 1 m de ancho. Tiene calefacción directa e indirecta, su tipo de quemadores son Vapofier y Oil burner. Las bandas de enfriamiento tienen 111 m de largo x 105 m de ancho.
- El empaque cuenta con una mesa de 39 m de largo x 1.10 m de ancho. Las máquinas utilizadas en esta línea son Ricciarelli, Martini o Cavanna según el formato requerido.

▪Línea 2

La línea 2 tiene las siguientes propiedades:

- El mezclador de la línea es de marca Simon Vicars, horizontal, fabricado en 1983.
- La laminación se realiza en un equipo de marca Vicars del año 1976, posee detectores de metales, laminador vertical, 4 pares de rodillos laminadores, molde reciprocante, retorno lateral de barredura, salero y depositadora.
- La cocción se realiza en un horno de marca Vicars del año 1975, el largo de la banda es de 90 m x 1.2 m de ancho. Tiene calefacción directa y el tipo de quemadores Vapofier. Esta línea cuenta con bandas de enfriamiento de 121 m x 1.28 m de ancho.
- La línea 2 tiene una mesa de empaque 29 m de largo por 0.94 m de ancho. De acuerdo al producto se pueden emplear las máquinas Ricciarelli (2).

▪ **Línea 3**

La línea 3 se distingue de las demás por lo siguiente:

- La mezcla de los productos se realiza en un equipo de marca Hecrona, horizontal, de 1968.
- El corte se realiza en el laminador Imaforni, construido en 1985 con detector de metales y molde rotativo.

- El horno donde se cocinan las galletas es de marca Imaforni del año 1985, cuyo largo de banda es de 51m por 1.2m de ancho. Tiene calefacción indirecta y su tipo de quemadores es Oil burner. El enfriamiento se realiza en bandas de 105m de largo x 1.1m de ancho.
- El área de empaque posee una mesa de 81m de largo x 1.4m de ancho y las máquinas acopladas son dos Cavanna.

▪ **Línea 5**

Las actividades de la línea 5 se describen a continuación:

- El proceso de mezcla se realiza en un Hecrona horizontal del año 68.
- El troquelado de las masas, se efectúa en un Vicars 5 del año 1950. No posee detector de metales. Tiene laminación horizontal y continua, un par de rodillos laminadores con molde recíprocante y retorno lateral de barredura. Posee azucarero, depositador y cortadora de alambres.
- Las galletas se hornean en un Vicars de 1950. Tiene una banda de 75m de largo x 0.8m de ancho con calefacción

directa a base de Vapofier. Sus bandas de enfriamiento tienen 104m de largo x 0.94m de ancho.

- El empaque se realiza en una mesa de 29m de largo x 0.94m de ancho, pudiendo utilizarse Cavanna como máquina de empaque o transportar el producto a las máquinas Ricciarelli.

- **Línea 6**

El proceso en esta línea se caracteriza por:

- La elaboración de las masas en un mezclador horizontal Simon Vicars del año 75.
- El laminador de las galletas es de marca Simon Vicars, hecho en 1982. Tiene detectores de metal, laminador vertical, 4 pares de rodillos laminadores, retorno de barredura lateral, salero azucarero y molde rotativo.
- El horno es de marca Simon Vicars, manufacturado en 1982. La banda es de 90m de largo x 1.2m de ancho. Tiene calefacción directa, con tipo de quemadores Vapofier y con rociadora de aceite. La banda de enfriamiento tiene 73m de largo x 1.35m de ancho.
- La mesa de empaque es de 81m de largo x 1.42m de ancho. Se acoplan las máquinas Cavanna (5) y Corazza.

3.2. Tipificación de productos y mix de producción

3.2.1. Clasificación de los productos

Los productos se clasifican de acuerdo al tipo de masa que requieren en su preparación, siendo: aglutinantes, crackers y semidulces. Podemos revisar esta clasificación en la tabla 4:

TABLA 4
CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS

Tipo de masa	Productos
Aglutinantes	Victoria
	Biscocho
	Patronato
	Muecas
	Coco
	Daysi
	Galleta para helado
Crackers	PB Sal
	Ricas
Semidulces	Albert María
	Galleta para tango
	PB Vainilla
	Yem
	Zoología
	Rondalla
	Mini vainilla
	123 ABC
	Galleta para minitango

3.2.2. Distribución actual de los productos por línea

Las galletas elaboradas por la empresa se distribuyen actualmente según se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 5

DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTOS POR LÍNEAS

Línea	Producto
Línea 1	Albert María
	Galleta para tango
	PB Vainilla
	Yem
	Zoología
	Rondalla
Línea 2	PB Sal
	PB Vainilla
	Mini vainilla
	Zoología
Línea 3	PB Sal
	Muecas
Línea 5	Coco
	Daysi
	Galleta para helado
	123 ABC
	Galleta para mini tango
	Galleta para tango
	Victoria
	Biscocho
Línea 6	Patronato
	Ricas

3.3. Programas de producción

3.3.1. Programación nacional por requerimientos de mercado

La programación nacional de la producción de la empresa se realiza en la oficina central de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Requerimientos del mercado
- Ventas históricas por producto
- Análisis estacional
- Promociones de marketing
- Estrategia de la compañía

Como resultado de este análisis el departamento de programación elabora un plan a largo plazo (PLP), donde se indica la producción nacional y exportaciones a realizar para los próximos 5 años. Este PLP es enviado a las fábricas, a la matriz regional y a la casa en Suiza para su revisión y aprobación.

El PLP es actualizado trimestralmente de acuerdo a la evolución de las ventas registradas en el periodo anterior y a las variaciones del mercado.

3.3.2. Programación en planta

El departamento de programación de planta recibe el PLP y desglosa en meses la cantidad programada para el año en curso, tomando en cuenta los requerimientos del departamento de ventas.

Con la programación mensual definida, el programador calcula los turnos de producción necesarios para cumplir dicha demanda. Para realizar esta actividad, el programador debe considerar las recetas de los productos. Con ellas identifica los estándares de producción, determina las necesidades de materia prima, material de embalaje, mano de obra y realiza una correcta planificación de los recursos. El resultado de esta labor se plasma en el plan maestro de producción mensual y en la programación detallada de producción, que indica los días, turnos y horas de trabajo.

CAPITULO 4

4. CÁLCULO DE LOS ESTÁNDARES DE PRODUCCIÓN

4.1. Principios Generales para el cálculo de los estándares de producción

Para mejorar el rendimiento de la producción en una industria deben identificarse los parámetros a ser controlados. Dichos parámetros tienen que ser cuidadosamente seleccionados, con el fin de enfocar los esfuerzos a los factores críticos de éxito. Estos factores son aquellas tareas prioritarias, que deben ser bien realizadas para lograr un buen resultado.

Las mediciones que se realicen de los factores críticos, deben ser significativas, comprendidas, aceptadas, dignas de confianza y aplicadas consistentemente, por todo el personal que esté involucrado en el proceso productivo de forma directa o indirecta.

Estas mediciones se usan para seguir tendencias, identificar problemas actuales y potenciales así como oportunidades de mejora.

Son varios los aspectos fundamentales que necesitan ser contestados para poder establecer parámetros de producción:

- a. Fines y objetivos de la medición (ejemplo: planificación, control, comparación interna o externa).
- b. Establecimiento del periodo de seguimiento (ejemplo: diario, semanal, mensual).
- c. Manejo de las comunicaciones (ejemplo: exposición gráfica en las líneas de producción).
- d. Tipo de indicador (ejemplo: porcentaje, medida absoluta, términos económicos).

De la necesidad de controlar estos parámetros surgen los estándares de producción, que son valores de referencia utilizados para su comparación con los resultados efectivos. Son establecidos con fines de calidad, planificación, costo y control; normalmente se expresan en término de cantidad por unidad ejemplo: cajas por hora, horas-hombre por tonelada.

Los estándares pueden clasificarse en estándar objetivo y en estándar esperado.

El *estándar objetivo* es el mejor logro teórico bajo condiciones óptimas, el mismo que se establece como base de medición. En el *estándar esperado*, por el contrario, se consideran las pérdidas, paros, etcétera; este estándar es el resultado previsto con fines de planificación y presupuesto.

Existen varias formas para definir y calcular estándares, específicas para cada tipo de operación o negocio. En este estudio se han adoptado conceptos particulares del proceso productivo, y nociones generales aplicables en cualquier industria.

Empecemos por definir el término línea. La unión de una o más máquinas, procesos o tareas; con el fin de realizar una operación de producción, se conoce con el nombre de *línea*. Las líneas son establecidas con propósitos de planificación, control y costo; y para su reconocimiento se les asigna un nombre o código.

En la línea se pueden realizar diferentes actividades productivas: manufactura propiamente y actividades de preparación de la línea.

El tiempo en que la línea está ocupada con cualquier actividad productiva se identifica como *horas brutas de producción (HBP)*; mientras que, el tiempo en que la línea puede producir físicamente pero ninguna actividad de producción ocurre, se denomina *tiempo desocupado (TD)*.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, debemos señalar que las horas durante las cuales la línea está elaborando los productos, se designan como *horas netas de producción (HNP)*. Durante estas horas, la línea puede dejar de producir por situaciones imprevistas o bajar su producción, el tiempo afectado por estos hechos se define como *horas de paro no programado (HPNP)*. Entre los *paros no programados (PNP)* tenemos los casos fortuitos o los mantenimientos correctivos.

Además de las HPNP, existen las *horas de paros programados (HPP)*, las mismas que se definen como el tiempo involucrado en actividades de preparación de la línea, planificadas previamente. Dentro de los *paros programados (PP)* podemos mencionar la preparación, arranque y limpieza de línea, el mantenimiento preventivo y las necesidades de personal.

En conclusión, las horas de paro programados junto con las horas netas de producción, constituyen las horas brutas de producción.

Hablando propiamente del proceso productivo, existen otros parámetros que deben introducirse para la correcta determinación de estándares, tales como: eficiencia, rendimiento, velocidad nominal y mano de obra.

Nosotros llamaremos *eficiencia* a un valor porcentual, el cual describe que tan bien la línea opera cuando la misma se dedica a la producción, es decir, durante las HNP.

La *pérdida de eficiencia de línea* ocurre cuando: el cuello de botella de la línea funciona por debajo de la velocidad nominal, la línea se detiene por paros no programados o cuando existen pérdidas de material (descarte).

Se llama *cuello de botella* de una línea de producción al equipo o equipos que limitan el nivel de producción de la línea, al volumen máximo que ellos pueden producir.

La *velocidad nominal* es la medida de producción de una máquina o línea, en condiciones óptimas. Esta, debe establecerse para cada producto o grupo similar de productos.

Adicionalmente, a la eficiencia nosotros contamos con un indicador denominado *rendimiento*, el mismo que define que tan bien la línea opera durante las HBP, considerando la merma de tiempo por los paros programados.

Finalmente, necesitamos incluir el concepto de mano de obra, la misma que puede clasificarse en mano de obra directa y mano de obra indirecta.

La *mano de obra directa (MOD)* es la mano de obra utilizada en el proceso de fabricación. Puede ser *mano de obra proporcional (MOP)*, que es la mano de obra relacionada con el tiempo de funcionamiento de la línea; y *mano de obra no proporcional (MONP)*, que es la relacionada con el tiempo de paros programados.

La mano de obra indirecta (MOI) es la mano de obra utilizada en procesos de apoyo. Ejemplo: mantenimiento, supervisión.

Para realizar el cálculo de los estándares, se consideran las técnicas del estudio de movimientos, como son: los estudios de tiempos cronometrados, los datos estándares y los muestreos de trabajo. De dichos métodos se adopta el siguiente procedimiento:

- a. Identificar las líneas de producción: definición de comienzo y fin de línea, elaboración de diagramas de flujo.
- b. Agrupar los productos con información idéntica: línea, formato u otras características.
- c. Designar los parámetros de producción: unidad de referencia, ciclo de producción, horas por turno.
- d. Determinar el porcentaje de paros programados y el porcentaje de eficiencia.
- e. Calcular el rendimiento por línea.
- f. Establecer las especificaciones del proceso: cascos por molde, placas o máquinas, peso real del producto, velocidad nominal de los equipos.
- g. Definir el personal por línea.
- h. Calcular los estándares con los datos obtenidos. Esto es, encontrar el volumen de producción por hora de cada producto, así como, las horas-hombre necesarias para elaborar una unidad producto.

El *volumen de producción por hora*, se obtiene de la multiplicación del número de máquinas o elementos de producción, por la velocidad del equipo y por el peso del producto; mientras, *las horas hombre por unidad de producto*, se determinan multiplicando el número de personas por las horas trabajadas y dividiéndolas para las unidades producidas en ese periodo de tiempo. Para ambos casos, se calculan estándares objetivos así como estándares esperados.

4.2. Cálculo de estándares de producción para las diferentes líneas y productos

Utilizando los criterios señalados en el apartado anterior, en esta etapa se determinan los estándares de producción, que para el caso de nuestra fábrica son:

- Los kilos de galleta por hora que se obtienen de los equipos, durante la elaboración de cada producto, a lo cual vamos a identificar como estándares de máquina.
- Las horas hombre utilizadas para producir cada kilo de galleta, valores que se designan como estándares de mano de obra. En este punto cabe indicar que se realiza una diferenciación entre la MOP y la MONP, realizando los cálculos correspondientes por separado.

El cálculo de los estándares de máquina y mano de obra, se realizan en forma independiente para la sección de fabricación y para la sección de empaque. Esta división se da en función de:

- *Unidad de referencia para cada sección:* que es en kilos/hora para fabricación, mientras que para empaque es cajas/hora.
- *Presentación del producto final:* La fábrica elabora diversas presentaciones de un mismo producto semielaborado. Esto impide considerar una línea continua de producción desde fabricación hasta empaque, ya que los productos semielaborados (al granel) que se obtienen en el área de fabricación, pueden ser destinados a varias máquinas de empaque según el formato de presentación requerido.
- *Funciones del personal:* Debido a las características del proceso de fabricación de galletas, el personal que labora en esta área requiere un mayor perfil que el personal del área de empaque.

4.2.1. Cálculo de estándares de máquina para el área de fabricación

De acuerdo a lo descrito en el apartado 4.1, realizaremos el cálculo de los estándares de fabricación, según las etapas definidas con anterioridad.

La identificación de las líneas de producción, sus diagramas de flujo y la agrupación de productos se desarrollaron en el capítulo 3. Se toma como base del análisis la distribución actual de los productos por línea.

Los parámetros de producción para el área de fabricación son definidos por el departamento de producción y se describen a continuación:

- Unidad de medida: kilos/hora
- Ciclo de producción: 24 horas
- Turnos por día: 3
- Horas por turno: 8 horas

Con la ayuda de las áreas de fabricación y de técnicos se establecen los paros que se presentan en las líneas de producción.

Los paros programados son iguales para toda el área. El cálculo del porcentaje de paros está dado por las horas de paro divididas para las horas de cada ciclo de producción, lo cual se detalla en el anexo 8.

El porcentaje total de paro programado, 11%, nos indica que las líneas de fabricación están aptas para producir 89% del ciclo de producción (21,36 horas), a las que se denomina HNP, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ HNP} = 100 - \% \text{ paro programado}$$

Para calcular la eficiencia se establecen los paros no programados y los descartes, por línea y por cada producto. Suponiendo como valorar inicial una eficiencia ideal para cada proceso, la eficiencia de cada línea se determina restando a esta eficiencia ideal (100%) los valores de paros no programados y descates encontrados, según se describe en el anexo 9.

La eficiencia por línea nos indica el comportamiento esperado por producto y por línea, ya que el proceso productivo considerado en realidad no es ideal.

El rendimiento por línea, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \% \text{ eficiencia} * \% \text{ HNP}$$

Los valores obtenidos nos indican lo productivas que son realmente las líneas, considerando que cuentan con el 89% del tiempo para producir. Los rendimientos por línea y productos se muestran en el anexo 10.

Para establecer las especificaciones del proceso, analizaremos cada una de las secciones de fabricación:

- El proceso típico de elaboración de productos incluye máquinas mezcladoras, cuya capacidad nominal (1000 Kg) es igual para todas las líneas. Cualquiera sea el producto a realizar estas mezcladoras cubrirán el lote máximo requerido actual, ya que las recetas elaboradas por producción corresponden a un lote de 850 Kg.

- La velocidad de horneado de cada línea está relacionada con la longitud de las bandas del horno asociado a dicha línea, ya que esta dimensión –la cual solo se puede modificar adecuando los hornos– define la cantidad de galleta que cada banda puede transportar durante la cocción . A continuación se detallan las velocidades nominales consideradas para cada línea:

TABLA 6
CAPACIDAD DE HORNOS

Horno Línea	Velocidad nominal promedio (Kg/ h)
Línea 1	1100
Línea 2	1400
Línea 3	550
Línea 5	550
Línea 6	1100

- Para el proceso de laminación, debido a que las características de moldes y velocidades de estampado difieren por producto y por línea, es necesario realizar cálculos independientes para cada producto.

Se toman datos durante el proceso de elaboración de cada producto, como son: número de cascotes del molde estampador, velocidad del equipo dada en golpes/minuto o revoluciones/minuto y el peso de la galleta cocida.

A continuación se adjunta tabla con las especificaciones de del área de laminación:

TABLA 7
ESPECIFICACIONES ÁREA DE LAMINACIÓN

Línea	Producto	Capacidad del molde (cascos)	Velocidad del equipo	Peso galleta
Línea 1	Galleta para Tango	36	78 golpes/min	6 g
	PB Vainilla	48	68 golpes/min	5.6 g
	PB Sal	48	66 golpes/min	5.2 g
	Rondallas	126	22 revolución/min	4.6 g
	Yem	144	100 golpes/min	1.4 g
	Zoología	84	92 golpes/min	2.5 g
	Albert María	36	66 golpes/min	7.5 g
Línea 2	Zoología	93	95 golpes/min	2.5 g
	PB Vainilla	60	85 golpes/min	5.6 g
	PB Sal	60	85 golpes/min	5.2 g
	Minivainilla	75	105 golpes/min	2.8 g
Línea 3	Muecas	300	9 revolución/min	3.4 g
Línea 5	Galleta para Tango	22	68 golpes/min	6 g
	Daysi	14	130 golpes/min	5.2 g
	Biscocho	19	160 golpes/min	5 g
	Coco	12	120 golpes/min	8.4 g
	Patronato	19	160 golpes/min	4.7 g
	Victoria	24	160 golpes/min	3.5 g
	123ABC	90	90 golpes/min	1.3 g
	Galleta para helado	10	70 golpes/min	14 g
	Galleta para Minitango	14	130 golpes/min	5 g
Línea 6	Ricas	288	31 revolución/min	2.1 g

La capacidad del molde y la velocidad del son datos revisados con los departamentos técnico y de producción, para confirmar que las velocidades aplicadas a los moldes no exceden los límites de los equipos. El departamento de aseguramiento de la calidad valida el peso de la galleta utilizado para el cálculo de las velocidades nominales, de acuerdo a las especificaciones del producto.

El cálculo de las velocidades nominales de las líneas se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Velocidad nominal} = \text{cascos del molde} * \text{velocidad del equipo} * \text{peso de la galleta (Kg)}$$

Las velocidades nominales calculadas para cada línea se presentan en el anexo 11.

Con los datos obtenidos se calculan los estándares de máquina para el área de fabricación:

- El estándar objetivo es igual a la velocidad nominal determinado en el párrafo anterior.
- El estándar esperado se determina multiplicando el estándar objetivo por la eficiencia.

Se pueden observar los cálculos por cada producto en el anexo 12.

4.2.2. Cálculo de estándares de máquina para el área de empaque

El cálculo de los estándares de máquina para el área de empaque, se efectúa en forma semejante al realizado en el área de fabricación. En esta sección, el volumen de producción por hora a determinar corresponde a la cantidad de galleta que se pueda embalar en cada máquina de empaque, teniendo como condicionantes el producto y formato requerido.

La identificación de las líneas de producto y sus correspondientes diagramas se desarrollaron en el capítulo 3.

La agrupación de los productos en esta sección, depende de la asociación que la línea de fabricación y la máquina de empaque mantengan para la elaboración de los productos. Otro factor considerado es el formato propuesto, dicho formato está dado en gramos por paquete. A continuación se revisa la distribución de los productos en el área de empaque:

TABLA 8
PRODUCTOS ÁREA DE EMPAQUE

Línea	Máquina	Formato	Producto	Presentación
Línea 1	Cavanna	324 g 360 g	Rondalla Albert María	30 x 324 g 32 x 360 g
Línea 3	Cavanna	100 g	Muecas	64 x 100 g
Línea 5	Cavanna	100 g 225 g	Daysi Coco	60 x 100 g 32 x 225 g
Línea 6	Cavanna	60 g	Ricas	100 x 60 g
Línea 6	Corazza	240 g	Ricas	24 x 240 g
Cualquiera	Ricciarelli	450 g	PB sal, PB vainilla, Zoología y Mini vainilla 123ABC	24 x 450 g 25 x 450 g
Cualquiera	Ricciarelli	500 g	Victoria, Patronato, Biscocho y Yem	24 x 500 g
Cualquiera	Martini	30 g	Zoología	8 x 12 x 30 g
Cualquiera	Manual		PB sal y PB vainilla Galleta para helado	2.5 y 5.8 Kg 11 Kg

Los parámetros de producción para el área de empaque difieren de los del área de fabricación en la unidad de medida, que para este caso es cajas/hora. Se mantiene el ciclo de producción de 24 horas, 3 turnos por día y 8 horas por turno.

Los paros programados de esta área son los mismos que los calculados para el área de fabricación, durante el ciclo de

producción. Para el arranque de las máquinas de empaque solo se utilizan 8 horas previas al inicio del ciclo productivo. El cálculo del porcentaje de paros está dado por las horas de paro divididas para las horas de cada ciclo de producción, lo cual se detalla en el anexo 8.

El paso siguiente es determinar la eficiencia por máquina y por producto, estableciendo para ello las pérdidas y los paros no programados para cada producto. El cálculo de la eficiencia se obtiene restando los porcentajes de paros no programados y descarte del 100% de eficiencia ideal, se muestran los cálculos en el anexo 13.

Posterior a esto se definen los rendimientos por máquina y por producto, multiplicando el porcentaje de eficiencia por el porcentaje de horas netas de cada ciclo de producción (89%). Ver anexo 14.

Posteriormente, se obtienen las especificaciones de cada máquina, previa corroboración con los personeros del departamento técnico y de producción. Se adjunta listado de las especificaciones.

TABLA 9
ESPECIFICACIONES ÁREA DE EMPAQUE

Máquina	Producto	Velocidad del equipo (paquetes por minuto)	# de máquinas	Paquetes/ caja
Cavanna	Rondallas	140	4	540
		141	1	540
	Albert María	106	2	192
		107	1	192
	Muecas	63	1	64
		64	1	64
	Coco	53	1	32
	Daisy	90	1	60
	Ricas	98	4	100
Ricciarelli	P.B.Sal	20	2	24
	P.B.Vainilla	20	2	24
	Zoología	20	2	24
	Mini vainilla	28	2	24
	Victoria	17	2	24
	Patronato	17	2	24
	Biscocho	17	2	24
	Yem	28	2	24
	123ABC	23	1	25
Martini	Zoología	100	1	96
Corazza	Ricas	25	1	24

El paso final antes de realizar el cálculo de los estándares, es determinar las velocidades nominales del área, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad nominal} = \frac{\# \text{ de máquinas} * \text{velocidad del equipo}}{\# \text{ de paquetes por caja}}$$

El cálculo de las velocidades nominales se detallan en el anexo 15.

Con esta información se realiza el cálculo de los estándares máquina de los equipos de empaque, con la misma concepción a la utilizada en el área de fabricación. Ver anexo 16.

4.2.3. Cálculo de estándares de mano de obra para el área de fabricación

El objetivo del cálculo de los estándares de mano de obra es identificar la cantidad de horas hombre requeridas para la elaboración de un lote de producto (el producido en un ciclo de producción).

Nuestro cálculo está orientado a la determinación de los estándares de mano de obra directa. Estos estándares se

elaboran para 100 kilos de producto, para facilitar el manejo de la información.

Para el presente estudio se consideran dos clases de mano de obra directa:

- **Mano de obra proporcional.** Incluye las horas hombre utilizadas en las tareas de fabricación identificándose las siguientes actividades: mezcladores, maquinista, horneros y auxiliares.
- **Mano de obra no proporcional.** Corresponde a las horas hombre utilizadas en las siguientes actividades: preparación, arranque y calentamiento de máquinas, mantenimiento planeado, cambios de formato, tiempo de alimentación del personal.

La primera etapa del cálculo de los estándares de mano de obra corresponde a la identificación de las funciones asignadas al personal del área de fabricación, las cuales no varían por producto. Estas se definen por la línea de producción asociada. El detalle del personal por línea, se presenta en el anexo 17.

Existen dos productos que poseen una distribución diferente, forzando a modificar el número de personas asignadas dentro de la línea cuando se los elabora. Estos son galleta para tango y galleta para mini tango, ya que al ser productos semielaborados, y no requerir embalaje en la sección de galletería, debe aumentarse el personal en el área de fabricación para realizar la estiba y transporte del producto al área de bañado. Ver este personal en el anexo 18.

Para calcular el estándar de la mano de obra proporcional, aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{MOP} = \frac{\text{N}^\circ \text{personas} * \text{HNP}}{\text{Producción por ciclo}} * 100$$

El cálculo de los estándares de mano de obra proporcional se detalla en el anexo 19.

Para realizar el cálculo de los estándares de mano de obra no proporcional se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{MONP} = \frac{\text{horas hombre en paradas programadas}}{\text{producción por ciclo}} * 100$$

El cálculo de los estándares de mano de obra no proporcional se realiza en el anexo 20.

4.2.4. Cálculo de estándares de mano de obra para el área de empaque

Los estándares de mano de obra proporcional y no proporcional para esta área, se valoran para la elaboración de una caja de producto.

Al igual que en el área de fabricación, se realiza el cálculo para la mano de obra directa. Como primer paso se identifica al personal que opera cada máquina de empaque. Ver anexo 21.

A continuación se calcula el estándar de la mano de obra proporcional (dotación que participa en la maniobra de cada máquina para el embalaje de producto), aplicando fórmula similar que en el apartado anterior. Ver anexo 22.

El cálculo de los estándares de mano de obra no proporcional utiliza una metodología análoga a la empleada para el área de fabricación. El cálculo de estos estándares se observa en el anexo 23.

CAPÍTULO 5

5. CÁLCULO DE LAS CAPACIDADES DE PLANTA

5.1. Principios generales para el cálculo de las capacidades de planta

El análisis de las capacidades de planta es el proceso para proporcionar y utilizar de manera efectiva los activos industriales de una empresa. Sus aplicaciones son a niveles estratégico, táctico y operacional, con el fin de tomar decisiones respecto a:

- Inversiones de capital en nuevos y mejores activos para procesos de producción.
- Racionalización, consolidación y realineación de las operaciones de producción.
- Definición de recursos y asignación de la producción a las diferentes fábricas y alternativas de recursos externos (producción y envasado por terceros).
- Carga de líneas de producción para cumplir con la demanda.
- Mejor utilización de la capacidad por medio de la mejora de sistemas y del rendimiento de operación.

Se conoce como tamaño de una planta industrial la capacidad instalada de producción de la misma. Esta capacidad se expresa en la cantidad producida por unidad de tiempo (es decir volumen, peso, valor o unidades de producto elaborados por año, mes, días, turno, hora, etcétera). En algunos casos la capacidad de una planta se expresa, no en términos de la cantidad de producto que se obtiene, sino en función del volumen de materia prima que se procesa.

En las plantas industriales que cuentan con equipos de diferentes capacidades, la capacidad de la planta se da en función del equipo de menor capacidad.

En aquellas industrias que elaboran diversos lotes de productos de diferentes características, el tamaño de la planta se suele especificar con respecto a la producción de un lote tipo o mezcla de productos.

Se define capacidad como la producción esperada por línea en un periodo de tiempo establecido, dado una mezcla de productos y un plan operativo.

De acuerdo a la disponibilidad del tiempo (horas disponibles para producir), se definen para este análisis, tres tipos de capacidad: máxima, práctica y requerida.

- **Capacidad máxima:** utilización de todo el tiempo disponible menos los días de restricción legal. Esto implica laborar todos los días del año excepto los días declarados como feriados nacionales o locales.

- **Capacidad práctica:** tiempo utilizado para la producción en días laborables de acuerdo a la política de trabajo de la compañía. Ejemplo: semanas laborables de 6 días.

- **Capacidad requerida:** tiempo necesario para cumplir con el programa de producción.

El análisis de las capacidades de la planta, se realiza mediante la comparación de la capacidad requerida con las capacidades máxima y práctica, obteniendo como resultado el porcentaje de utilización de las mismas.

Se inicia el análisis determinando los valores de las capacidades máxima y práctica, los cuales están dados generalmente en horas brutas de producción.

La capacidad máxima se calcula atendiendo a los siguientes pasos:

- Transformar los días del año en horas, considerando los años bisiestos.
- Establecer los feriados nacionales y/o locales obligatorios que afectan la producción de la planta y cuantificarlos en horas.
- Determinar el tiempo disponible máximo, restando las horas del año menos las horas de feriados obligatorios.

Adicionalmente se establecen parámetros de producción como son las HPP y las HNP anuales.

La capacidad práctica se calcula de la siguiente manera:

- Establecer el tiempo desocupado adicional según las políticas laborales de la compañía, es decir definir los días operativos de la semana.
- Calcular el tiempo disponible práctico anual, restando el tiempo desocupado adicional del tiempo disponible máximo anual.

De igual forma, se calculan las horas de paros programados y las horas netas de producción anuales.

El cálculo de la capacidad requerida se realiza por línea de producción de acuerdo a los productos que en la misma se elaboran, según lo descrito a continuación:

- Se establecen las horas netas requeridas para la elaboración de cada producto y el total por línea, considerando los estándares calculados en el capítulo anterior y la cantidad requerida (ton de producto) proporcionada por la empresa.
- Se determinan las horas de paro programado.
- Se calcula la capacidad requerida sumando las HNP requeridas y las HPP requeridas.
- Se estima el porcentaje de utilización de la capacidad requerida con respecto a las capacidades máxima y práctica; y, se establece el tiempo desocupado.

5.2. Cálculo de capacidades de planta por línea de producción y por tipo de actividad

Los cálculos de las capacidades máxima y práctica se realizan en forma general para todas las líneas de producción y máquinas de empaque, debido a que todas tienen la misma disponibilidad de

tiempo de producción. Ver anexos 25 y 26. De la misma manera, se establecen los paros programados de mantenimiento y durante la producción para la fábrica.

Las HPP de mantenimiento se establecen en conjunto con las áreas de fabricación y técnico, indicándose para el año analizado 4 semanas de mantenimiento o 672 HPP al año. Ver anexo 24.

El cálculo de las capacidades requeridas de planta se realiza por línea de producción en el área de fabricación y por tipo de embalaje en el área de empaque.

Como primer paso se establecen las horas netas de producción requeridas mediante la siguiente fórmula:

$$\text{HNP requeridas} = \frac{\text{cantidad requerida de producto}}{\text{estándar esperado}}$$

Se calculan las HPP requeridas, que consiste en la suma de las HPP de mantenimiento y las HPP durante la producción.

Las HPP durante la producción para cada línea se determinan aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{HPP requeridas durante la producción} = \text{HNP requeridas totales} * \frac{\text{HPP semanales}}{\text{HNP semanales}}$$

La capacidad requerida de producción está dada por la suma de las HNP requeridas y las HPP requeridas.

Adicionalmente, se realiza el cálculo de utilización de capacidades y tiempo desocupado correspondiente a cada línea de producción, con respecto a la capacidad máxima y práctica mediante las fórmulas descritas a continuación.

- **Capacidad máxima:** Se estima la utilización y el tiempo desocupado considerando las HBP y las HNP.

$$\text{Tiempo desocupado máximo} = \text{HBP máximas anuales} - \text{HBP requeridas}$$

$$\% \text{ utilización máxima} = \text{HBP requeridas} / \text{HBP máximas anuales}$$

Tiempo neto desocupado máximo = HNP máximas anuales – HNP
requeridas

% utilización máxima neta = HNP requeridas / HNP máximas
anuales

- **Capacidad práctica:** Se determina la utilización y el tiempo desocupado considerando las HBP y las HNP.

Tiempo desocupado a corto plazo = HBP prácticas anuales – HBP
requeridas

% utilización práctica = HBP requeridas / HBP prácticas anuales

Tiempo neto desocupado práctico = HNP prácticas anuales – HNP
requeridas

% utilización práctica neta = HNP requeridas / HNP prácticas
anuales

La aplicación en cada línea del procedimiento descrito anteriormente se detalla en los anexos 27 al 42.

CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1. Evaluación de los resultados de los estándares de producción

El estudio de estándares de producción realizado reflejó los siguientes resultados:

- Las horas de paros programados representan el 11% de las horas brutas de producción. Estos paros programados involucran al personal de cada área, y durante el estudio se observa que una buena parte del personal desconoce el mecanismo de desarme y armado de los equipos, lo que retrasa la puesta en producción de las diferentes líneas, mermando el tiempo útil de producción.
- Los valores de estandarización obtenidos por producto, según la línea y máquina de empaque asociadas a los mismos, se muestran en la tabla adjunta:

TABLA 10

LISTA MAESTRA DE ESTÁNDARES DE GALLETERÍA

Producto	Línea	Eficiencia	Estándar objetivo	Estándar esperado	Máquina	Eficiencia	Estándar objetivo	Estándar esperado
123ABC	5	70%	632	442	Ricciarelli	70%	55	39
Albert María	1	70%	1069	748	Cavanna	65%	100	65
Biscocho	5	70%	912	638	Ricciarelli	70%	85	60
Coco	5	70%	726	508	Cavanna	70%	99	70
Daisy	5	70%	568	398	Cavanna	70%	90	63
Galleta Helado	5	70%	588	412	Manual	80%	47	38
Galleta p´ minitango	5	70%	546	382				
Galleta p´ tango	1	70%	1011	708				
	5	70%	539	377				
Mini vainilla	2	80%	1323	1058	Ricciarelli	70%	140	98
Muecas	3	75%	551	413	Cavanna	80%	119	95
P.B.Sal	1	70%	1050	735	Ricciarelli	70%	100	70
P.B.Sal	2	80%	1591	1273	Manual 2,5	80%	186	149
					Manual 5,8	80%	80	64
P.B.Vainilla	1	70%	1097	768	Ricciarelli	70%	100	70
P.B.Vainilla	2	80%	1714	1371	Manual 2,5	80%	186	149
					Manual 5,8	80%	80	64
Patronato	5	70%	857	600	Ricciarelli	70%	85	60
Ricas	6	85%	1125	956	Cavanna	75%	235	176
					Corazza	70%	63	44
Rondallas	1	70%	765	536	Cavanna	65%	78	51
Victoria	5	70%	806	564	Ricciarelli	70%	85	60
Yem	1	70%	1210	847	Ricciarelli	70%	140	98
Zoología	1	70%	1159	811	Martini	70%	63	44
Zoología	2	80%	1325	1060	Ricciarelli	70%	100	70

- En los resultados presentados en la tabla, observamos que las eficiencias varían por línea y no por producto, debido a las anomalías generales que presentan los equipos indistintamente el tipo de galleta que se elabore.
- Al realizar un análisis preliminar de cuello de botella, se observa que en su gran mayoría los estándares de los equipos laminadores y de empaque son menores al resto de la línea; es decir, que actualmente la producción se ve limitada por estos equipos.

Al revisar esta información con el departamento técnico y el de fabricación, se presume que para algunos productos los equipos laminadores y máquinas de empaque no se encuentran trabajando a su real capacidad. Se realiza esta conjetura, ya que teóricamente el equipo que delimita la capacidad de producción es el horno, debido a que sus bandas pueden contener una cantidad determinada de producto, la cual solo puede aumentar con modificaciones al equipo.

Para poder visualizar estas cifras, se presenta la siguiente tabla resumiendo los cuellos de botella por producto; en ella se aprecia cada subproceso, destacándose el área cuello de botella.

TABLA 11
ANÁLISIS CUELLO DE BOTELLA

Producto	Línea	Máquina	Horno	Laminación	Empaque	Cuello de botella
123ABC	5	Ricciarelli	550	442	435	435
Albert María	1	Cavanna	1100	748	749	748
Biscocho	5	Ricciarelli	550	638	714	550
Coco	5	Cavanna	550	508	501	501
Daisy	5	Cavanna	550	398	378	378
Galleta Helado	5	Manual	550	412	414	412
Galleta p' minitango	5		550	382		382
Galleta p' tango	1		1100	708		708
	5		550	377		377
Mini vainilla	2	Ricciarelli	1400	1058	1058	1058
Muecas	3	Cavanna	550	413	609	413
P.B.Sal	1	Ricciarelli	1100	735	756	735
P.B.Sal	2	Ricciarelli	1400	1273	756	756
P.B.Vainilla	1	Ricciarelli	1100	768	756	1000
P.B.Vainilla	2	Ricciarelli	1400	1371	756	1000
Patronato	5	Ricciarelli	550	600	714	550
Ricas	6	Cavanna	1100	956	1058	956
		Corazza			252	252
Rondallas	1	Cavanna	1100	536	493	493
Victoria	5	Ricciarelli	550	564	714	550
Yem	1	Ricciarelli	1100	847	1176	847
Zoología	1	Martini	1100	811	126	126
Zoología	2	Martini	1400	1060	126	126
Zoología	1	Ricciarelli	1100	811	756	756
Zoología	2	Ricciarelli	1400	1060	756	756

De la tabla se desprende que solo para dos casos, el área de horneado se constituye como el cuello de botella de la línea. Durante el muestreo en planta de estos dos productos no se observó desabastecimiento por parte del horno; lo que sugiere que el tonelaje del horno sí cubre la demanda del área de laminación, seguramente debido a que las dimensiones de los productos señalados son menores al resto de las galletas realizadas en esta línea, y por lo tanto la banda de transporte recibe más galletas que las definidas nominalmente.

6.2. Resultados y análisis de las capacidades de planta

Los resultados del estudio de capacidades de planta para la sección de galletería se resumen en tres áreas: fabricación, empaque y galletería; siendo este último un compendio de toda la capacidad instalada para la elaboración de galletas.

A continuación se muestra la tabla de resultados del área de fabricación y del área de empaque, para ambos casos se observa el nivel de utilización de las instalaciones tanto de su capacidad máxima como de su capacidad práctica.

TABLA 12

UTILIZACIÓN DE CAPACIDADES FABRICACIÓN Y EMPAQUE

Área : Fabricación						
Línea	Cantidad requerida (Ton)	HBP requeridas	Capacidad máxima	% utilización máxima	Capacidad práctica	% utilización práctica
Línea 1	2069	4485	8544	52%	7392	61%
Línea 2	4361	5234	8544	61%	7392	71%
Línea 3	404	1927	8544	23%	7392	26%
Línea 5	1613	5196	8544	61%	7392	70%
Línea 6	3909	5918	8544	69%	7392	80%
Total	12356	22760	42720	53%	36960	62%
Área : Máquinas de empaque						
Línea	Cantidad requerida (Ton)	HBP requeridas	Capacidad máxima	% utilización máxima	Capacidad práctica	% utilización práctica
Ricciarelli 450	5462	9855	8544	115%	7392	133%
Ricciarelli 500	431	1394	8544	16%	7392	19%
Cavanna 1	549	2065	8544	24%	7392	28%
Cavanna 3	404	1523	8544	18%	7392	21%
Cavanna 5	974	3512	8544	41%	7392	48%
Cavanna 6	3106	4438	8544	52%	7392	60%
Corazza	803	4762	8544	56%	7392	64%
Martini	25	927	8544	11%	7392	13%
Total	11754	28476	68352	42%	59136	48%

De la misma forma se observa el nivel de utilización de toda la sección de galletería, en el siguiente detalle.

TABLA 13
UTILIZACIÓN DE CAPACIDADES DE GALLETERÍA

Área:	Galletería						
Línea	Cantidad requerida (Ton)	HBP requeridas	Capacidad máxima	% utilización máxima	Capacidad práctica	% utilización práctica	
Línea 1	2069	4485	8544	52%	7392	61%	
Línea 2	4361	5234	8544	61%	7392	71%	
Línea 3	404	1927	8544	23%	7392	26%	
Línea 5	1613	5196	8544	61%	7392	70%	
Línea 6	3909	5918	8544	69%	7392	80%	
Ricciarelli 450	5462	9855	8544	115%	7392	133%	
Ricciarelli 500	431	1394	8544	16%	7392	19%	
Cavanna 1	549	2065	8544	24%	7392	28%	
Cavanna 3	404	1523	8544	18%	7392	21%	
Cavanna 5	974	3512	8544	41%	7392	48%	
Cavanna 6	3106	4438	8544	52%	7392	60%	
Corazza	803	4762	8544	56%	7392	64%	
Martini	25	927	8544	11%	7392	13%	
Total	24110	51236	111072	46%	96096	53%	

De acuerdo a las políticas corporativas, que una línea presente un nivel de utilización menor o igual al 40%, indica un nivel crítico de aprovechamiento de los recursos. Las acciones inmediatas a seguir son definir la elaboración de nuevos productos en esa línea, transferir la línea a una planta del grupo donde sea mejor aprovechada o realizar una redistribución de los productos actuales de fábrica sin perjudicar a las otras líneas analizadas.

Para las líneas que utilizan entre el 41 y el 60% de su capacidad instalada, las acciones se centran en planes a mediano plazo, que involucre el incremento de los volúmenes de producción de dicha línea. Si bien no se considera que los recursos se estén utilizando apropiadamente, existe un periodo de análisis más largo de su actividad, para promover las influencias positivas del mercado y el desarrollo de nuevos productos.

Las líneas cuyo nivel de utilización se encuentra por encima del 60%, son potenciadas a subir dicho nivel. Son considerados focos positivos dentro de la fábrica y se insta a que estas líneas reciban los productos de las líneas subutilizadas.

Para una mejor comprensión de la situación de la sección tanto en la utilización de la capacidad máxima, como en la utilización de la capacidad práctica, a continuación se realiza un análisis gráfico.

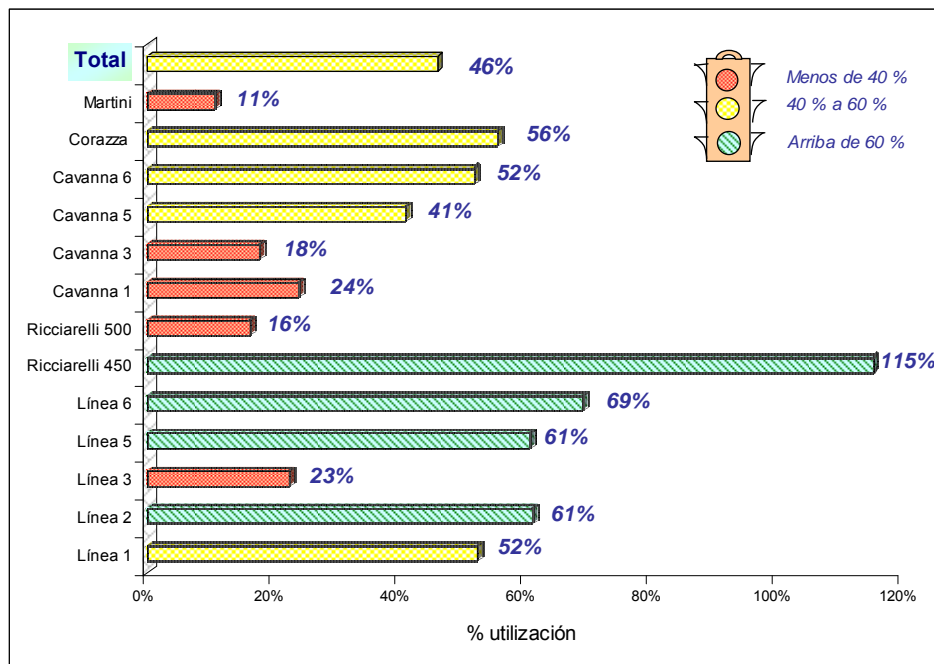


FIGURA 6.2.1. ANÁLISIS DE CAPACIDAD MÁXIMA DE FÁBRICA

Para un fácil seguimiento visual del estatus de cada línea y de la sección, se asigna juego de colores para su identificación, así:

- Para las líneas que se encuentran hasta el 40% de su utilización se les asigna el color rojo, lo que es igual a línea subutilizada.
- Las líneas que utilizan su tiempo de producción entre el 41 y 60% son identificadas con el color amarillo, que indica tiempo de espera para observar su desarrollo.

- Para utilización de la capacidad mayor al 60% se usa el color verde, que significa camino libre para seguir produciendo e invirtiendo en estas líneas.

La situación actual, permite observar que la sección de galletería se encuentra en el segundo grupo (amarillo), observándose focos de atención por su baja utilización y uno por su falta de capacidad para la demanda planteada (Ricciarelli 450). Iguales comentarios se extraen del análisis de capacidad práctica, cuyo gráfico se adjunta:

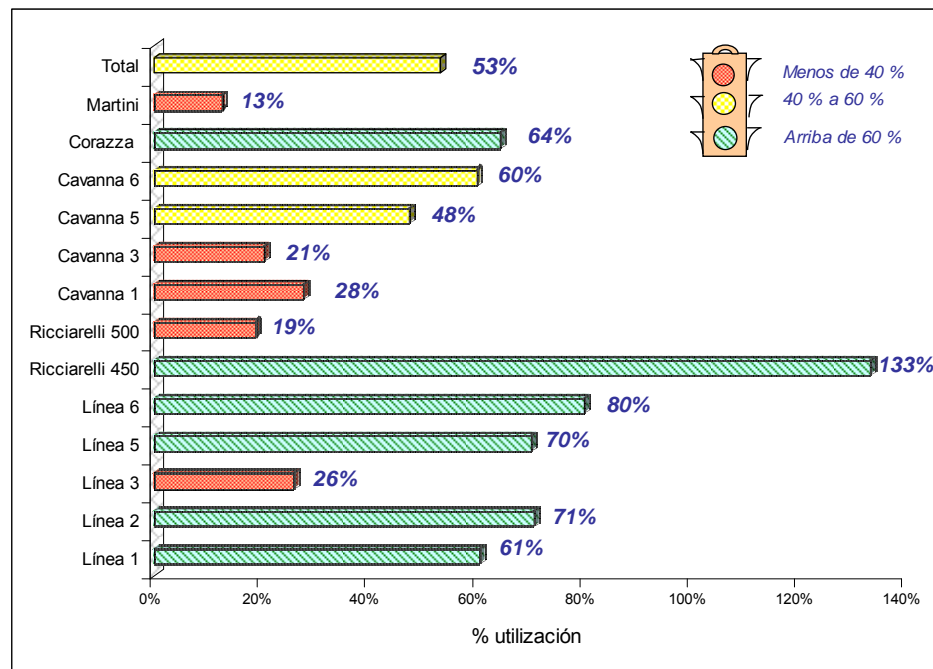


FIGURA 6.2.2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PRÁCTICA DE FÁBRICA

6.3. Determinación de la estrategia de distribución de las líneas de producto en base al análisis de los resultados.

De acuerdo al análisis realizado se plantean dos propuestas de distribución.

Para ambos casos se necesita la comparación de costos actual versus propuesta, para su aceptación; así como un análisis regional para la reubicación de líneas de producto.

La primera propuesta opta por eliminar las líneas menos utilizadas y cuyas probabilidades de crecimiento son casi nulas (línea 3 y su empaque y el empaque en Martini), transfiriéndolas a otra fábrica de la región. La fábrica de la región inicialmente seleccionada, sería la situada en Colombia, ya que los productos y formatos de las líneas a eliminar cuentan con gran acogida y es fábrica se convertiría en el centro productor y distribuidor de la región. Además, esta propuesta contempla la adecuación de un estándar de línea a la demanda establecida, cuyos cálculos se ven en los anexos 43 al 46.

Las capacidades máxima y práctica con la propuesta se afectarían de la siguiente forma:

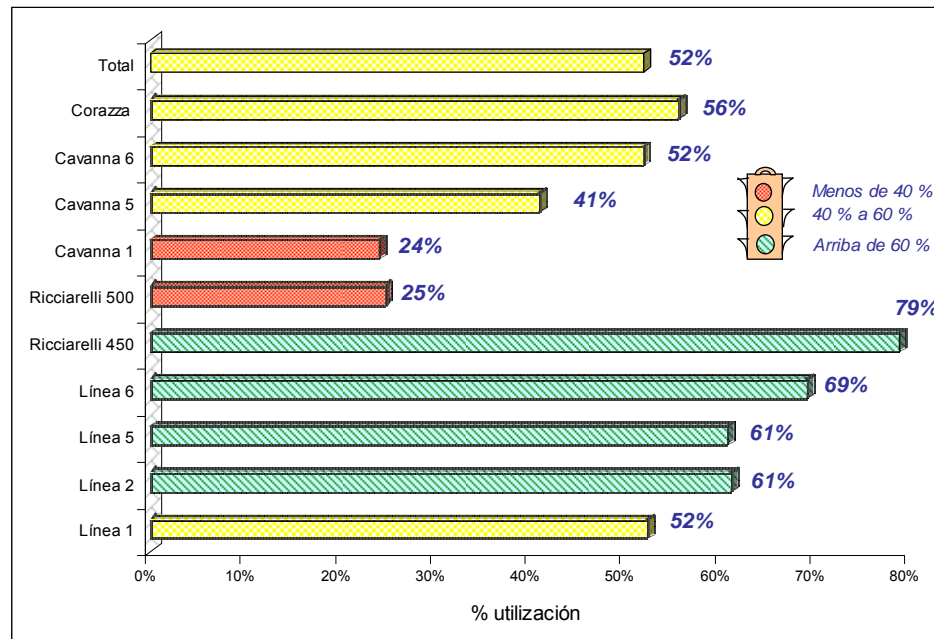


FIGURA 6.3.1. ANÁLISIS DE CAPACIDAD MÁXIMA PROPUESTA 1

Como se puede observar, si bien la fábrica continúa en un nivel medio de utilización de su capacidad máxima, existen menos puntos críticos y se reorganiza la utilización del equipo Ricciarelli para satisfacer las demandas de los productos cuyos formatos son 450 y 500 g.

Con esta propuesta la utilización práctica de la fábrica subió al 60% y al igual que para la capacidad máxima, los equipos subutilizados solo son dos, según se aprecia en la figura adjunta.

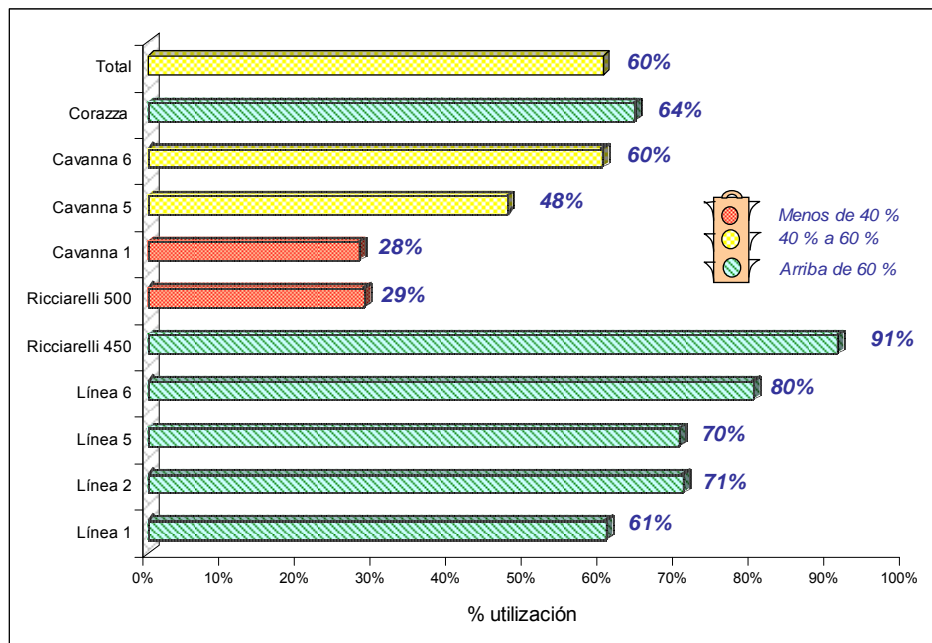


FIGURA 6.3.2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PRÁCTICA PROPUESTA 1

En la segunda propuesta se redistribuyen productos dentro de las líneas, haciéndose necesaria la reubicación o transferencia de ciertos equipos: Cavanna 5. Los cálculos realizados para sustentar esta propuesta se encuentran en los anexos 47 al 51. Debe notarse que esta propuesta toma como situación inicial la puesta en marcha de la primera opción.

El nivel utilización máximo y práctico que puede obtenerse con esta propuesta, se adjunta a continuación:

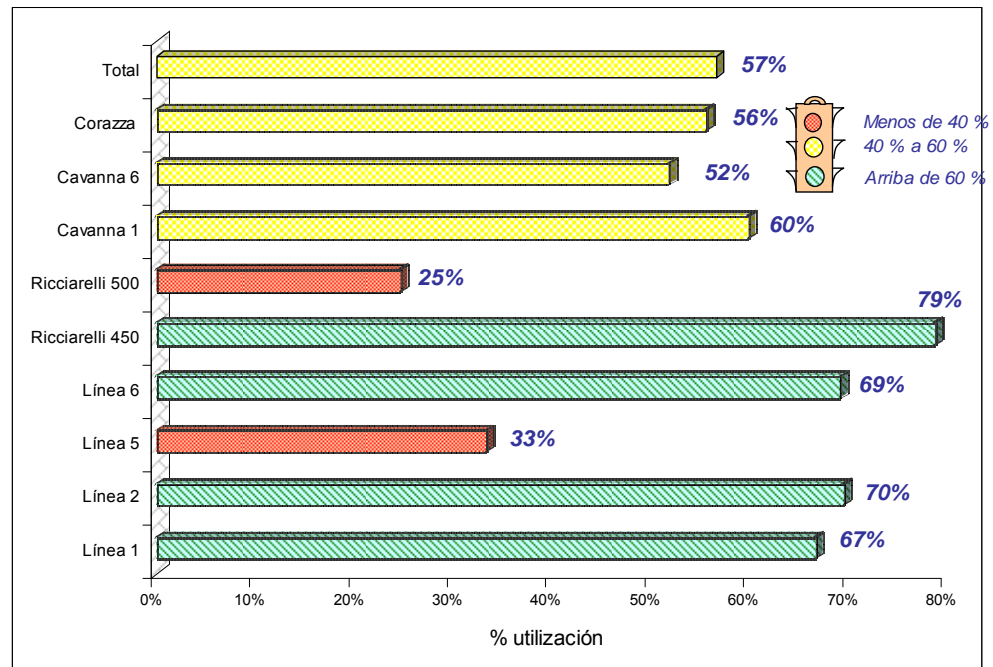


FIGURA 6.3.3. ANÁLISIS DE CAPACIDAD MÁXIMA PROPUESTA 2

Se observa mayor nivel de utilización de la sección, sin embargo, siguen existiendo puntos críticos que pueden validar la continuación de este tipo de análisis.

Para el caso de la utilización práctica, obviamente dependiente de la utilización máxima se ve como el nivel de fábrica con esta propuesta llega al estatus verde, es decir tendría apoyo de la región para potenciar sus líneas. Observemos el gráfico.

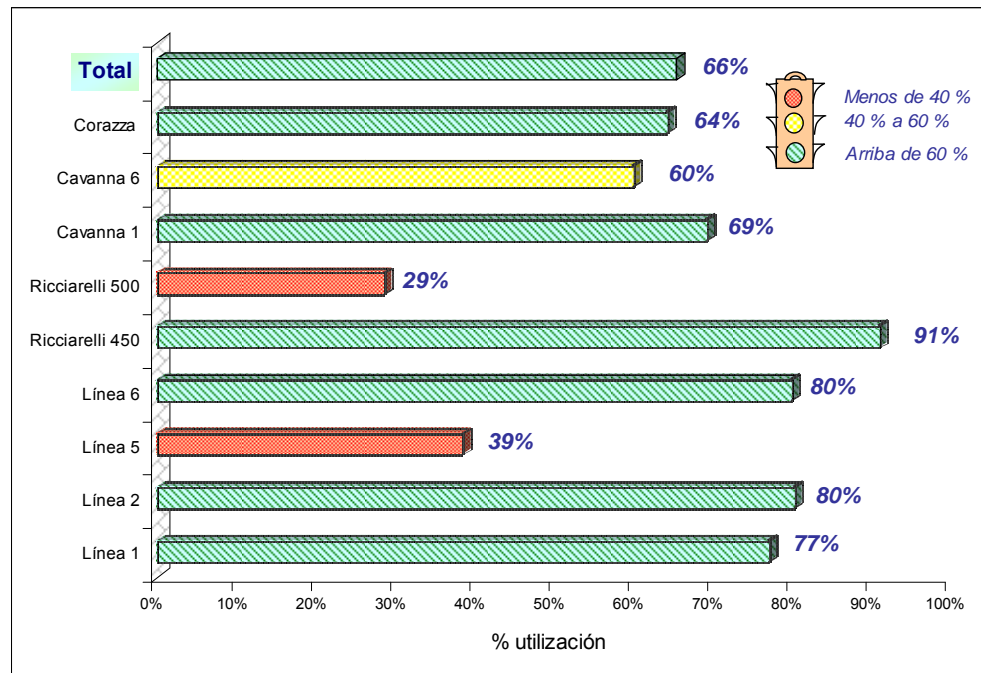


FIGURA 6.3.4. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PRÁCTICA PROPUESTA 2

Finalmente, derivadas de estas propuestas se realiza la redistribución de las líneas de producto, objetivo de nuestro estudio.

Primero se observa la distribución atendiendo a los cambios planteados en la propuesta 1. En forma posterior, se presenta la distribución en función de la propuesta 2.

TABLA 14
REDISTRIBUCIÓN LÍNEAS DE PRODUCTO PROPUESTA 1

Línea	Producto
Línea 1	Albert María
	Galleta para tango
	PB Vainilla
	Yem
	Zoología
	Rondalla
	PB Sal
Línea 2	PB Vainilla
	Mini vainilla
	Zoología
	PB Sal
Línea 5	Coco
	Daysi
	Galleta para helado
	123 ABC
	Galleta para mini tango
	Galleta para tango
	Victoria
	Biscocho
	Patronato
Línea 6	Ricas

TABLA 15
REDISTRIBUCIÓN LÍNEAS DE PRODUCTO PROPUESTA 2

Línea	Producto
Línea 1	Albert María
	Coco
	Daysi
	Yem
	Zoología
	Rondalla
Línea 2	PB Vainilla
	Mini vainilla
	Zoología
	PB Sal
Línea 5	Galleta para helado
	123 ABC
	Galleta para mini tango
	Galleta para tango
	Victoria
	Biscocho
	Patronato
Línea 6	Ricas

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Si una empresa ha decidido qué hacer y cómo hacerlo, lo siguiente es adaptar los sistemas de producción y distribución a los intereses de esta empresa. Una de las primeras preguntas a contestar, es cuánta capacidad se necesita para satisfacer los requerimientos del mercado y que implicaciones traerán estas decisiones. Esta interrogante es la que dirige el análisis emprendido en el presente estudio.

La empresa observada necesitaba, en primera instancia, conocer cuál es su capacidad instalada, luego identificar si con dicha capacidad conseguiría satisfacer las ventas estimadas de sus productos o si se encuentra sobredimensionada para la producción solicitada. Finalmente, conocidos estas dimensiones la gerencia podrá optar por una o varias fases de redistribución de sus líneas de producto, que

cumplan las expectativas de utilización de los recursos y satisfacción del mercado.

Las conclusiones obtenidas fueron las siguientes:

1. Esta empresa consta de un gran abanico de productos, aproximadamente 100 referencias entre galletería, wafers y recubiertos. Debido al volumen representado por galletería, 77% de 29136 Ton de producción, se decidió empezar el análisis de capacidades en esta área.
2. Se identificaron 5 líneas de producción y 8 grupos de máquinas de empaque, las mismas que se combinan según la necesidad del formato del producto.
3. De los resultados obtenidos, se observó que el balance de línea juega un papel decisivo para el correcto aprovechamiento de los recursos, ya que de no existir, la disparidad de la manufactura de productos semielaborados y de productos empacados ocasionaría un retraso en el cumplimiento de programas de producción.

4. El análisis de cuello de botella permitió observar que la producción actualmente se ve limitada por los equipos laminadores y máquinas de empaque.

5. Con las ventas estimadas del ciclo y con los estándares calculados para cada producto, se evaluó la capacidad de la sección de galletería y su tasa de utilización: las líneas de fabricación, con el 62% de utilización de la capacidad práctica, cubren ampliamente los requisitos de productos semielaborados, teniendo una línea con capacidad amortiguada excesiva para el pequeño volumen del producto ahí elaborado (línea 3 con 26% de utilización de capacidad práctica).

6. En el área de empaque se observa una situación similar al de la línea 3 con la máquina Martini, la misma que utiliza su capacidad práctica en 13%; además, se identifica una línea con capacidad insuficiente para cubrir las demandas del producto (Ricciarelli 450 con una capacidad saturada de 133%). Esta sección utiliza su capacidad práctica en un 48%, lo que nos permite señalarla como recurso subutilizado.

7. Finalmente, observando en forma gráfica los niveles de utilización de la sección (con una utilización práctica del 53%), se realizan dos propuestas de redistribución de las líneas de productos, complementarias entre si, con las cuales se espera una mejora conjunta del 13% en el nivel de uso de las líneas de galletería, así como permitir el cumplimiento de los requerimientos del mercado.

7.2. Recomendaciones

Una primera evaluación de la capacidad de galletería permite practicar mejoras en la distribución de las líneas de producto, que ofrecen un mejor aprovechamiento de los recursos de la empresa, sin embargo la implementación puede realizar mayores aportaciones si realiza otra serie de actividades conjuntas, como son:

1. Identificar la utilización de todas las instalaciones de la empresa: galletería, wafers y recubiertos.
2. Alinear y evaluar las proyecciones a mediano y largo plazo.
3. Identificar las mejoras a los equipos que permitan un mayor nivel de producción, y que signifique inversiones de bajo costo.

4. Valorar periódicamente los estándares de producción, para así identificar la real capacidad de los equipos.
5. Transmitir a todos los niveles la necesidad de aprovechar en forma eficiente los recursos, para obtener el máximo de rendimiento con el menor costo posible.
6. Establecer un sistema de monitoreo de utilización de capacidades ajustado a las variaciones de las proyecciones de ventas.

ANEXOS

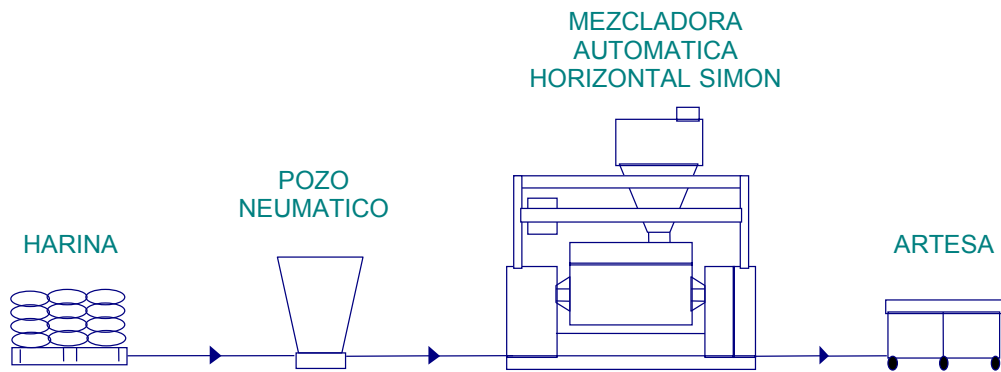
BIBLIOGRAFÍA

1. CHASE AQUILANO JACOBS, Administración de Producción y Operaciones Manufactura y Servicios, Editorial Irwin Mc Graw Hill, Colombia 2000.
2. DOMÍNGUEZ GARCÍA RUÍZ ALVAREZ, Dirección de operaciones, aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios, Mc Graw Hill.
3. MEYERS FRED E., Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil, 2da. Edición, Prentice may.
4. MONKS JOSEPH G, Administración de operaciones, Serie Schaum, 1991.
5. Nestlé, Gestión de producción, BT Industrial Engineering, Mayo 1994.
6. TAWFIK L., Administración de la producción, ISBN, 1984.
7. VELÁSQUEZ MASTRETTA, Administración de los sistemas de producción, Limusa, Noriega Editores.
8. WOLLMANN BERRY WHYBARK, Sistemas de planificación y control de la fabricación, ISBN,1996.

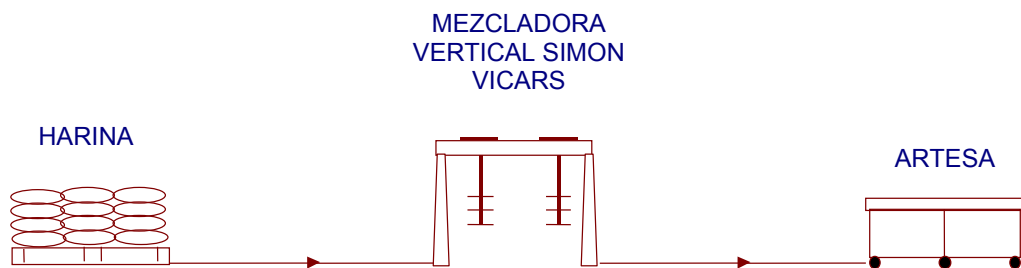
ANEXO 1

DIAGRAMAS FASE DE MEZCLA

Mezcladora horizontal



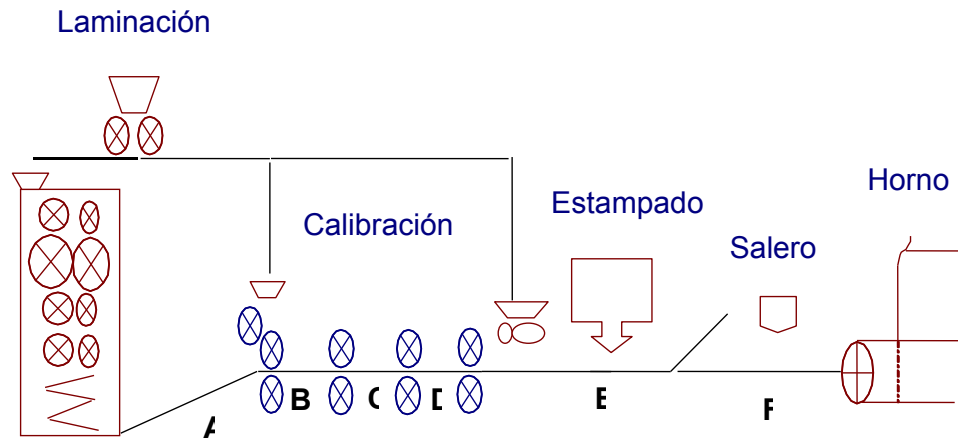
Mezcladora vertical



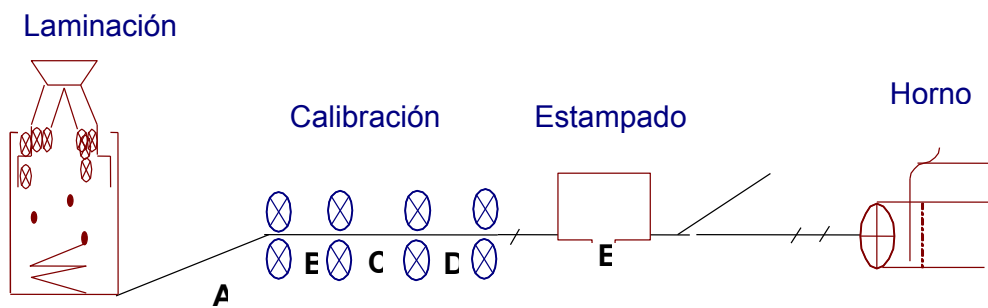
ANEXO 2

DIAGRAMAS DE LAMINACIÓN, CALIBRACIÓN Y CORTE

Línea 1



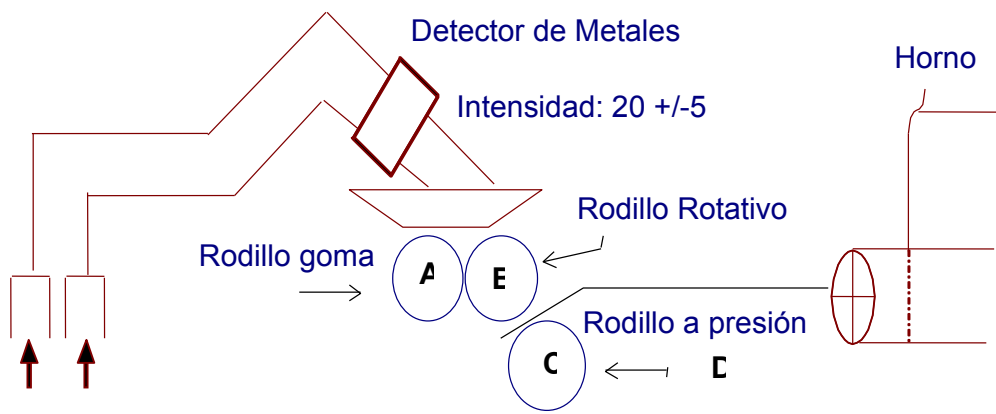
Línea 2



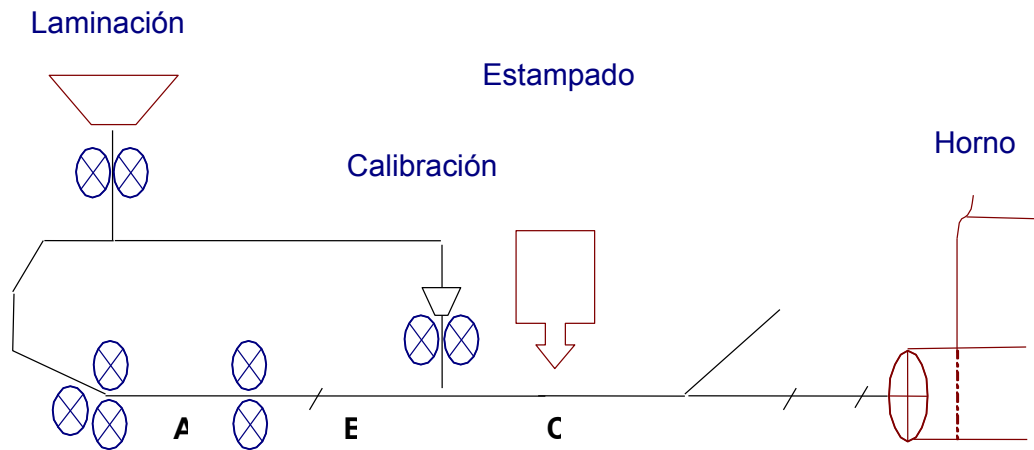
ANEXO 3

DIAGRAMAS DE LAMINACIÓN, CALIBRACIÓN Y CORTE

Línea 3



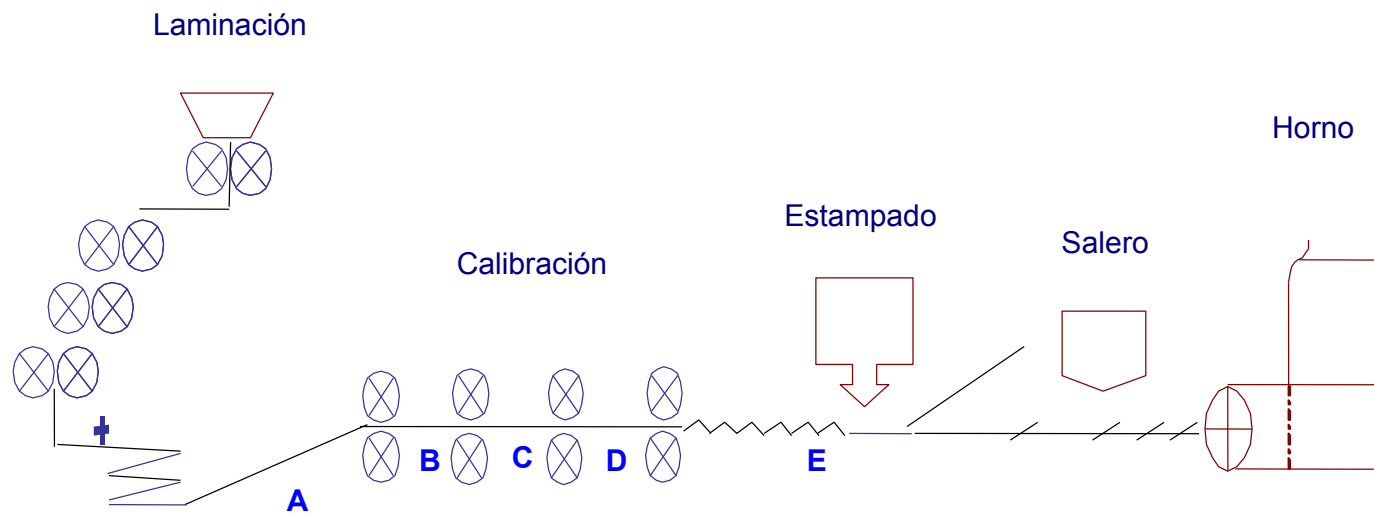
Línea 5



ANEXO 4

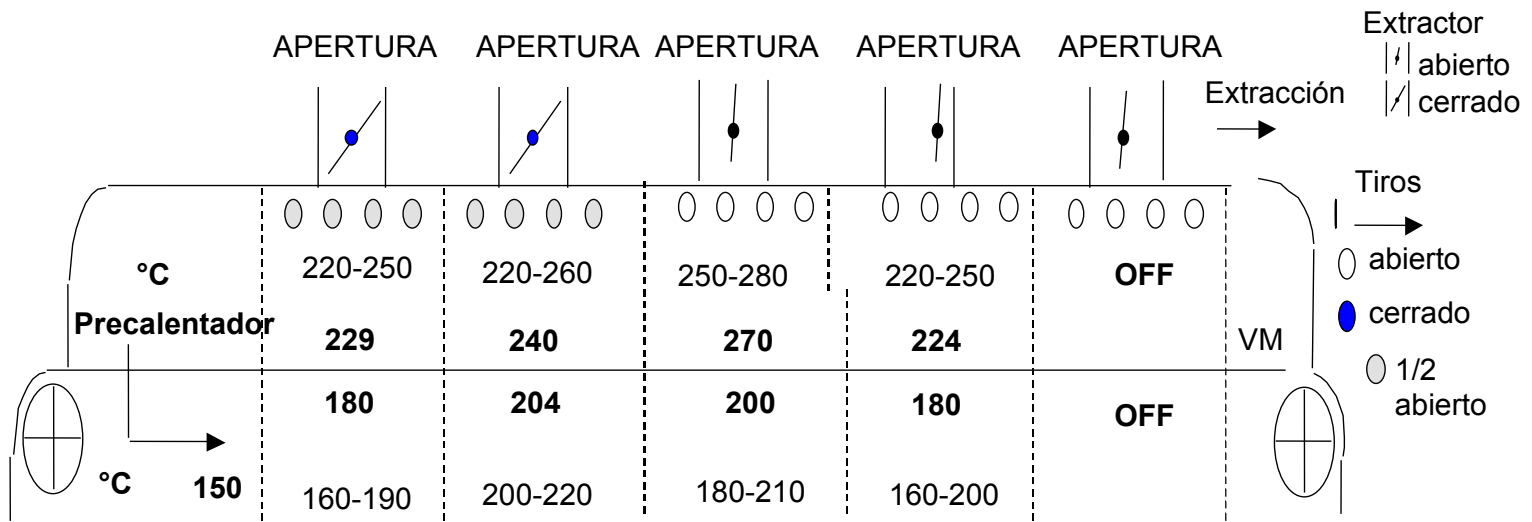
DIAGRAMAS DE LAMINACIÓN, CALIBRACIÓN Y CORTE

Línea 6



ANEXO 5

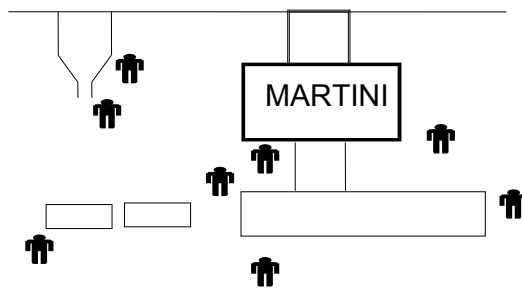
DIAGRAMA DE COCCIÓN



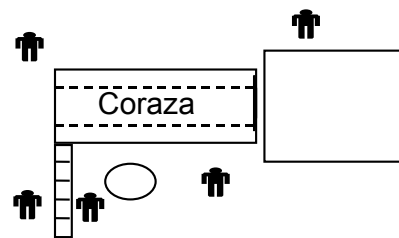
ANEXO 6

DIAGRAMAS DE EMPAQUE

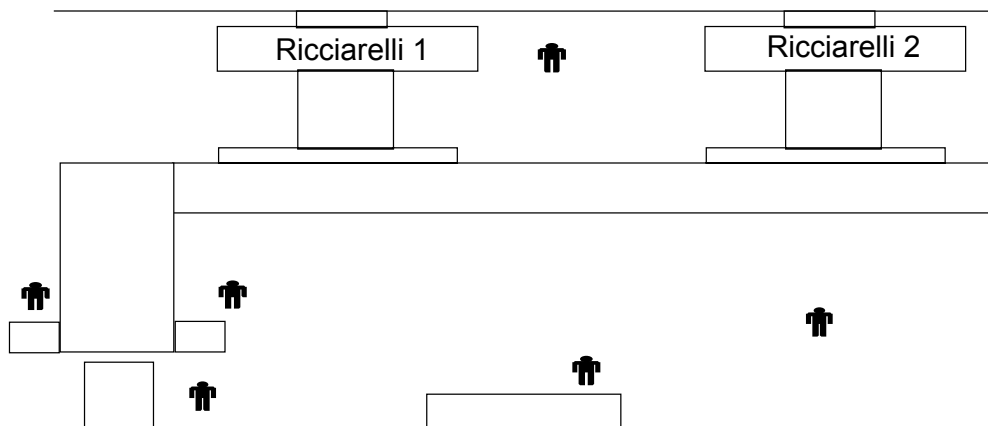
Empaque en Martini



Empaque en Coraza



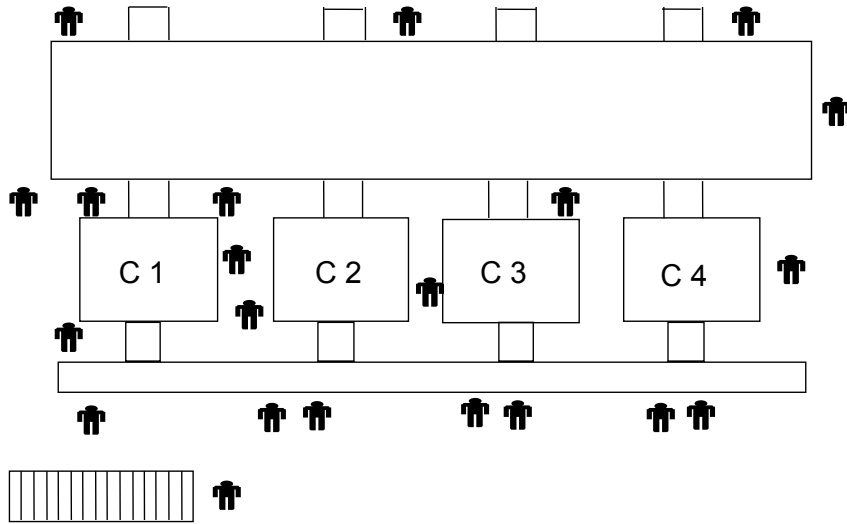
Empaque en Ricciarelli



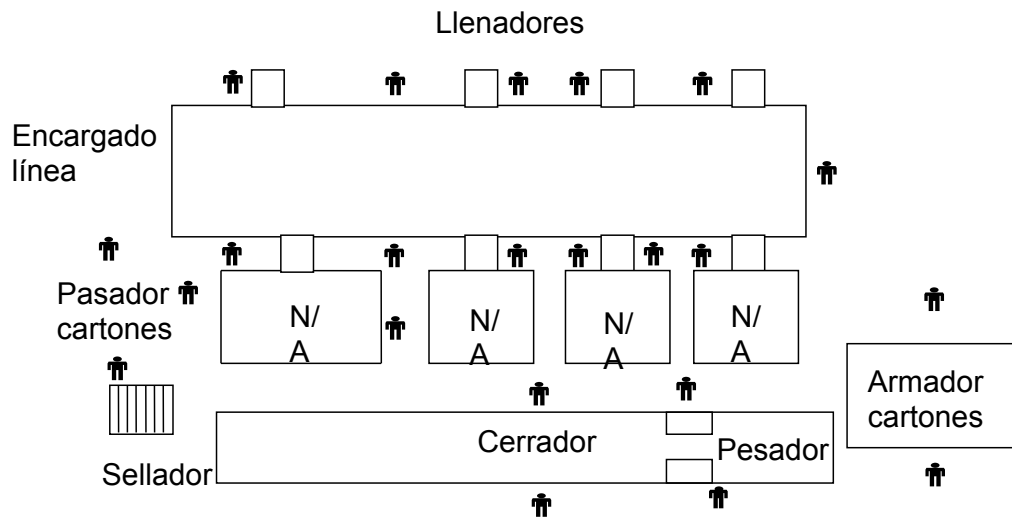
ANEXO 7

DIAGRAMAS DE EMPAQUE

Empaque en Cavanna



Empaque manual



ANEXO 11

CÁLCULO DE VELOCIDADES NOMINALES POR LÍNEA

d = 60 min

e = 1000 g

$$f = a \times b \times \frac{c}{d \times e}$$

		a	b	c	
Línea	Producto	Capacidad del molde (cascos)	Velocidad del equipo	Peso galleta	Velocidad nominal (kg/hora)
Línea 1	Galleta para Tango	36	78 golpes/min	6 g	1011
	PB Vainilla	48	68 golpes/min	5.6 g	1097
	PB Sal	48	66 golpes/min	5.2 g	1050
	Rondallas	126	22 revolución/min	4.6 g	765
	Yem	144	100 golpes/min	1.4 g	1210
	Zoología	84	92 golpes/min	2.5 g	1159
	Albert María	36	66 golpes/min	7.5 g	1069
Línea 2	Zoología	93	95 golpes/min	2.5 g	1325
	PB Vainilla	60	85 golpes/min	5.6 g	1714
	PB Sal	60	85 golpes/min	5.2 g	1591
	Minivainilla	75	105 golpes/min	2.8 g	1323
Línea 3	Muecas	300	9 revolución/min	3.4 g	551
Línea 5	Galleta para Tango	22	68 golpes/min	6 g	539
	Daysi	14	130 golpes/min	5.2 g	568
	Biscocho	19	160 golpes/min	5 g	912
	Coco	12	120 golpes/min	8.4 g	726
	Patronato	19	160 golpes/min	4.7 g	857
	Victoria	24	160 golpes/min	3.5 g	806
	123ABC	90	90 golpes/min	1.3 g	632
	Galleta para helado	10	70 golpes/min	14 g	588
	Galleta para Minitango	14	130 golpes/min	5 g	546
Línea 6	Ricas	288	31 revolución/min	2.1 g	1125

**ANEXO 42
CAPACIDAD REQUERIDA**

Area: Empaque Línea: Manual 11 Kg

Requerimientos de cantidades y tiempos: determinación HNP

	<i>a</i>		<i>b</i>		<i>c</i>	<i>d = b x c</i>	<i>e = a / d</i>
Producto	Cantidad requerida (Ton)	Porcentaje en la línea	Estándar objetivo (Ton/h)		Eficiencia	Estándar esperado (Ton / h)	HNP requeridas (horas)
Galleta helado	23	100%	0,517		80%	0,414	56
Total	23	100%					56

Sumario de paros programados

a) Mantenimiento anual 672 *f*
 b) Durante la producción

<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>j = g x h - i</i>	<i>k = e total x i / j</i>
Días	Horas	HPP semanal	HNP semanal	HPP año
6	24	31,8	112,2	16

c) HPP requeridas anuales (horas): 688 $l = f + k$

Capacidad requerida de producción (HBP) en la línea

HBP requeridas (horas) = HNP requeridas + HPP requeridas = 743 *m*

Utilización de capacidades y tiempo desocupado

Capacidad máxima

HBP

Tiempo disponible máximo anual	8544	n	% Utilización máxima	9%
HBP requeridas	743	m		
Tiempo desocupado máximo	7801	$o = n - m$		

HNP

HNP máximas	6298	p	% Utilización máxima neta	1%
HNP requeridas	56	$e \text{ total}$		
Tiempo neto desocupado máx.	6242	$q = p - e \text{ total}$		

Capacidad práctica

HBP

Tiempo disponible práctico anual	7392	r	% Utilización práctica	10%
HBP requeridas	743	m		
Tiempo desocupado utilizable a corto plazo	6649	$s = r - m$		

HNP

HNP prácticas	5236	t	% Utilización práctica neta	1%
HNP requeridas	56	$e \text{ total}$		
Tiempo neto desocupado práct.	5180	$u = t - e \text{ total}$		

ANEXO 51

UTILIZACIÓN DE CAPACIDADES PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN 2

a b $c = a / b$ d $e = a / d$

Área : Fabricación

<i>Línea</i>	<i>Cantidad requerida (Ton)</i>	<i>HBP requeridas</i>	<i>Capacidad máxima</i>	<i>% utilización máxima</i>	<i>Capacidad práctica</i>	<i>% utilización práctica</i>
Línea 1	2160	5710	8544	67%	7392	77%
Línea 2	5100	5949	8544	70%	7392	80%
Línea 5	758	2851	8544	33%	7392	39%
Línea 6	3909	5918	8544	69%	7392	80%
<i>Total</i>	<i>11927</i>	<i>20428</i>	<i>34176</i>	60%	<i>29568</i>	69%

Área : Máquinas de empaque

<i>Línea</i>	<i>Cantidad requerida (Ton)</i>	<i>HBP requeridas</i>	<i>Capacidad máxima</i>	<i>% utilización máxima</i>	<i>Capacidad práctica</i>	<i>% utilización práctica</i>
Ricciarelli 450	5462	6742	8544	79%	7392	91%
Ricciarelli 500	431	2116	8545	25%	7393	29%
Cavanna 1	1523	5123	8544	60%	7392	69%
Cavanna 6	3106	4438	8544	52%	7392	60%
Corazza	803	4762	8544	56%	7392	64%
<i>Total</i>	<i>11325</i>	<i>23181</i>	<i>42721</i>	54%	<i>36961</i>	63%

Área: Galletería

Línea	Cantidad requerida (Ton)	HBP requeridas	Capacidad máxima	% utilización máxima	Capacidad práctica	% utilización práctica
Línea 1	2160	5710	8544	67%	7392	77%
Línea 2	5100	5949	8544	70%	7392	80%
Línea 5	758	2851	8544	33%	7392	39%
Línea 6	3909	5918	8544	69%	7392	80%
Ricciarelli 450	5462	6742	8544	79%	7392	91%
Ricciarelli 500	431	2116	8545	25%	7393	29%
Cavanna 1	1523	5123	8544	60%	7392	69%
Cavanna 6	3106	4438	8544	52%	7392	60%
Corazza	803	4762	8544	56%	7392	64%
Total	23252	43609	76897	57%	66529	66%