

EVALUACION Y OPTIMIZACION DE LA
LINEA DE EMPAQUE DE PAN
EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería Industrial



EVALUACION Y OPTIMIZACION DE LA
LINEA DE EMPAQUE DE PAN
EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA

MARIA ELENA PIVARAL MAZARIEGOS

Trabajo de graduación presentado para optar al
grado académico de

LICENCIATURA EN INGENIERIA
INDUSTRIAL

Guatemala

2000

Vo.Bo :

(f)

Ingeniero Juan Carlos Paiz Mendoza
Asesor

Tribunal:

(f)

Ingeniero Juan Carlos Paiz Mendoza

(f)

Ingeniero José Joaquín Garoz

(f)

Ingeniero Carlos Paredes de la Vega

Fecha de aprobación: 4 de julio de 2000

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen del Sagrado Corazón, por su amor, compañía y fortaleza.

A mis Papás, por su amor, el apoyo incondicional en todos los proyectos que he emprendido y por las grandes oportunidades que me han dado en la vida.

A mis Hermanas, por su apoyo en todo momento.

A mi "Abue", por su cariño, compañía y apoyo.

A Don Juan Carlos por sus consejos.

A Jorge, Margarita y Manuel por todo el apoyo que me dieron durante la elaboración de este trabajo y sobre todo por su amistad.

CONTENIDO

I.	MARCO DE INTRODUCCION	1
	A. Introducción	2
	B. Términos Claves	8
	C. Marco Teórico	4
	1. Fundamentos Teóricos	4
	2. Antecedentes de la Empresa	25
	3. Evaluación General de la Planta.	27
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
	A. Descripción del problema	32
	B. Objetivos	36
	C. Metodología: alcances y límites	34
III.	DESARROLLO DEL PROBLEMA:	36
	A. Evaluación del área de empaque	37
	1. Ubicación	37
	2. Diagrama de operación de proceso de empaque	39
	3. Área de trabajo	41
	4. Jornada de trabajo	42

5. Condiciones de trabajo	43
B. Deteerminación de tiempos estándares	44
1. Factores considerados en la toma de tiempos	45
2. Medición de tiempos	48
3. Resultado de la toma de tiempos	49
4. Tiempo de preparación	50
5. Diagramas Bimanuales	51
C. Detección de problemas	54
D. Propuesta de soluciones para optimizar el área de empaque	55
E. Implementación de plan piloto	66
1. Diseño	66
2. Resultados	68
F. Evaluación de la implementación de una máquina empacadora	74

IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	78
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	82
	ANEXOS	83
	Anexo I	84
	Anexo II	88
	Anexo III	94

Frecuentemente no existen estudios de tiempos que sirvan como sistema de medición para medir al grupo.

Los estudios en sitios donde los procesos se ejecutan manualmente se hacen cada vez más importantes debido a que son áreas que ponen en riesgo la eficiencia de la empresa, si éstos no se controlan en cuanto a su rendimiento en relación a la producción.

Para poder responder de una manera eficiente a los aumentos de pedidos, se hace necesaria la evaluación de los procesos para encontrar opciones que garanticen la ejecución de los mismos en un menor tiempo, menor costo y con las personas necesarias, para estar el mismo en óptimo.

Dentro de la cadena de proceso de la fabricación de productos de consumo, el empaque forma parte de la cadena de procesos importantes en la producción del mismo, ya que es donde muchas veces se ejecuta el último control de calidad, y es una de las áreas donde existe un riesgo inherente de fallar en la entrega a tiempo de los productos.

Debido a la importancia que tiene la optimización del empaque, se presenta en el presente trabajo de tesis una evaluación y análisis del área donde se ejecuta esta actividad.

A lo largo del trabajo de tesis, se ofrece un marco teórico que sirve de base para comprender los factores que se evalúan, así mismo se efectuar una evaluación general de la planta y una evaluación específica del área de empaque donde luego se analizan los principales problemas que hacen ineficiente el empaque, para proponer mejoras que ayuden a superar el área. De las mejoras propuestas se desarrolla un plan piloto con la máxima opción y se miden los resultados.

B. TERMINOS CLAVES

Pan variedad: Representa una línea de productos que se elaboran en la empresa, y está constituida por:

- Bollo
- Hamburguesa Deluxe
- Hamburguesa King
- Hamburguesa Queen
- Baguette
- Baguette Suprema

Dejuner

Máquina de empaque de hamburguesa a granel (pillow): Es la máquina que empaqueta todo tipo de hamburguesa en unidades de 25-30. Es en este tipo de empaque como se vende la hamburguesa al cliente de comida rápida.

Cooler (enfriador): Máquina compuesta por bandas y un sistema de aire por donde el pan, al salir del horno es enfriado antes de ser empacado.

Forker: Máquina que hace pequeños cortes rasgados alrededor del pan dejuner, sin que este quede cortado totalmente.

Bolsa Plástica: Bolsa utilizada para empacar el pan variedad que cambia de tamaño según el tipo de producto.

Alambre: Alambre delgado con una cubierta plástica con el cual la bolsa con producto es cerrada para evitar que el pan pierda su frescura y quede empacado.

Cartoncillo : Cartón delgado en forma rectangular que mide el largo de la bolsa del pan dejuner, y que sirve de base para el correcto alineamiento de este producto en las bolsas.

Canasta plástica: Compartimiento de plástico de medidas 80x 70 cm. donde es colocado el pan empacado para ser llevado a bodega de producto terminado y luego para su distribución.

C. MARCO TEORICO:

1. FUNDAMENTOS TEORICOS

Para la comprensión del tema de trabajo de investigación, es importante tener presente la base teórica que la Ingeniería de Métodos establece, para que ésta sirva como soporte al estudio realizado.

INGENIERIA DE METODOS

La Ingeniería de Métodos está relacionada con el mejoramiento de la productividad por medio del análisis de operaciones, simplificación del trabajo y la mejora de condiciones en cualquiera área y tipo de industria. Se refiere a estudios que se realizan para aumentar la producción por unidad de tiempo y en consecuencia a reducir el costo por unidad.

Cuando se realizan estudios de métodos para perfeccionar un método de operación existente, es necesario desarrollar un análisis de operaciones del método presente y luego proponer un método mejorado.

Dentro de los puntos a evaluar en el presente estudio, se encuentran:

DIAGRAMAS DE PROCESOS

Representan en una forma clara y lógica la información de los hechos relacionada con el proceso y ayudan a identificar las principales deficiencias en él, además logran la mejor distribución posible de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta.

Los diagramas que se utilizarán para el presente estudio serán:

A) Diagrama de Flujo de Proceso

Se aplica principalmente sobre una parte del proceso para lograr mayor economía en la fabricación o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, este diagrama es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos: muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. Una vez expuestos estos periodos no productivos, se analizan para proceder a su mejoramiento (Niebel 34).

B) Diagrama de Recorrido

Es una representación objetiva en el plano del curso de trabajo. Antes de que pueda cortarse un transporte es necesario ver dónde habría sitio para agregar una instalación que permita disminuir la distancia. Este diagrama es útil para visualizar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita una mejor distribución en la planta (Niebel 42).

C) Diagrama de Proceso del Operario (*Diagrama Bimanual*)

Es un instrumento para el estudio de movimientos. Presenta todos los movimientos y pausas realizadas por la mano izquierda y la derecha, y las relaciones entre las divisiones básicas relativas de la ejecución del trabajo realizada por las manos. Tiene por objeto poner de manifiesto una operación dada con los detalles suficientes, de modo que se pueda mejorar mediante un análisis

Este medio gráfico es un medio eficaz para:

- a) Equilibrar los movimientos de ambas manos y reducir la fatiga.
- b) Eliminar y/o reducir los movimientos no productivos.
- c) Acortar la duración de los movimientos productivos.
- d) Lograr un ciclo de trabajo regular y rítmico que ayudará a minimizar las demoras
- e) Adiestrar a los nuevos operarios en el método ideal.
- f) Lograr que se acepte el método propuesto.

En la elaboración de este diagrama se utilizan como divisiones básicas de la ejecución de una operación manual las siguientes:

THEIRBLIG	SÍMBOLO	THEIRBLIG	SÍMBOLO
Alcanzar	AL	Usar	U
Tomar o Asir	T	Soltar	SL
Mover	M	Sostener	SO
Colocar en posición	P	Retraso o demora	D

(Nieber, 183)

PRINCIPIO DE ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS

Estudio de Movimientos

Se utiliza como herramienta de trabajo en ingeniería de métodos para mejorar la ejecución de un trabajo determinado, y desarrollar técnicas que proporcionen sistemas eficientes y efectivos de producción.

Mediante la observación cuidadosa de las operaciones y la elaboración del diagrama mano izquierda- mano derecha, se analiza para realizar las mejoras correspondientes para aumentar la eficiencia de la operación.

Existen tres subdivisiones: aplicación y uso del cuerpo humano, arreglo del área de trabajo y diseño de herramientas y equipo.

1. Aplicación y Uso del Cuerpo Humano

- Las dos manos deben iniciar y concluir sus movimientos al mismo tiempo, y no deben estar ociosas al mismo tiempo, excepto en períodos de descanso. Los movimientos de los brazos deben hacerse simultáneamente en direcciones opuestas y simétricas.
- El trabajador debe aprovechar, en cuanto sea posible, el impulso que pudiera traer el material sobre el que trabaja y evitar el comunicárselo o retirárselo con esfuerzo muscular propio.
- Se debe preferir que los movimientos de las manos sean suaves y continuos y nunca en zigzag o en líneas rectas con cambios bruscos de dirección.
- El ritmo es esencial al realizar una operación manual de manera suave y automática, que procura adquirirlo en forma natural y fácil.

2. Arreglo y condiciones del área de trabajo

Debe haber un lugar fijo y determinado para todas las herramientas, materiales y controles, los cuales deben estar localizados enfrente del operador y lo más cerca posible.

La altura del banco de trabajo y la silla deben arreglarse para alternar fácilmente el trabajo de pie o sentado. Por tanto, debe proveerse a cada empleado con una silla cuyo tipo y altura permitan una correcta postura.

3. Diseño de herramientas y Equipo

Siempre que sea posible, deben usarse guías, sostenes o pedales para que las manos realicen más trabajo productivo. También se debe procurar que dos o más herramientas se conviertan en una y que junto con los materiales queden en posición previa a su uso (Niebel, 202).

MEDICIÓN DEL TRABAJO

La simplificación del trabajo es la aplicación de técnicas que determinen el contenido de una tarea definida para fijar el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida. Ayuda al mejor aprovechamiento de la mano de obra, y baja costos de producción con una mejor utilización de los recursos humanos y materiales.

Son dos los objetivos que se pueden satisfacer con la medición del trabajo:

1. Incrementar la eficiencia del trabajo.
2. Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa, como lo es el de costos, de programación de la producción, de supervisión, etc.

Las principales técnicas que se emplean para la medida del trabajo son las siguientes:

- Por estimación de datos históricos.
- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Método de las observaciones instantáneas.
- Datos estándar y fórmulas de tiempo.

ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos con cronómetro es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Con el estudio de tiempos se pretende analizar el tiempo invertido en una operación, así como la determinación de tiempos estándares. Se realizan además cuando se observan bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos .

Elementos en el Estudio de Tiempos

a) Selección del operario

Para iniciar la medición del trabajo se necesita elegir a un operario de tipo medio o el que está arriba del promedio. El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente y su ritmo de trabajo tendrá que ser normal. Un operario normal es aquel obrero adaptado a su trabajo y con la suficiente experiencia para ejecutarlo de manera eficaz, con muy poca o ninguna supervisión. Posee cualidades físicas y mentales coordinadas que le permiten pasar sin vacilación ni demora de un elemento a otro. Por su conocimiento y uso apropiado de todas las herramientas y equipo relacionado con su trabajo , mantiene un buen nivel de eficiencia. (Niebel, 364).

b) División de la operación en elementos:

A fin de descomponer la operación en sus elementos (grupo de therbligs), se debe observar al trabajador durante varios ciclos. Los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Cada elemento debe registrarse en su orden o secuencia apropiados (Niebel, 368).

c) Métodos de toma de tiempos

■ Método de Regreso a Cero

En este método el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y el cronómetro se regresa a cero otra vez.

Este procedimiento se sigue durante todo el estudio. Los elementos ejecutados fuera de orden (retrasos, elementos extraños etc) son fácil de registrar sin recurrir a notaciones especiales (Niebel, 372).

■ Método Continuo

Es aquel en el que el cronómetro una vez que se arranca permanece funcionando durante todo el estudio, con lecturas progresivas y una vez que el estudio se haya concluido se detendrá. El mismo para cada elemento se obtendrá al restar la lectura anterior de la lectura posterior.(Niebel, 372)

d) Calificación de la actuación

Es la asignación de un valor o porcentaje al tiempo observado en un operario, con base en la productividad real de éste comparada con la conceptuada como normal por el observador. Este es probablemente el paso más importante del procedimiento de la medición del trabajo. Aunque es el más sujeto a la crítica, puesto que se basa enteramente en la experiencia, adiestramiento y buen juicio del analista.

Existe sólo una ocasión en que se debe realizar la calificación y es durante el curso de la observación de los tiempos elementales. A medida que el operario avanza de un elemento al siguiente, se evalúa cuidadosamente la velocidad, la destreza, la ausencia de falsos movimientos, el ritmo, la coordinación, la efectividad y todos los demás factores que influyen en el rendimiento, cuando sigue el método prescrito.

Uno de los sistemas más ampliamente utilizados para la calificación de la actuación es el Sistema Westinghouse, desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario: Habilidad, esfuerzo, condiciones, consistencia. Según este sistema, existen seis grados o clases de habilidades asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (óptima) (Niebel, 4:4).

1. *Habilidad o destreza:* Se define como la "pericia en seguir un método dado" revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. La destreza se determina por la experiencia y aptitudes inherentes del operario, como coordinación natural y ritmo de trabajo. El sistema Westinghouse propone 6 grados de habilidad que va desde extrema a deficiente, asignándole un porcentaje:

TABLA 1: DESTREZA O HABILIDAD

+0.15	A1	Extrema
+0.13	A2	Extrema
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente

(Niebel, 414).

2. *Esfuerzo o empeño*: Se define como una "demostración" de la voluntad para trabajar con eficiencia". Es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar solo el empeño efectivo demostrado.

El sistema Westinghouse propone 6 grados de empeño, que va desde excesiva a deficiente, asignándole un porcentaje:

TABLA 2: ESFUERZO O EMPEÑO

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Buena
+0.02	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente

(Niebel, 415).

3. *Condiciones*: Son aquellas en que el operario realiza las tareas y que afectan directamente al operario y no la operación. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son las siguientes: temperatura, luz, ventilación y ruido. Se han evaluado seis clases de condiciones generales:

TABLA 3: CONDICIONES DE TRABAJO

+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

(Niebel, 416).

3. **Consistencia:** es la frecuencia regular o irregular con que el operario realiza los elementos, si los tiempos de cada elemento en diferentes ciclos resultan ser muy similares, sin mucha dispersión, la consistencia es perfecta y si existe mucha dispersión entre un ciclo y otro la consistencia es deficiente. Esta evaluación va muy ligada a la habilidad y empeño del operario.

TABLA 4: CONSISTENCIA

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

(Níebel, 417)

e) Márgenes y tolerancias

Para llegar a un estándar justo de tiempo se necesita agregar un margen o tolerancias en las que se toman en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos, disminución del ritmo de trabajo producidos por la fatiga.

Las tolerancias se aplican para cubrir tres amplias áreas, que son:

1. **Retrasos Personales:** Son aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad o bienestar del empleado, como las idas a tomar agua o ir al baño. Las condiciones y clase de trabajo influirán en el tiempo correspondiente a estos retrasos. Estudios han demostrado que la tolerancia por retrasos personales no debe pasar del 5%, es decir de 24 minutos en ocho horas para la mayoría de los trabajos.

2. **Fatiga:** La fatiga se define como la reducción de la habilidad para hacer un trabajo debido a lo previamente efectuado. La fatiga se puede dar por diferentes motivos, va desde el cansancio físico hasta la fatiga psicológica. Según el tipo de fatiga, existe una disminución en la voluntad para trabajar. Los factores más importantes que afectan son:

- Las condiciones de trabajo (luz, temperatura, ruido etc.).
- La naturaleza del trabajo (esfuerzo físico y mental para hacer el trabajo, monotonía de movimientos, tedio etc.).
- El estado general de salud del trabajador, físico y mental, estatura, dieta, estabilidad emocional.

Los estudios han demostrado que la tolerancia por fatiga no debe pasar del 3%.

Retrasos Inevitables: Comprende interrupciones por el supervisor, el despachador, analista y otras personas, pero la mayoría se da por irregularidades en los materiales, problemas de máquinas y en la alimentación de línea. (Niebel, 446)

Otros estudios han demostrado que la tolerancia por retrasos inevitables no debe pasar del 10%.

Los valores típicos de tolerancias y márgenes para una empresa de manufactura no deben pasar de un 17%. Este valor total es el resultado de la suma de los retrasos personales, fatiga y retrasos inevitables.

Aplicación de las tolerancias o márgenes:

El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tipo medio cumplir con el estándar cuando trabaja a ritmo normal. Se acostumbra expresar la tolerancia como un

multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se pueda ajustar fácilmente al tiempo asignado, por tanto si se da una tolerancia de 15% en una operación dada, el multiplicador sería 1.15. que consiste en el elemento de trabajo productivo (Niebel, 454).

TIEMPOS DE PREPARACION

Comprende la obtención de las herramientas y materiales, el acondicionamiento del lugar de trabajo correspondiente a la producción real, la limpieza de la misma y la devolución de las herramientas a la bodega. Debido a que este tiempo es difícil de controlar, esta es la parte del trabajo que se desarrolla con la menor eficiencia. Dicho tiempo puede reducirse con un control más efectivo de la producción al establecer tiempos estándares(Niebel, 99).

DETERMINACIÓN DE EL TIEMPO ESTANDAR:

Tiempo Estándar (Ts):

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando métodos y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida y desarrolla una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

Este tiempo se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$TS = TN * (1 + \text{tolerancia } \%)$$

Tiempo Normal (Tn)

Es el tiempo promedio cronometrado multiplicado por el factor de calificación de actuación del operario. Con ésto se pretende ajustar los tiempos cronometrados a una medida normal de duración del ciclo mediante la siguiente fórmula:

$$TN = TC * F.C. (\%)$$

Tiempo Cronometrado (Tc)

Es el tiempo promedio de elementos que se obtienen del conjunto de cronometraciones realizadas en una operación. Se utiliza para verificar la operación.

Mantenimiento de Tiempos Estándares

El estándar desarrollado refleja el tiempo requerido para el promedio de operarios experimentados al trabajar con destreza y esfuerzos aceptables para ejecutar una operación a un ritmo que puedan mantener por ocho horas, que es una tolerancia justa por las demoras de tipo personal, inevitable y por fatiga (Niebel, 467).

Para mantener los estándares apropiados, se debe comparar periódicamente el método que se utiliza, con el método que se estudió al establecer el estándar.

APLICACIONES DEL TIEMPO ESTÁNDAR

En la actualidad las aplicaciones que pueden darse al tiempo estándar son múltiples; entre ellas están:

- Para determinar el salario a devengar por esa tarea específica: sólo es necesario convertir el tiempo a valor monetario.
- Ayuda a la planeación de la producción: los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo a los procesos respectivos, al eliminar una planeación defectuosa basada en conjeturas o adivinanzas. De ésta forma se puede conocer con mayor exactitud la cantidad de artículos que pueden producirse, si se fijan las fechas de entrega, base de una buena política de cualquier departamento de ventas.
- Facilita la supervisión: para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con los hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos estos elementos sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos: además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Ayuda a establecer las cargas de trabajo: facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
- Ayuda a formular un sistema de costos estándar: el tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
- Proporciona costos estimados: los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.

- Ayuda a entrenar a los nuevos operarios: los tiempos estándar serán el parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

BALANCE DE LÍNEA

Su objetivo es el de determinar cuántas estaciones de trabajo o personas en una estación de trabajo se necesitan para que un producto tenga un flujo de producción lo más continuo posible de tal manera que se pueda cumplir con las metas de producción.

Los factores que influyen en el balance de línea son: tiempo efectivo de producción, tiempo estándar y eficiencia de la línea.

Algunas decisiones que se pueden tomar con el balance de línea:

- Reemplazo del equipo o maquinaria.
- Trabajar todas las operaciones a la velocidad del cuello de botella.
- Colocar otra máquina similar u otra persona adicional
- Implementar programas de horas extras.
- Trabajar un segundo turno.
- Subcontratar la operación.

DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

Es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinaria, equipo, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje y además el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares (baños, regaderas, primeros auxilios, etc.) y los beneficios correspondientes

Objetivos

Los objetivos de una distribución de planta bien planeada e instalada serán:

- Reducir los costos de fabricación como resultado de estas mejoras.
- Reducción del riesgo para la salud e incremento de seguridad de los trabajadores.
- Mejorar la moral y satisfacción del trabajador.
- Incrementar la producción.
- Disminuir los retrasos en la producción.
- Optimizar la utilización del espacio para las distintas áreas.
- Reducir el manejo de materiales y, por el contrario, maximizar la utilización de la maquinaria, mano de obra y servicios.
- Reducir el material en proceso.
- Lograr una supervisión más fácil y efectiva a fin de disminuir el congestionamiento de materiales.
- Reducir el riesgo del material y aumentar su calidad y encontrar mayor facilidad de ajuste a los cambios requeridos.

Tipos Comunes de distribución planta:

Distribución por Proceso

Este tipo de distribución esta bien adaptado para la producción de un gran número de productos similares. Consiste en varios departamentos bien definidos, cada uno de ellos está dedicado a una sola operación o a muy pocas tareas.

Características:

- Capacidad para adaptarse a una gran variedad de productos similares.
- Las maquinas de tipo general son menos caras que las preparadas para un producto terminado.
- Supervisores y operarios son especialistas en el área.
- Incentivos individuales (bonos de producción).
- La planeación y control de producción es muy complicado

Distribución por Producto

Este tipo es el comúnmente conocido como fabricación continua (línea). La distribución por producto y la fabricación son considerados ideales para una producción de costo unitario bajo.

Características:

- A altos volúmenes de producción el costo unitario es bajo.
- Poco transporte y poca espera.
- Menos capital invertido debido a que hay poca cantidad en el proceso.
- Menos inspección para asegurar la calidad del producto.
- Costo de equipo y maquinaria grande.
- Equilibrio de operaciones.

- Monotonía en el trabajo.

Sensible a las paradas de producción. (Niebel, 136).

MANEJO DE MATERIALES:

El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio.

El manejo de materiales debe asegurar que el personal entregue el material al lugar correcto, sin ningún daño y en la cantidad correcta. Así mismo se debe considerar el espacio para almacenamiento tanto temporal como potencial.

El manejo adecuado de los materiales permite, por tanto, la entrega de un surtido adecuado en el momento oportuno y en condiciones apropiadas en el punto de empleo y con el menor costo total.

Los beneficios tangibles e intangibles del manejo de materiales pueden reducirse a cuatro objetivos principales que son.

1. Reducción de costos de manejo: mano de obra, costos de materiales, gastos generales
2. Aumento de la capacidad: de producción, de almacenamiento y de distribución del equipo.
3. Mejora en las condiciones de trabajo: seguridad, disminución de fatiga, comodidades al personal.
4. Mejor distribución: en el sistema de manejo, instalaciones de recorrido, localización de almacenes, mejoramiento en el servicio a usuarios, aumento en la disponibilidad de producto.

Se deben considerar los cuatro puntos siguientes para reducir el tiempo y la energía empleados en el manejo de materiales:

1. Reducir el tiempo destinado a recoger material: La disminución del tiempo empleado en recoger los materiales reduce al mínimo el cansancio y la costosa manipulación en el sitio de trabajo. Esto da oportunidad al operario de realizar sus labores más rápido, con menos fatiga y mayor seguridad. Hay que evitar el amontonamiento desordenado sobre el piso.
2. Reducir la manipulación de material y recurrir a equipo mecánico: la mecanización del manejo de materiales reducirá generalmente los costos de mano de obra, mejorará la seguridad, reducirá la fatiga e incrementará la producción.
3. Hacer mejor uso de las instalaciones existentes para el manejo de materiales: el entarimado de material que ha de almacenarse temporal o permanentemente, pueden transportarse con más rapidez que cuando el material se almacena sin el uso de tarimas.
4. Manejar los materiales con el mayor cuidado: cuando se tiene cuidado en el manejo y esfuerzo físico de la maniobra, se transfiere a aparatos mecánicos, se reducen la fatiga y los accidentes. Casi siempre puede reducirse al mínimo la cantidad de piezas dañadas con sólo disponer de casilleros o bandejas especialmente diseñadas para recibir las piezas inmediatamente después de su proceso. (Niebel,120).

CONDICIONES DE TRABAJO:

Al tratar de mejorar los métodos de trabajo en una industria, lo primero que hay que hacer es crear condiciones de trabajo que permita a los operarios ejecutar sus tareas sin fatiga innecesaria. Las malas condiciones de trabajo hacen que se pierda tiempo, que

exista una proporción excesiva de trabajo defectuoso, desperdicio de material y pérdida de producción.

Si los operarios encuentran un ambiente agradable, en condiciones higiénicas, sin experimentar frío ni calor, con una iluminación adecuada y con el menor ruido posible, disminuye considerablemente la fatiga y no se distraen, pudiendo concentrarse en su trabajo y realizarlo mejor.

Las condiciones de trabajo ideales elevarán las marcas de seguridad, reducirán el ausentismo y la impuntualidad, elevarán la moral del trabajador y mejorarán las relaciones públicas, además de incrementar la producción.

Las siguientes son algunas consideraciones para lograr mejores condiciones de trabajo.

1. *Mejoramiento del alumbrado:* El nivel de iluminación que se requiere depende primordialmente de la clase de trabajo que se realice en un área determinada. Además de la intensidad del alumbrado, hay que tener en cuenta la calidad de la luz, el deslumbramiento, contrastes y sombras producidas.
2. *Control de la temperatura:* La pérdida de líquidos puede alterar el equilibrio normal del organismo, el resultado se traduce en fatiga y calambres por el calor, que ocasionan a su vez una disminución en la producción y aumento de errores. La temperatura debe regularse de manera que permanezca entre los 18° y 24° C.

3. *Ventilación adecuada*: Este aspecto desempeña un importante papel en el control de accidentes y de la fatiga de los operarios. Gases, vapores, humos, polvos y toda clase de olores causan fatiga que aminora la eficiencia física de un trabajador y origina tensiones mentales.
4. *Control del ruido*: Tanto los ruidos estridentes como los monótonos, fatigan al personal. Ruidos intermitentes o constantes alteran el estado de ánimo del trabajador, y dificultan un trabajo con precisión.
5. *Promoción del orden, limpieza y el cuidado de los locales*: Ayuda a reducir el número de accidentes, conservará el espacio de trabajo , disminuirá incendios y mejorará el ánimo del personal.

(Niebel, 109).

2. ANTECEDENTES:

A) LA EMPRESA:

La empresa Panificadora se fundó en 1958, y logró colocarse en el liderazgo a nivel nacional en los años 70's al introducir cambios dentro de la industria panificadora, tal como el empaque en bolsa plástica. La empresa no contaba con ninguna competencia significativa desde su fundación, sino hasta 1991 cuando una panificadora transnacional incursionó en el mercado guatemalteco.

Para afrontar la competencia, se decidió hacer una alianza con un grupo de empresarios, creándose una nueva sociedad. Se decide dividir la empresa por línea de productos:

- La línea de Pan de molde
- Línea de pan "variedad" que incluye pan hamburguesa, baguette , bollos de leche entre otros.

La visión de la empresa es ser la mejor Panificadora de Latinoamérica. Para ello ha desarrollado nuevos proyectos y nuevos productos que permiten el crecimiento de la empresa. Actualmente cuenta con la planta de producción número uno a nivel centroamericano, con la cual se logra cumplir con los mejores estándares de calidad y ser uno de los mayores exportadores de pan de la región.

Durante los últimos años la empresa ha aumentado sus ventas en un 50% por año. El 60% de la producción se vende en el mercado local en supermercados y abarroterías, por ser la marca líder, con una relación de 3:1 con la competencia.

El 40% restante se exporta a países de Centroamérica y El Caribe.

B) LA PLANTA

La planta panificadora está ubicada en la ciudad de Guatemala y opera las 24 horas del día 6 días a la semana, 1 día de mantenimiento. Aproximadamente laboran 450 empleados que varía según la temporada.

Cuenta con un terreno en la parte de atrás para una futura extensión conforme la demanda y los nuevos proyectos se presenten.

La planta cuenta con dos jornadas de trabajo:

- Diurna (8 horas) que cuenta con 45 minutos de almuerzo y 15 minutos de refacción.
- Mixta (7 horas) que cuenta con 45 minutos para cenar y 15 minutos para refaccionar.

El personal de empaque trabaja 6 días a la semana; por razones de planificación de producción, no cuenta con un horario fijo de trabajo, ya que este depende del volumen de producción de los pedidos que se hacen en el día anterior, se trabaja en el modo de jornada mixta con complemento de horas extra.

3. EVALUACION GENERAL DE LA PLANTA

a) Aspectos Ambientales:

Ventilación: La planta posee cuatro extractores y dos inyectores de aire, pero aún así la ventilación no es suficiente. En el área de producción la ventilación se hace menos debido a lo caliente de los hornos y que no existe un mecanismo de ventilación cercano; en el área de enfriamiento (cooler) y de empaque se encuentra una puerta por donde entra corriente de aire, que refresca el área.

Debido a que la ventilación no es adecuada, se contempla el proyecto de producir una ventilación completa en todo el techo.

Fuera de la planta, CONAMA ha realizado análisis donde se miden los decibeles para evitar *la contaminación auditiva* y no molestar a los vecinos; los cuales han salido satisfactorios. Dentro de la planta existe contaminación de ruido, el área donde más ruido existe es la de mezclado con más de 85 decibeles, medida máxima que el oído puede soportar; la cortadora y una máquina de empaque (pillow) produce ruido intermitente, y los mezcladores (mixers) tiene ruido estruendo, lo que provoca tensión y fatiga auditiva por lo que todos los operarios, en su mayoría, utilizan tapones protectores.

La iluminación durante el día es satisfactoria, sin embargo en la noche no existe iluminación suficiente debido a la poca intensidad y altura en la que se encuentran colocadas las lámparas.

La *temperatura* es una de las condiciones que más afectan a los operarios ya que el calor de los hornos y el techo de lámina aumentan la temperatura. Dentro de la planta se trabaja en un rango de 24-28 C°, temperatura arriba de lo normal, que provoca una rápida fatiga. En la línea del pan variedad, se ha trabajado en la reducción de la temperatura, al colocar extractores.

b) Equipo de protección

Los operarios no cuentan con todo el equipo adecuado de protección, tal como son guantes con antebrazo para evitar quemaduras y tapones de oído. El comité de seguridad industrial de la planta presentó una propuesta del equipo que necesita el personal de planta para poder trabajar sin riesgo y disminuir los accidentes provocados por falta de equipo de protección.

c) Controles Internos:

La planta por producir un producto alimenticio cuenta con un control de limpieza bastante estricto. Se limpia diariamente y las limpiezas profundas se hacen de madrugada limpiando los pisos y las máquinas con agua caliente a presión y alcohol.

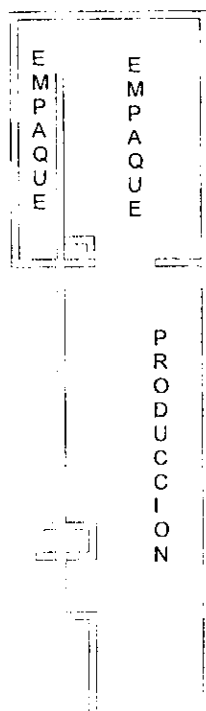
Así mismo existe un estricto control de calidad y para ello utilizan el plan HACCP (Hazard Análisis Critical Control Process) desde la materia prima hasta el producto terminado. Se hacen selecciones y se analizan químicamente en el laboratorio de control de calidad.

Todas las personas que ingresan a la planta deben llevar una redecilla de pelo, casco y no deben portar joyas, relojes u otros objeto colgantes que puedan caerse o provocar accidentes. Deben lavarse debidamente las manos con jabón desinfectante en gel y luego aplicarse alcohol en gel frotándose las manos hasta que sequen, incluyendo las uñas.

Existen varios lavamanos estratégicamente ubicados en la planta, cada uno con instrucciones de cómo lavarse las manos.

d) Distribución de la Planta:

Originalmente el lugar donde se ubica la planta no se planificó para planta de panificación por lo cual la estructura es alargada y poco ancha (ver plano de la planta) es por lo que el problema del tráfico se hace notar a lo largo de ella; en los pasillos, se encuentran carretillas con moldes y canastas con pan, que hacen que se pierda tiempo al trasladar el producto de un lugar a otro, además de interrumpir el paso y reducir el área de trabajo.



Posee una distribución de tipo por producto, fabricación continua (línea). Este tipo de distribución se adecua, ya que los volúmenes de producción son altos, la maquinaria utilizada es grande y costosa, el transporte que se necesita es mínimo. Debido a este tipo de distribución, un paro en la producción afecta a toda la línea, por lo que el mantenimiento de la maquinaria es frecuente (cada semana).

Una línea produce distintas clases de pan de molde, la otra, que es la que se analizará en el presente trabajo, produce pan variedad (Baguette, hamburguesas, bollos) para la marca que se vende en supermercados y abarroterías y para suplir a su cliente principal, una cadena de restaurantes de comida rápida en Centroamérica y el Caribe. Esta línea tiene una capacidad de producción de 1500 docenas por hora. Actualmente está produciendo entre 1,000 – 1,200 docenas por hora.

**I. EL AREA DE EMPAQUE:
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A) DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de la rama de la industria alimenticia, principalmente en los países en vías de desarrollo, existen aún muchas áreas donde por diversas razones las tareas aún se ejecutan manualmente, dentro de estas razones podemos encontrar:

- El volumen de producción no justifica la automatización del proceso.
- La empresa no cuenta con recursos suficientes para automatizar los procesos
- La mano de obra es menos costosa que la inversión en maquinaria.
- El espacio es limitado para la colocación de nuevas máquinas.

Existen empresas que debido al éxito de sus productos, incrementan cada vez el volumen de pedidos; por esto, resulta importante mantener el control de la capacidad de producción tanto de las máquinas como de las personas, ya que si éstas no son controladas y monitoreadas cada cierto tiempo respecto al aumento de la producción, la empresa se verá envuelta en problemas de ineficiencia al no poder entregar pedidos a tiempo, con lo que pierden poco a poco el liderazgo y se vuelven menos competitiva en el mercado.

Es evidente que las áreas que se ven más perjudicadas al recibir un aumento en la producción son aquellas donde las operaciones se ejecutan manualmente, ya que la velocidad de las mismas no aumentan, y lo que aumenta es el tiempo de trabajo para poder cumplir con los pedidos.

Para poder responder de una manera eficiente a los aumentos de pedidos, se hace necesaria la evaluación de los procesos en estas áreas para encontrar opciones que

garanticen la ejecución de los mismos en menos tiempo, al menor costo y con las personas necesarias. Se convierte el mismo en óptimo.

Dentro de la industria alimentos horneados, el empaque de pan forma parte de la cadena de procesos importantes en la producción del mismo, ya que es donde muchas veces se ejecuta el último control de calidad, y es una de las áreas donde existe un riesgo inherente de fallar en la entrega a tiempo de los productos.

En el caso de la panificadora estudiada, el proceso de empaque de pan se realiza manualmente; el aumento de la demanda, comparado con el tamaño de la planta que cada vez se hace más reducido, crea la necesidad de elaborar estudios en esta área, donde se presentan problemas de métodos, tiempos y movimientos.

Al área de empaque de pan no se le ha prestado la atención suficiente y ésta es un área con bastante potencial para mejorar y hacer frente al crecimiento de la empresa.

Es por lo anterior que se hace necesario desarrollar el presente trabajo de investigación titulado:

*“Evaluación y Optimización del área de empaque manual de pan
variedad”*

B) OBJETIVOS:

GENERALES:

- Aplicar los principios de ingeniería de métodos, economía de movimientos e ingeniería de plantas al proceso de empaque manual de pan para crear estándares de tiempos en los procesos de empaque, una mejor distribución de planta, que permitan obtener un mejor y mayor rendimiento de los operarios, sin descuidar la calidad.

SECUNDARIOS:

- Introducir mejoras que faciliten la realización de la tarea que permitan que ésta se haga en el menor tiempo posible.
- Analizar la posibilidad de una mejor distribución del área para facilitar el manejo de materiales.
- Considerar el costo-beneficio de la implementación de una máquina empacadora como alternativa para poder cumplir con el aumento constante de la demanda.

C) METODOLOGIA: Alcances y límites

Para la ejecución de este estudio se programa efectuarlo en tres etapas, las cuales involucran investigación teórica como trabajo de campo.

1. Evaluar el área de empaque en términos de ubicación, proceso de empaque, toma de tiempos, determinación de tiempos estándares, condiciones de trabajo etc. para la obtención de los hechos importantes relacionados con el tema.

La toma de datos se realizará por medio de observaciones en planta, filmación de las actividades para

toma de tiempos, análisis de los reportes de empaque y de horas extras, entrevista con el Gerente de Planta, Supervisores y Empacadoras.

2. Desarrollo y prueba del método mejorado: Detectar los puntos de mejora, diseño y propuesta de cambios.
3. Diseñar un plan piloto para medir la efectividad de los cambios sugeridos. Análisis costo-beneficio de la propuesta de automatización del área de empaque.

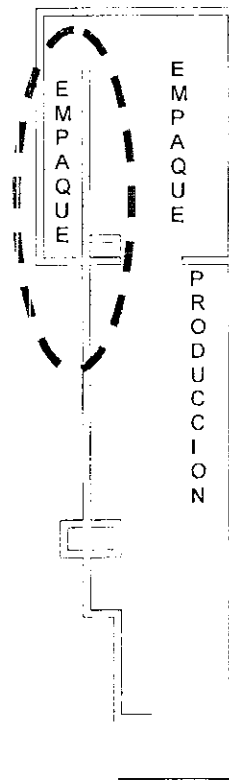
III. DESARROLLO DEL PROBLEMA

PRIMERA ETAPA DEL ESTUDIO:

A.. EVALUACION DEL AREA DE EMPAQUE:

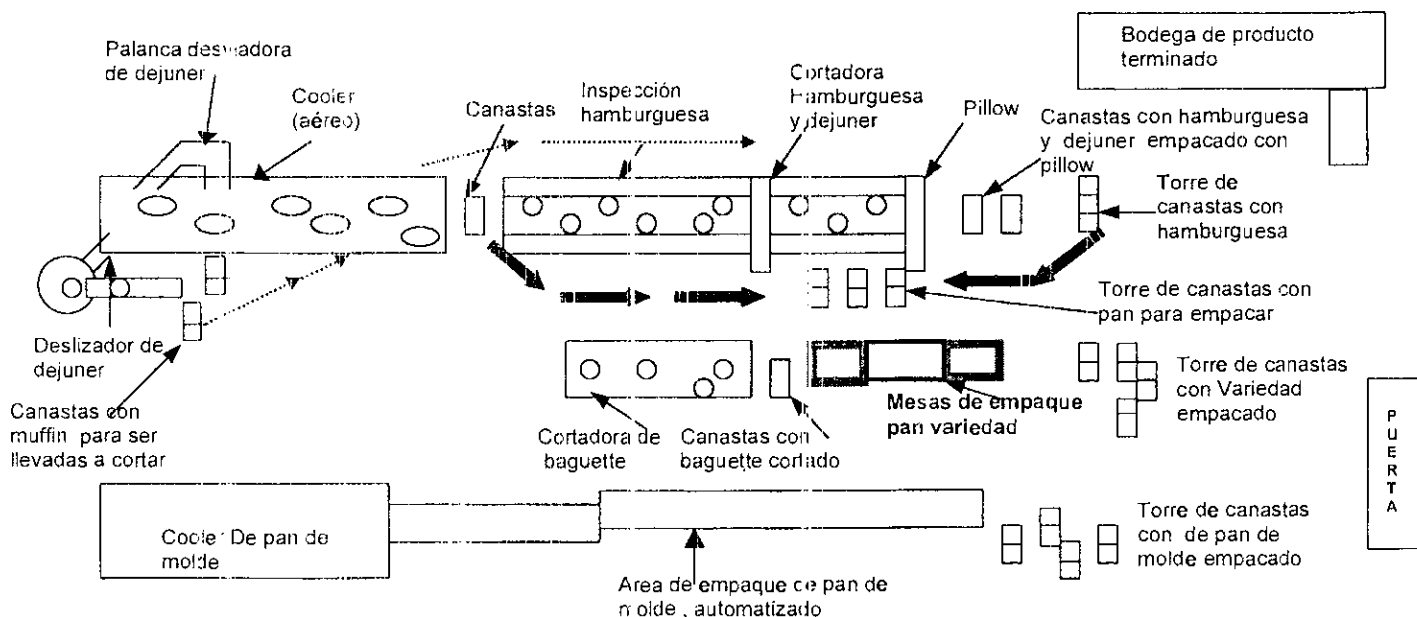
1. UBICACION

El área de empaque se encuentra ubicado al final de la planta, constituye la penúltima actividad de la producción del pan.



El estudio evalúa desde el momento en que el pan sale del cooler(enfriador) ¹ el cual es depositado en canastas hasta el momento en que el mismo ya empaquetado, es colocado en canastas para ser llevado a la bodega de producto terminado. El siguiente diagrama ilustra el área estudiada, las flechas gruesas muestran los tres puntos por donde el pan llega a la mesa de empaque.

¹ Por motivos de corte, el pan de uñer y el pan de hamburguesa pasan por su respectiva cortadora antes de ser empaquetado y luego, por cuestiones de frescura, es cubierto y sellado



La línea de pan variedad está automatizada en gran parte del proceso, a excepción de ciertas operaciones que son :

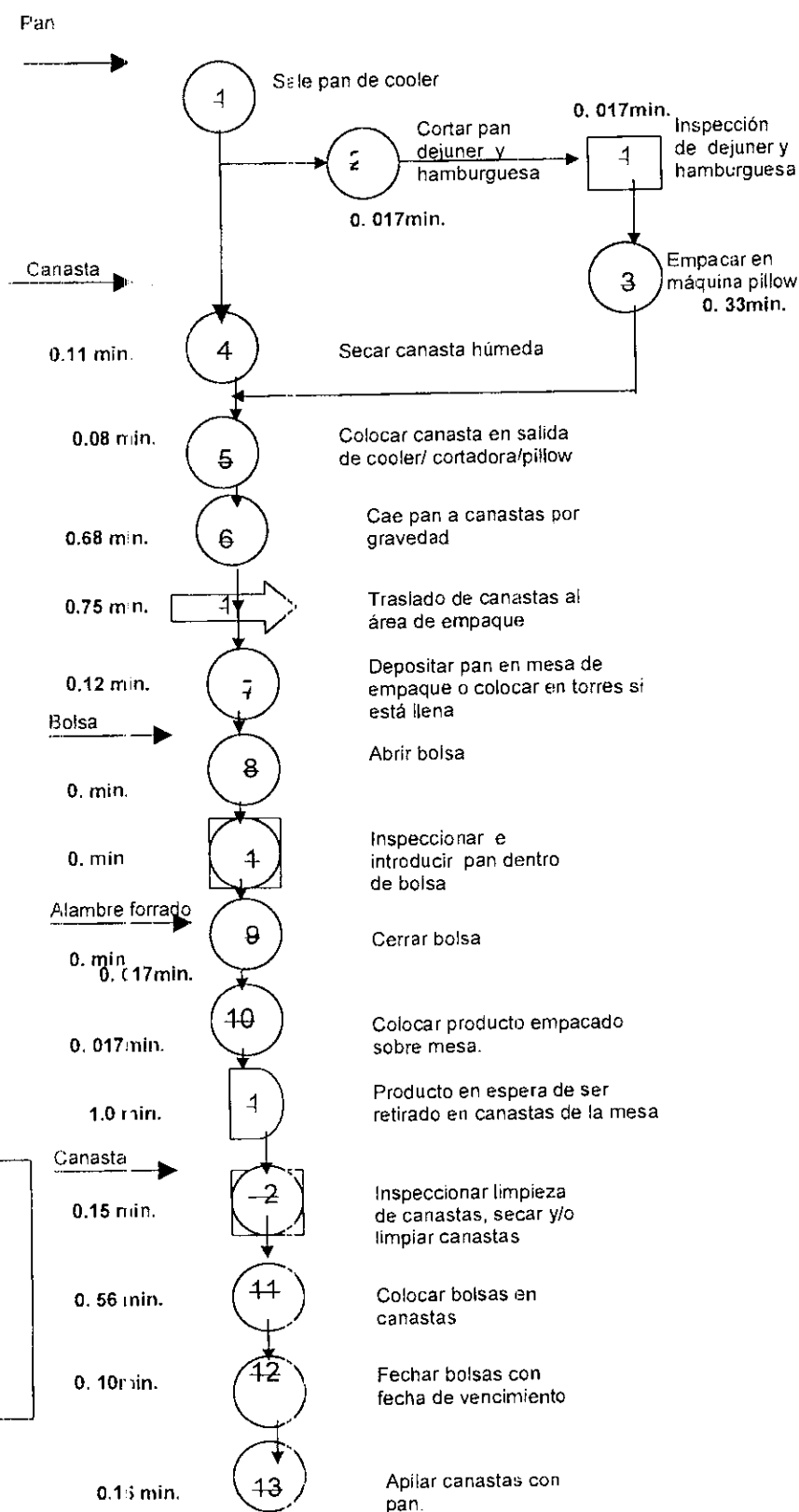
- El pesado, tamizado (cernir) y embolsado de algunos ingredientes utilizados en las mezcladoras.
- La carga y descarga de los mixers (mezcladoras),
- El transporte de esponja(masa) que sale del mixer al cuarto de fermentación,
- El transporte de esponja del cuarto de fermentación al II mixer,
- La descarga y alimentación de los moldes
- El transporte del pan en canastas hacia el área de empaque
- Empaque del pan variedad.

~~Nota: La descripción total del proceso de la producción de pan se puede ver en el~~

~~Anexo I~~

en unidades de 30 para king y queen y 20 para especial con bolsa plástica en la máquina empacadora de hamburguesa a granel.

2. DIAGRAMA DE OPERACION DE PROCESO DE EMPAQUE



Diferente para cada producto, mas adelante se muestran los tiempos para cada elemento y producto.

Resumen:		
Evento	No.	Tiempo
Operaciones	13	+/- 2.067 m
Inspección	1	0.017 m
Actividades	2	+/- 0.18 m
Combinadas		
Transporte	1	0.75 m
Demoras	1	1 m

DESCRIPCION DEL PROCESO PARA EL EMPAQUE MANUAL DEL PAN VARIEDAD:

El pan al salir del cooler cae en canastas que son puestas por 2 operarios: el operario 1, ubicado del lado izquierdo del cooler tiene a su cargo verificar que la canasta esté seca antes de colocarla. Al llenarse la canasta, el operario del lado derecho la retira y la lleva a la mesa de empaque; si la mesa se encuentra llena con producto, las canastas son colocadas en torres en espera de ser vaciadas por un operario o una de las operarias del área.

En el caso del pan dejeuner, hamburguesa y baguette, pasan antes de llegar a la mesa de empaque por una cortadora.

La hamburguesa pasa por una previa inspección antes de ser cortada.

La hamburguesa y el dejeuner después de ser cortada, es empacada en bolsa de 30 y 20 unidades por la máquina que empaca la hamburguesa a granel, y colocada en canastas ya que esta pierde su frescura rápidamente.

Las operarias en la mesa proceden a empacar:

- Preparan la bolsa (la toman y la abren)
- Colocan el pan dentro de la bolsa, al mismo tiempo que toman el pan, hacen una inspección sobre la forma y color del pan, si este no cumple con las especificaciones, es rechazado colocándolo en botes asignados para ese fin.
- Se cierra la bolsa con un alambre: Colocan el alambre en la bolsa y la giran para que el alambre se enrolle y ésta quede cerrada.
- El producto empacado es colocado en la mesa donde se está empacando o en mesas colocadas al lado.

- Operarios de libres o una operaria del equipo procede a colocar en canastas el producto empaçado: Verifica que las canastas no estén húmedas, si están húmedas las seca con un paño.
- Se fechan las bolsas colocadas en la canasta. (Fechas de producción y expiración).
- Se apilan las canastas, hasta formar una torre de 15 canastas, en espera de ser transportadas a la bodega de producto terminado.

3. AREA DE TRABAJO:

El área de empaque tiene 10.9 m² y está formado por tres mesas, dos de acero inoxidable y una de madera con las siguientes medidas.

MESA	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO PESTAÑA	AREA DE TRABAJO
Aluminio 1	0.90 m.	2.53m.	1.32 m.	0.10 m.	3.34 m ²
Aluminio 2	0.9 m.	2.44 m.	1.22 m.	0.10 m	2.98 m ²
Madera	0.83m.	3.05 m.	1.50 m	-----	4.58 m ²
TOTAL					10.9 m ²

Las mesas no presentan medidas uniformes; están colocadas de manera que el largo total es de 8.02 metros y un ancho variable que va de una de 1.22 metros a 1.50 metros. La altura de las mesas es adecuada para desarrollar la actividad de empaque ya que se adapta a la altura media de las empacadoras (1.60 m).

La mesa de madera por el material del que está hecho no cumple con las normas de higiene y pone en riesgo la calidad del producto, ya que la madera por su naturaleza alberga insectos. Todas las mesas deben ser de acero inoxidable especiales para productos alimenticios.

La pestaña es útil para evitar la caída del producto al suelo y que el mismo tenga contacto con las ropas de los que empacar.

4. JORNADA DE TRABAJO:

Las empacadoras trabajan en jornada mixta de 7.5 horas, contando con 30 minutos de almuerzo.

La hora de entrada es irregular, varía entre 8:00 a.m. y 8:30 a.m. debido a que la jornada se extiende hasta 11 horas o más de trabajo. La variabilidad de la jornada está sujeta a los pedidos que el departamento de mercadeo efectúa.

La remuneración de las operarias es por medio de un salario base más bonificación legal y horas extras.

Las horas extras están justificadas por :

- Empaque de pedidos grandes y pedidos extras.
- Ineficiencia de producción (paro de maquinaria, programación, etc.)
- Ineficiencia de empaque

En un estudio de 4 semanas y 6 empacadoras, las horas extras se justificaron de la siguiente manera:

JUSTIFICACION	HORAS	%
Pedidos extras	996.5	90%
Ineficiencia de producción	52.75	5%
ineficiencia de empaque	54.75	5%
Total	1104	100%

Fuente: Reporte de horas extras

El porcentaje alto de horas extras por pedidos se debe al compromiso del cumplimiento de los requerimientos cada vez mayores que los clientes realizan, contando entre ellos, desde mediados de 1999 con clientes a nivel Centro Americano.

5. CONDICIONES DE TRABAJO:

La temperatura media que existe en esta parte es de 26°C. El calor de la maquinaria es el principal causante de esta temperatura junto con el calor que es absorbido por la lámina. La iluminación durante el día es aceptable pero durante la noche es deficiente. Las operarias tienen turnos durante la noche, por lo que les afecta la poca iluminación que hay, ya que se forman sombras.

El ruido en esta área es de aproximadamente 85 DB, existe un ruido persistente de rechinado de la máquina empacadora de hamburguesa a granel, el cual provoca varios síntomas de malestar en las operarias como es la tensión nerviosa. No se ha registrado pérdida parcial del oído.

B. DETERMINACION DE TIEMPOS ESTADARES DE LAS ACTIVIDADES.

El departamento de producción no cuenta con tiempos establecidos para las actividades que se realizan en el área de estudio.

De acuerdo a los reportes de empaque que diariamente se elaboran, el grupo de empacadoras, formado por seis personas está trabajando a las siguientes velocidades:

Producto	Tiempo Estándar (seg)	Bolsas / min/ per
Baguette	15	4
Baguette suprema	20	2.5
Hamburguesa Queen	17	3.5
Hamburguesa King	20	3
Hamburguesa Deluxe	20	3
Bollo	24	2.5
Dejuner	20	3

Observaciones:

- Las operarias conversan de manera frecuente: esto provoca que pierdan el conteo de unidades por paquete que llevan empacando, y deben rectificar.
- Cada operaria coloca los materiales que utiliza para empacar (bolsa y alambre) de diferentes formas: algunas de ellas ubican la bolsa y/o el alambre del lado contrario de la mano que utilizan para efectuar la actividad.
- No se observa un ritmo parejo en las operarias que empacan, cada una trabaja a su propia velocidad, unas mostrando altos rendimientos y otras no, lo cual transforma en general al grupo ineficiente.

- Los encajilladores trabajar a un ritmo consistente. Esta actividad es efectuada por turnos por alguna de las empacadoras pero en su mayor parte por operarios de la línea de producción que son asignados para que ayuden al equipo, ya que tienen tiempos muertos por espera de salida de producto.

Las observaciones anteriores hacen necesario establecer tiempos estándares para el empaque y encajillado, para que el equipo trabaje a un ritmo parejo. Con estos tiempos, la determinación del número necesario de personas tanto para empaque como para encajillado estará justificado por un estudio de tiempos.

1. Factores considerados en la toma de tiempos:

a) Elección de la operaria:

Para poder determinar el tiempo estándar, se procedió a la elección de la operaria, al observar junto con el supervisor detenidamente a cada una y hacen una evaluación que toma en cuenta los siguientes factores:

- Tiempo que llevan en desarrollar la tarea
- Ritmo y consistencia al empaçar
- Colaboración con las demás compañeras como parte del equipo.
- Opinión de los supervisores.

El personal de empaque está formado por catorce mujeres de las cuales hay una encargada, quien se dedica a hacer mediciones del producto, entrega de producto a bodega y a dirigir el equipo. Doce operarias que se dedican al empaque y una

encajilladora, quien con la colaboración de un operario colocan el producto empacado en canastas (encajillado).

La operaria seleccionada para efectuar la toma de tiempos es una señora de 30 años que lleva 4 años de trabajar con la empresa en el mismo puesto.

Antes de iniciar el estudio se informó a todo el grupo acerca del estudio, los propósitos y la colaboración que se requería. Todas respondieron de manera positiva.

Las actividades principales que realizan las empacadoras son las siguientes:

- Empaque
- Encajillado de producto empacado

Esta última actividad la realizan de manera rotativa y muchas veces la ejecutan también operarios de la línea de variedad que se encuentran libres por espera de producto.

Como actividades secundarias realizan:

- Halar torres de canastas con producto para empacar
- Abastecer la mesa con material de empaque

b) Calificación de la actuación

La calificación de la actuación se determinó basándose en el sistema de calificación Westinghouse.

Para la obtención del factor, se evaluó en conjunto con el supervisor del área, obteniéndose los siguientes factores :

Factor Para Empaque:

	Calificación	Justificación	Puntuación
Destreza	C1	Buena coordinación, y ritmo de trabajo.	+0.06
Esfuerzo	B2	Buena voluntad para trabajar, bastante activa	+0.08
Condiciones	E	Están de pie, hay ruido y calor	-0.03
Consistencia	C	Se tiene una consistencia buena	0.01
Factor			1.12

Factor Para Encajillado:

	Calificación	Justificación	Puntuación
Destreza	B2	Buena coordinación, y ritmo de trabajo.	+0.06
Esfuerzo	C1	Buena voluntad para trabajar	+0.05
Condiciones	E	Están de pie, hay ruido y calor	-0.03
Consistencia	C	Se tiene una consistencia buena	0.01
Factor			1.09

c) Tolerancia

El rendimiento de las empacadoras respecto de la producción y conforme la semana avanza, disminuye debido al cansancio que se va acumulando principalmente por las horas extras que trabajan para cumplir con los pedidos. La gráfica muestra el comportamiento en una semana de estudio.

DÍAS	D	M	M	J	V	S	
HORAS PRODUCCIÓN	10	5	6	7	14	7	0
HORAS EMPAQUE	14	7.4	10	12	13	14	0
EFICIENCIA	7.1%	68%	60%	58%	54%	50%	0

Fuente: Estudio de horas de producción vrs. horas de empaque.

Tolerancia	Empaque	Encajillado
Por retrasos personales	2.5	2.5
Por fatiga	3.0	3.0
Por retrasos inevitables	2.5	2.5
Tolerancia:	8%	8%

2. Medición de tiempos

Para la medición de los tiempos de los elementos, se procedió a filmar la tarea, y luego se midieron los tiempos con la técnica de regreso a cero, sin dejarse de tomar en cuenta los tiempos fuera de la operación (elementos extraños), tales como espera de producto, despeje del área de trabajo, interrupciones etc. lo cual se hizo por medio de ajustes que se muestran en el Anexo I.

Las tareas de empaque fueron filmadas en distintos días y horas en 2 meses.

El empaque está dividido en dos fases:

- A. Empaque del pan.
- B. Encajillado del pan empacado.

A) La operación de empaque se dividió en tres elementos, los cuales son:

- Tomar y abrir bolsa
- Tomar pan y colocar dentro de bolsa
- Enrollar bolsa, poner alambre, poner producto empacado sobre mesa.

NOTA: Para el empaque de hamburguesa y dejeuner se incorpora un elemento más al inicio (elemento 0), el cual consiste en abrir la bolsa donde el pan ha sido empacado previamente para conservar la frescura.

B) La operación de encajillado está dividida en 4 elementos:

- Limpiar y/o secar caja
- Colocar pan en canasta
- Fechar bolsas
- Apilar canasta

3. Resultado de la toma de tiempos :

A continuación se presenta la tabla con los tiempos estándares obtenidos para cada producto, en el anexo III se encuentran los cálculos desarrollados para llegar a dichos tiempos.

EMPAQUE

Producto	Tiempo Estándar (seg.)	Bolsas / min/ per
Baguette	12	5
Baguette suprema	20	3
Hamburguesa Queen	12	5
Hamburguesa King	15	4
Hamburguesa Deluxe	12	5
Bollo	20	3
Dejeuner	15	4

ENCAJILLADO

Producto	Bolsas por caja	Tiempo por caja	Tiempo invertido por bolsa
Baguette	10	52	5
Baguette suprema	10	53	5
Hamburguesa Queen	15	61	4
Hamburguesa King	6	38	6
Hamburguesa Deluxe	15	68	5
Bollo	8	54	7
Dejuner	10	52	5

4. Tiempo de preparación

Existe una brecha de tiempo variable en el cambio de un producto a otro en la producción, mientras se espera que el producto final salga del cooler se aprovecha para realizar las siguientes actividades:

- Preparar bolsas para dejuner insertándole un cartón que sirve como base.
- Separar los alambres ya que estos vienen pegados.

La limpieza del área la hacen cada vez que terminan de empacar un producto y retiran las migas de las mesas. Los alrededores de la mesa son barridos cada 2-3 veces al día, se turnan entre las empacadoras.

Las bolsas que han sobrado del producto que se terminó de empacar son guardadas y se alistan las bolsas del producto siguiente a empacar.

La cantidad de bolsas y alambre que se coloca en cada estación de trabajo es al cálculo y muchas veces la operaria se queda en el transcurso del empaque sin material.

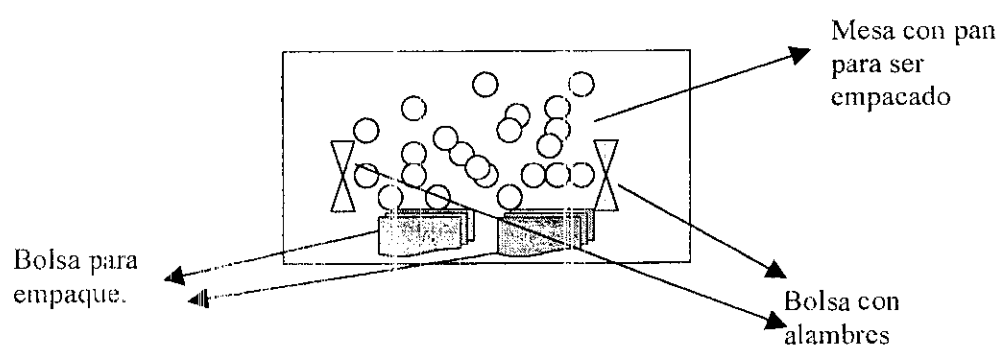
Debajo de las mesas se encuentran cajas con bolsas y cajas de alambres, lo que da una apariencia de desorden y es un lugar posible para bichos, debido a que las migas de pan puede caer sobre ellas.

Actividad	Tiempo
Tract/guardar material de empaque (antes del inicio de empaque de cada producto)	2-3 minutos
Limpieza del área	5 minutos

5. Diagramas Bimanuales

a) Diagrama bimanual para el empaque de pan

Croquis:



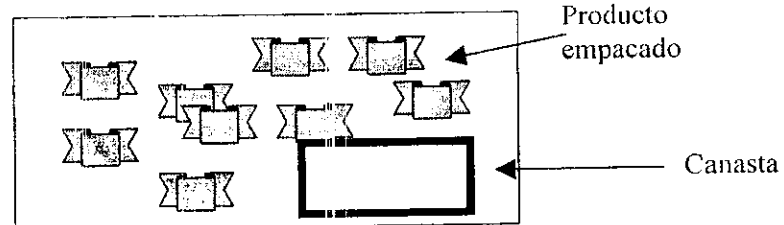
MANO IZQUIERDA		SIMBOLO	MANO DERECHA
Tomar bolsa	T	PP	Abrir bolsa
Sostener bolsa	SO	E	Colocar pan en bolsa
Cerrar bolsa	M	M	Cerrar bolsa
Sostener bolsa cerrada	SO	T	Tomar alambre
Sostener bolsa cerrada	SO	PP	Precolocar el alambre
Girar bolsa(mover)	M	M	Enrollar alambre(mover)
Lanzar (soltar) producto a mesa de producto terminado	SL	SL	Lanzar (soltar) producto a mesa de producto terminado

Observaciones:

- Algunas operarias colocan la bolsa de alambres de lado izquierdo, con lo que a la hora de tomar el alambre hacen un movimiento adicional de alcanzar el alambre. (con la mano derecha hacia el lado izquierdo).
- El producto se lanza ya sea con la mano izquierda o derecha y depende de qué lado de la mesa esté la operaria.
- El producto al lanzarse a la mesa de producto terminado no sólo puede ocasionar daño al producto si no que además es un movimiento que requiere más esfuerzo y tiempo en las personas que no están cerca de ésta.

b) Diagrama bimanual para el encajillado

Croquis:



MANO IZQUIERDA	SIMBOLO		MANO DERECHA
Tomar o alcanzar canasta	T/AL	T/AL	Tomar o alcanzar canasta
Colocar canastas en posición	PP	PP	Colocar canastas en posición
Colocar pan en canasta	E	E	Colocar pan en canasta
Esperar a mano derecha Retraso inevitable	DES	E	Colocar etiquetas de Fecha de vencimiento
Tomar canasta	T	T	Tomar canasta
Colocar canasta en torre	E	E	Colocar canasta en torre

Observaciones:

Muchas veces los encajilladores tienen que alcanzar producto empacado que las operarias no colocan en la mesa.

Se hacen muchos alcances largos para tomar el producto a encajillar

C. DETECCION DE PROBLEMAS

Al efectuar la evaluación se detectaron hallazgos que no permiten que esta área sea eficiente en comparación con el resto de áreas de la planta. Para optimizar el área de empaque se considera necesaria la solución a los siguientes problemas:

1. Descoordinación y variación de los movimientos efectuados en el método de empaque: Cada operaria empaqa de manera diferente, con lo cual duran unas más que otras, lo que hace ineficiente al grupo.
2. Desorden en el área de empaque: El espacio de cada operaria de empaque muchas veces es cubierto por producto a la hora de la llegada del mismo, ésto descontrola la tarea de empaque. Así mismo el producto empacado queda sobre la misma mesa junto con el producto por empacarse.
3. Alimentación inconsistente de producto en la mesa de empaque: ésto descontrola el ritmo de empaque que llevan las operarias , y provoca tiempos muertos por espera, el cual es variable.
4. Utilización excesiva de horas extra, que van de 800 a 1,100 mensuales.
5. Problemas de tráfico en el área, reducción de espacio de trabajo: Las torres de canastas con producto obstruyen el paso y reducen el espacio de movimiento de las empacadoras.
6. Riesgo de daño de producto por el alto manejo del producto: El producto se daña tanto en el traslado a las mesas como cuando es colocado sobre las mismas.

D. PROPUESTA DE SOLUCIONES PARA OPTIMIZAR EL AREA

Para la solución de los puntos anteriores se propone:

- a) Aumentar la velocidad de empaque / disminución de tiempo de trabajo extra: Aquí se considera la posible semiautomatización del empaque, que traerá consigo la disminución del daño del producto, una alimentación del área de empaque más constante, y principalmente hacer el proceso de empaque más eficiente (mejorar los tiempos), minimizar el tiempo extra de trabajo, y determinar el número ideal de empacadoras.
- b) Estandarizar el método de empaque: Para ayudar a cumplir con los tiempos estándares establecidos.
- c) Mejorar el tráfico en el área y el manejo de materiales

a) velocidad de empaque / disminución de tiempo de trabajo extra

Se propone trasladar el área de empaque debajo del cooler aéreo del pan variedad, lo cual trae como ventaja lo siguiente:

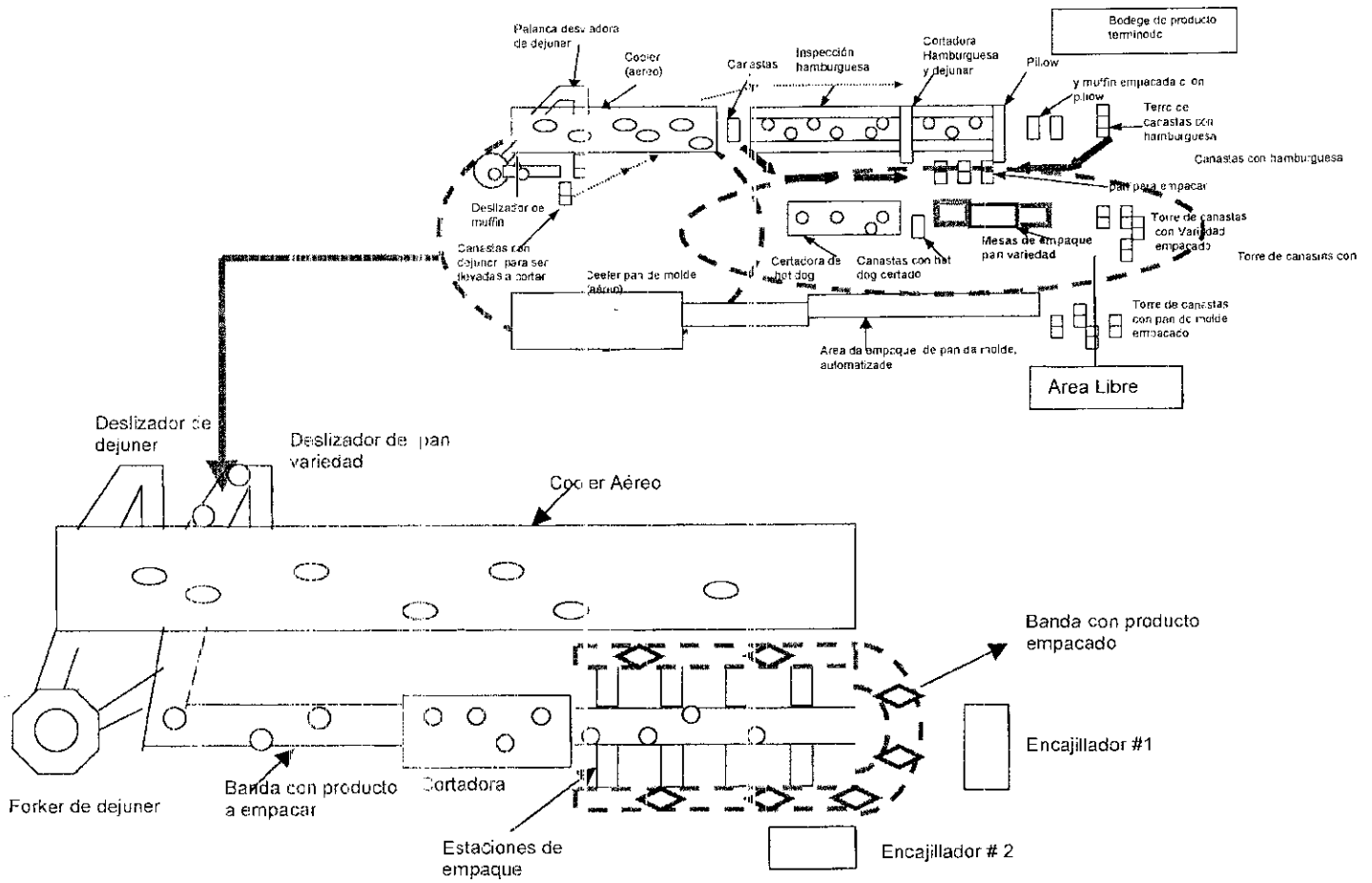
- Se evita el traslado del pan en canastas a la mesa de empaque: Los 2 operarios de la línea de producción que se encargan de trasladar el producto ya no son necesarios.
- Se lastima menos el producto, por la reducción de manejo del mismo.
- El lugar de empaque estará alimentado de manera constante con producto.: Se elimina la actividad de alimentar la mesa con productos, que es efectuado tanto por operarias de empaque como por operarios que se encuentran recibiendo producto del cooler.

- Disminución del manejo de producto: Ya que el mismo se empaca al salir directamente de la banda del cooler.
- Se trabaja a una temperatura más fresca (0.5 °C a 1°C menos aproximadamente) por estar ubicada en un área donde el control de la temperatura es frecuente y con menos ruido por estar lejos de la pillow.
- Eliminación del uso del empaque previo del pan de hamburguesa y dejuner en bolsa pillow.
- El espacio utilizado por las mesas queda libre, y puede ser utilizado como bodega temporal tanto para pan variedad, como para pan de molde.

Diseño del área:

La nueva ubicación del área de empaque no presenta peligro al encontrarse debajo de los coolers, ya que estos coolers son bandas aéreas aseguradas, que se encuentran en movimiento lento, donde el pan es enfriado antes de ser empacado.

De las bandas del cooler se hará un desvío para la salida del pan por medio de un deslizador similar al deslizador de dejuner, para luego ser recibido por una banda que se encontrará a una altura de 0.90 m, (misma altura de la mesa de aluminio). La banda se unirá a la cortadora que actualmente se utiliza para baguette, la cual corta todo tipo de pan variedad y luego seguir por la banda de la cortadora, de donde el pan será tomado para ser empacado. El presente esquema ilustra el cambio:



COSTO DEL DISEÑO DEL AREA NUEVA

MATERIAL	COSTO
Fajas	Q. 804.00
Elastico	Q.1,959.00
Varios electrónicos	Q.3,550.00
Motorreductores	Q.5,906.00
Montaje	Q.9,335.00
Mesas	Q.1,600.00
TOTAL	Q.23,154

b) cambio en el método de empaque:

A la par de la banda se colocarán estaciones de empaque, las cuales consisten en mesas individuales de aluminio de 80 x 70 x 90 cm. y un compartimiento inferior donde se colocará material de empaque (bolsas y alambre) como lo muestra el siguiente diseño

Las operarias se colocarán en ambos lados en línea paralela a la banda donde pasa el producto.

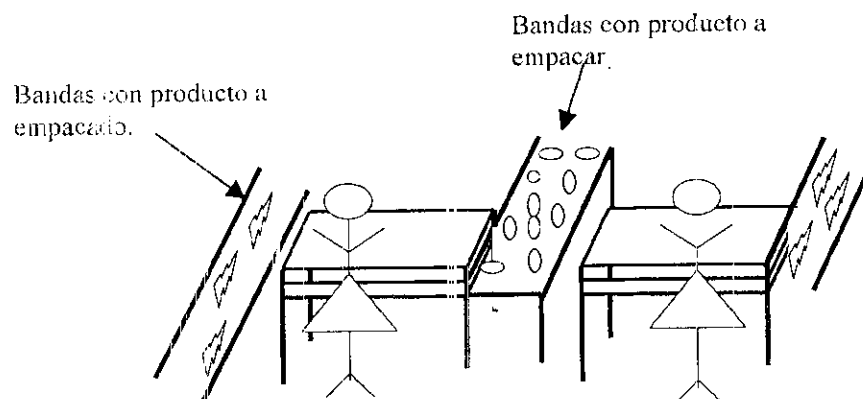
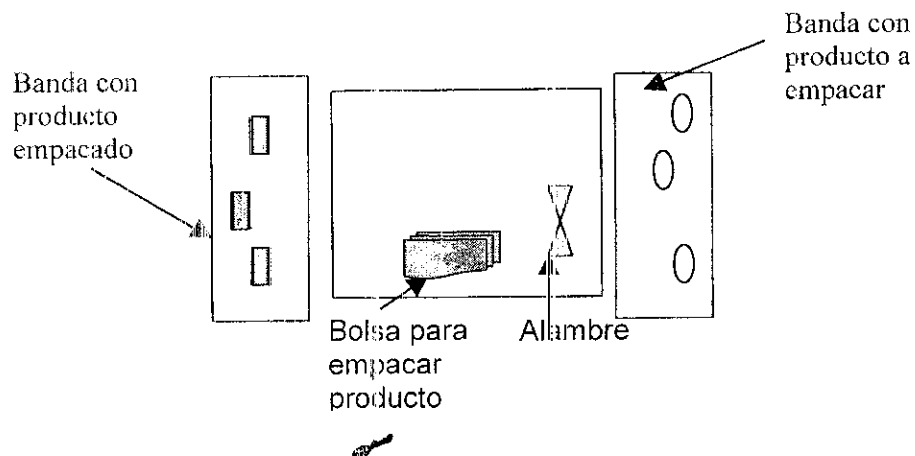


DIAGRAMA BIMANUAL



MANO IZQUIERDA		SIMBOLO	MANO DERECHA
Tomar y abrir bolsa	T	PP	Abrir bolsa
Sostener bolsa	SO	E	Colocar pan en bolsa
Cerrar bolsa	M	M	Cerrar bolsa
Sostener bolsa cerrada	SO	T	Tomar alambre
Sostener bolsa cerrada	SO	PP	Precolocar el alambre
Girar bolsa(mover)	M	M	Enrollar alambre(mover)
Soltar producto empacado en faja de producto empacado	SL	T	Tomar bolsa

Notas:

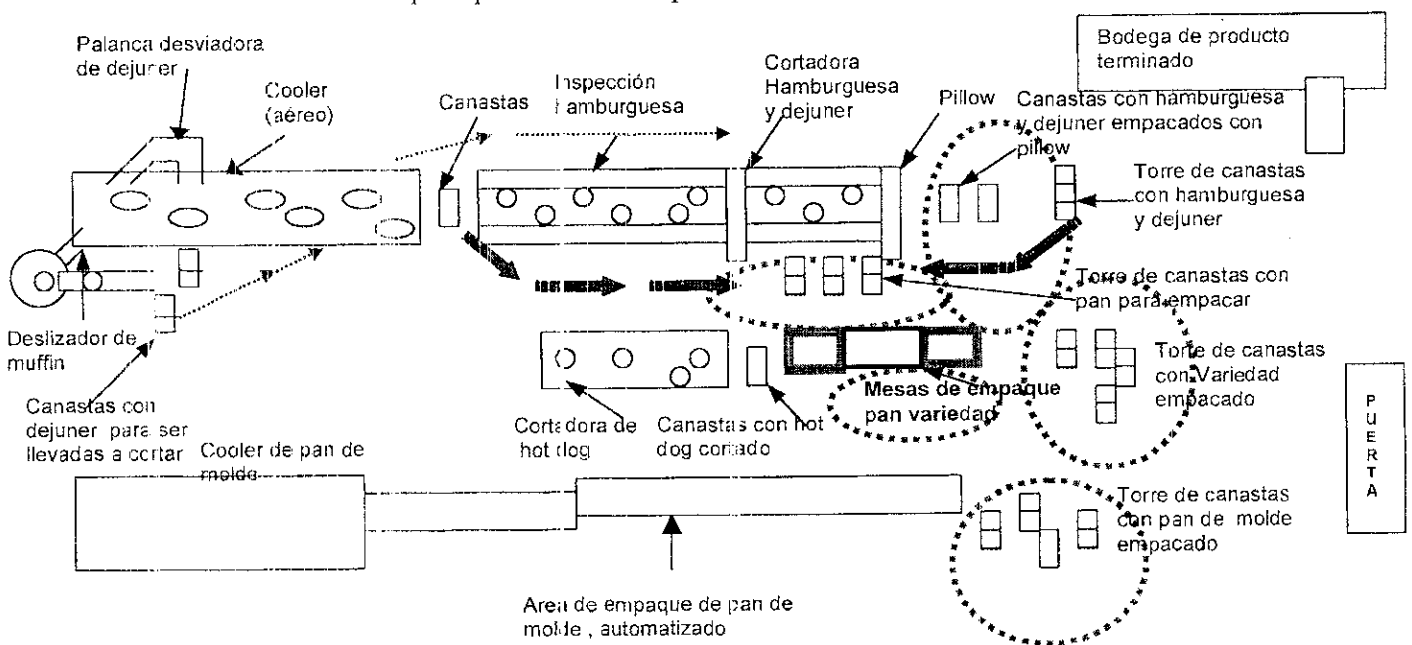
- Tomar y abrir bolsas son movimientos prácticamente simultáneos
- Mientras la mano izquierda suelta el pan en la faja de producto terminado, la mano derecha se prepara para entregarla a la mano izquierda y abrirla.

c) Mejora de los problemas de tráfico en el área y manejo de materiales

Este cambio se recomienda realizarlo en el caso de que la semiautomatización no se realice, ya que los problemas de tráfico en el área se han intensificado debido al gran movimiento que allí ocurre, por estar ubicada donde termina el empaque de pan de molde, pan variedad y el pan que se produce para el cliente especial que posee la empresa. El problema de tráfico se detalla a continuación:

El producto a empacarse es arrastrado 3 metros de la salida del cooler al área de empaque en torres de 15 canastas. Estas quedan colocadas en pasillos donde transitan las personas y/o detrás de las operarias.

Lo anterior dificulta tanto la circulación de producto y personas así como la reducción de espacio. El problema de tráfico se ve también afectado por las torres de canastas con pan hamburguesa que sale de la máquina pillow y las torres de canastas con pan de molde y pan variedad ya empacado y que está en espera de ser llevado a bodega de producto terminado. El diagrama siguiente muestra circulos los lugares donde el tráfico se ve interrumpido por canastas de pan.

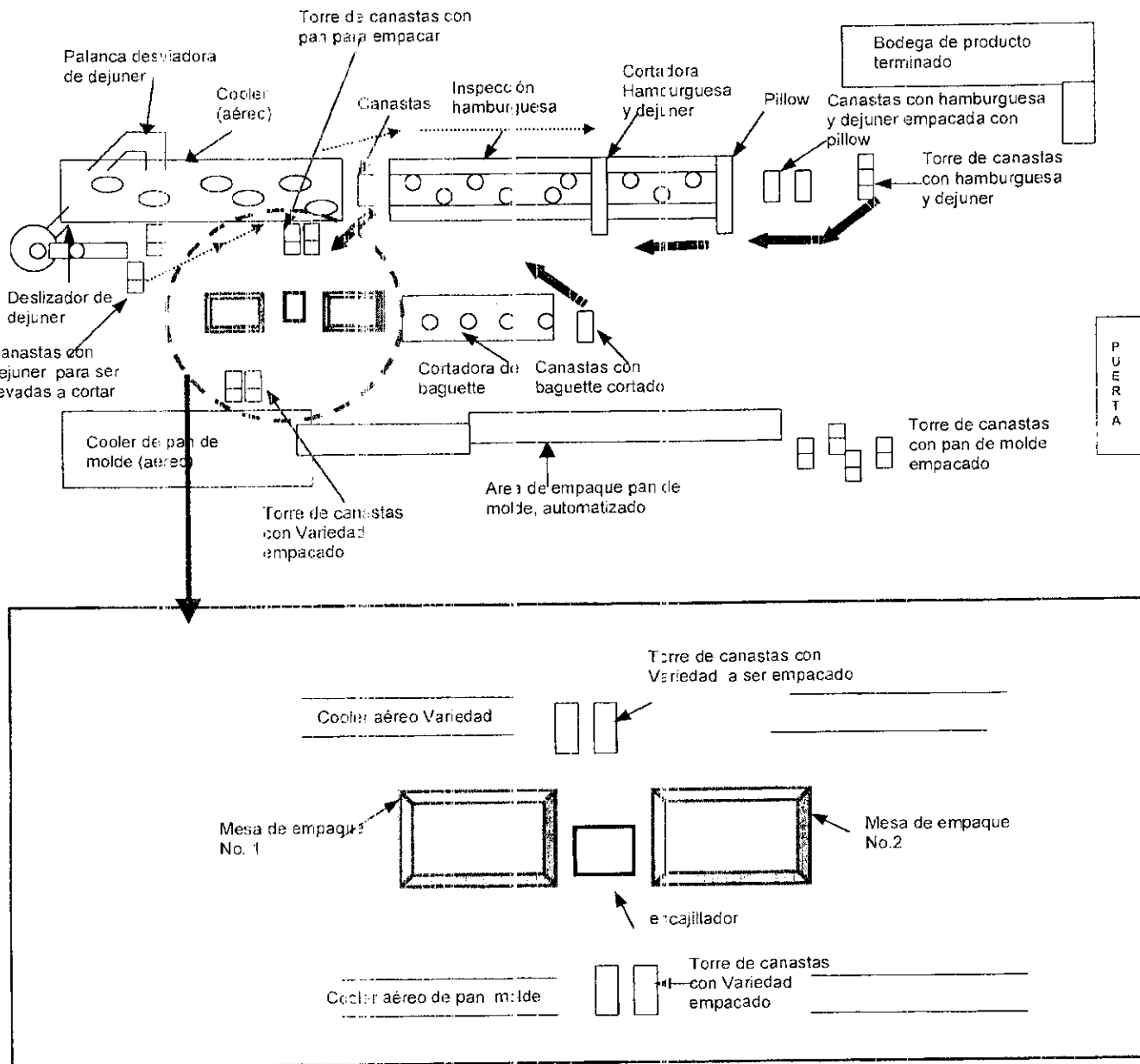


Como se puede observar, toda el área de empaque está rodeada por torres canastas, y se encuentran muy cerca de las operarias, esto, además de interrumpir la tarea de empaque, trae implicaciones de seguridad como:

- Las empacadoras pueden ser lastimadas cuando mueven las canastas que están cerca de ellas.
- Bloqueo de espacio para salir rápido en caso de emergencia.
- Caída de las canastas sobre las empacadoras.

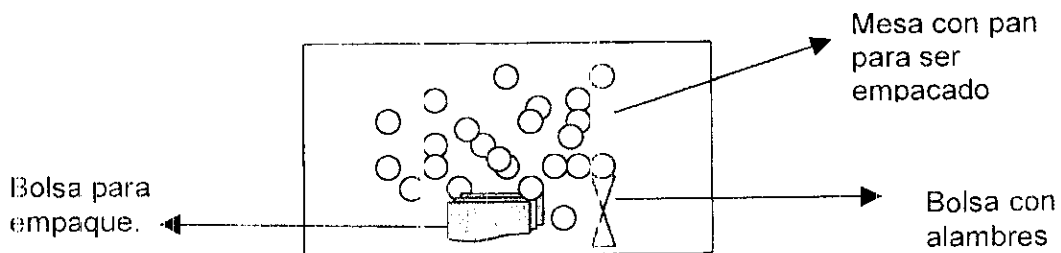
Propuesta de traslado del área de empaque:

- Mover el área al espacio que queda libre entre el cooler del pan de molde y del pan variedad, antes de la cortadora de baguette.
- Se aprovecha a eliminar la mesa de madera, la cual como se mencionó anteriormente, no cumple con las normas de higiene y calidad por el material del que está hecha.
- Entre las dos mesas se propone colocar una mesa pequeña de área similar al área de las canastas (80X70 cm.), donde se ubicará el encajillador, quien podrá tomar de ambas mesas producto para encajillar, sin tener que esperar a que llegue producto o tenga que irlo a traer.
- Colocar el producto empacado en el extremo donde se encuentre ubicada esta persona.
- Al finalizar de fechar y encajillar el producto, formar torres de 15 canastas y ya formadas, colocarlas debajo del cooler de molde, donde también se encuentran canastas vacías que podrá ir tomando para colocar producto.



Así mismo se propone instruir a las emparadoras con el método estándar de empaque, para poder cumplir con los estándares de empaque establecido. El siguiente diagrama bimanual muestra el método: (este método aplica en el empaque de pan sobre una mesa).

DIAGRAMA BIMANUAL



MANO IZQUIERDA	SIMBOLO		MANO DERECHA
Tomar bolsa	T	PP	Abrir bolsa
Sostener bolsa	SO	E	Colocar pan en bolsa
Cerrar bolsa	M	M	Cerrar bolsa
Sostener bolsa cerrada	SO	E	Tomar alambre
Sostener bolsa cerrada	SO	PP	Precolocar el alambre
Girar bolsa(mover)	M	M	Enrollar alambre(mover)
Lanzar (soltar) producto al final de la mesa.	SL	SL	Lanzar (soltar) producto a mesa de producto terminado

NOTAS:

- El cambio consiste básicamente en tener ubicadas las bolsas con alambres del lado izquierdo y las bolsas enfrente de las operarias.
- Lanzar el producto al lado final de la mesa es un lanzamiento suave, ya que la distancia es menor.
- La distribución del pan sobre las mesas y la menor cantidad de gente por mesa, evita que el producto que será empacado cubra las bolsas.

Ventajas del cambio:

- *Mejora del tráfico en las áreas:* El movilizar las mesas a ese espacio, ayudará a que las áreas de paso no se vean interrumpidas con torres de producto que sale de las diferentes máquinas (hamburguesa, baguette , pan de molde etc.), y torres de pan variedad empacado. Así mismo, el espacio de almacenaje aumenta aproximadamente 11m², y servirá como espacio de almacenaje temporal, mientras la bodega de producto terminado proporcione espacio para ser almacenado finalmente. Así mismo, la circularización de personas y torres de canastas será más rápido y seguro.
- *Aprovechamiento de espacio inutilizado:* El espacio que se encuentra debajo de los coolers será aprovechado para colocar canastas con producto que va a ser empacado y producto ya empacado.
- *Estación de trabajo mas cerca de la salida del pan:* Ayudará a que el tiempo de llegada de la mayoría de los productos sea constante, y por lo tanto se minimizará que las mesas se queden sin producto para empacar.
- *Aumento de la seguridad contra accidentes:* Las empacadoras se verán protegidas contra golpes que les pueden ser ocasionados, por el constante movimiento de canastas en el área.
- *Aumento de espacio de trabajo en la mesa para cada empacadora:* Las mesas serán utilizadas solamente para empaque, ya que los encajilladores tendrán su mesa.

Costo del Cambio:

Unidades	Valor Unitario	Valor Total
2 mesas de aluminio	Q200.00	Q400.00

E. IMPLEMENTACION DEL PLAN PILOTO

Debido a la necesidad de la automatización de la mayoría de procesos en una industria, se optó por realizar la prueba piloto con la implementación de bandas que transportan el producto (opción de semiautomatización).

1. DISEÑO PILOTO DE BANDAS EN EL COOLER

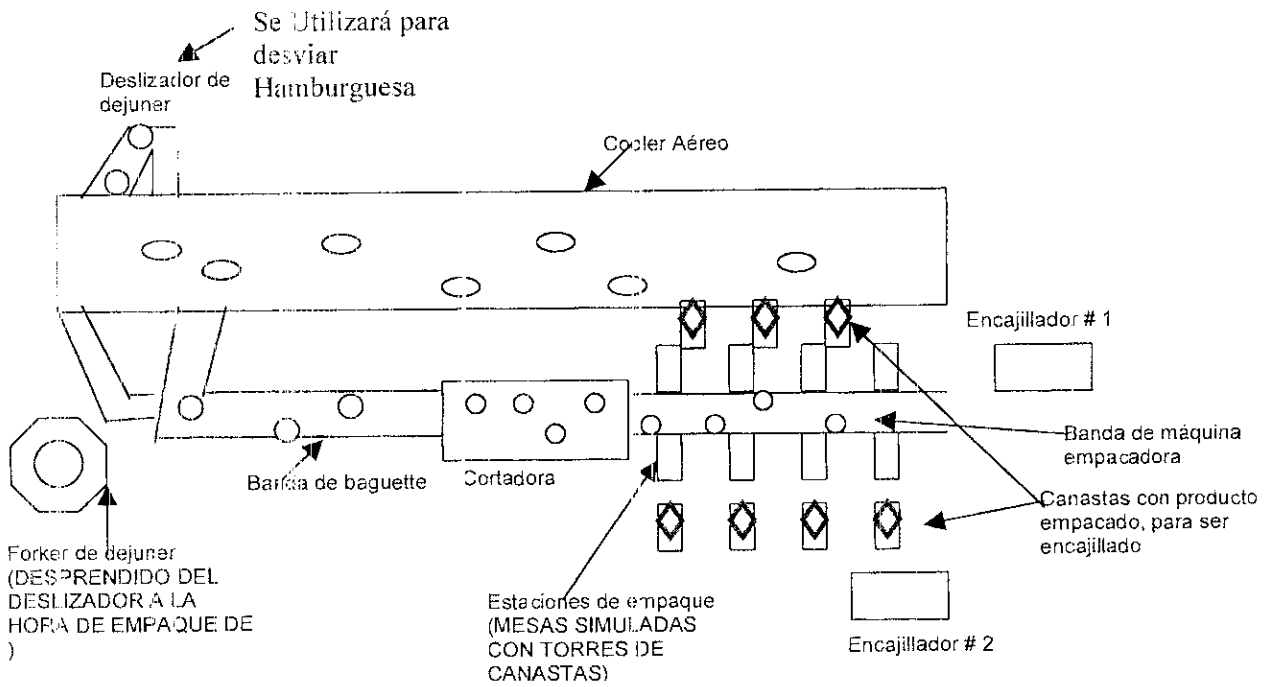
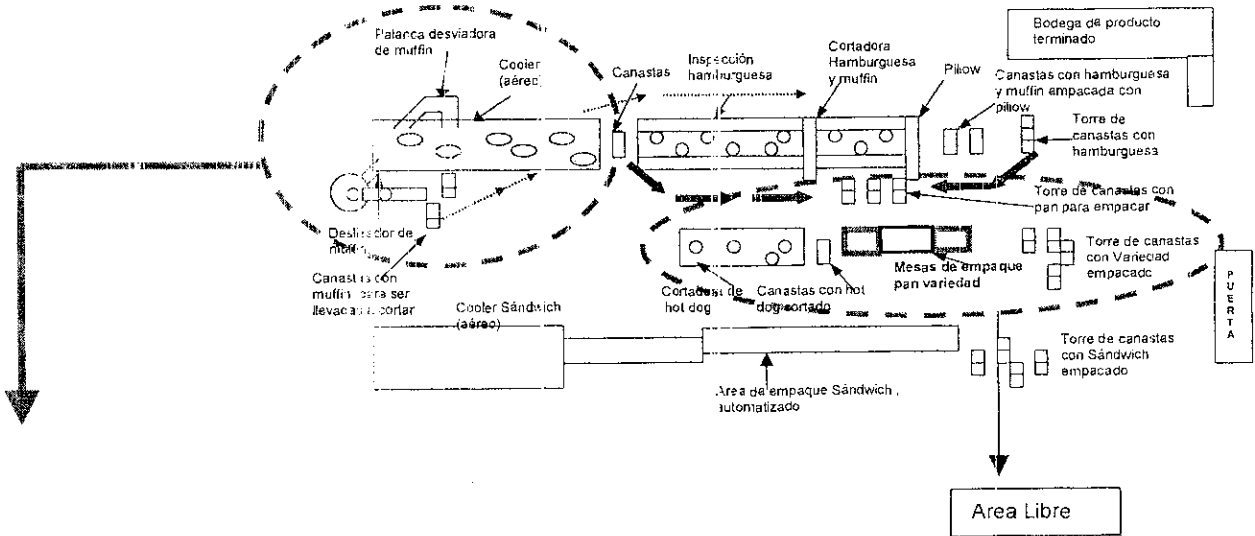
- Se procedió a montar el modelo propuesto utilizando para ello la faja que forma parte de una máquina empacadora existente la cual se encuentra descompuesta. La faja aún funciona y esto permite disminuir la inversión, así mismo se incorpora la cortadora con faja que en la actualidad se utiliza únicamente para el corte de baguette.
- Se utilizan los deslizadores de dejuner, para desviar la hamburguesa deluxe, el forker se desprende de los deslizadores.
- Las mesas se sustituyeron por canastas apiladas que dan la altura de la mesa. Debido a que se quiere evaluar la actividad propia de empaque, que es donde se muestra la ineficiencia, los encajilladores se encargaron de reunir las canastas con pan empacado que cada operaria iba llenando para encajillarlo y fecharlo correctamente.

Dependiendo de los resultados del empaque, el plan completo se desarrollará incorporando las fajas para producto empacado y los encajilladores se ubicarán en los puntos indicados en el modelo propuesto.

- El producto con que se harán las mediciones será la hamburguesa deluxe debido a que representa aproximadamente el 40% de la producción de variedad.

- Se trabajará con seis personas que empaacan.

El esquema siguiente ilustra el montaje de esta área:



2. RESULTADOS OBTENIDOS:

A) DISMINUCIÓN DE HORAS EXTRAS

La tabla muestra la reducción de un 45% de horas extras, al comparar un mes de empaquetado en la forma inicial y con el cambio propuesto:

Mes	Lugar de empaque	Hrs. Extras trabajadas por volumen de pedidos.	%	Hrs. Extras trabajadas por problemas de producción/mecánicos	%	TOTAL
1	Mesa	766.26	84.85%	136.74	15.15%	903
2	Faja	305.2	61.40%	191.8	38.60%	497

Reducción de horas extras:	406
Porcentaje de reducción:	45%
Reducción de horas extras por pedidos:	461
Porcentaje de reducción en relación a pedidos	60%

Fuente: Reporte de horas extras

Observaciones:

- En los meses analizados el volumen de producción no mostró variación significativa
- El aumento en horas extras por problemas de producción o mecánicos se debió principalmente a problemas en los hornos, por la adaptación del sistema de desviado en el cooler y por la adaptación de las guías de la cortadora de baguette al pan de hamburguesa.

Beneficios de la reducción de horas extras:

1. Para la empresa, el costo de mano de obra de las 6 emparadoras se redujo aproximadamente en un 17% respecto al total de horas extras y un 21% respecto de las horas extras utilizadas por empaque de pedidos:

Horas Extras Totales

	# Personas	Salario	Bonificación	Total salario base	Horas extras	Valor hora extra	Planilla mensual	TOTAL	Vacaciones	IGGS	B14 y AG	Tiempo	TOTAL
Mesa	6	1000.00	100.00	6000.00	903	6.25	12243.75	12243.75	250.00	720.00	1000.00	500.00	14713.75
Faja	6	1000.00	100.00	6000.00	497	6.25	9706.25	9706.25	250.00	720.00	1000.00	500.00	12176.25
REDUCCION:													17%

Horas Extras por empaque directo de producto (se excluyen horas por problemas mecánicos o de otro tipo) .

Lugar	# Personas	Salario	Bonificación	Total salario base	Horas extras	Valor hora extra	Planilla mensual	TOTAL	Vacaciones	IGGS	B14 y AG	Tiempo	TOTAL
Mesa	6	1000.00	100.00	6000.00	767	6.25	11393.75	11393.75	250.00	720.00	1000.00	500.00	13863.75
Faja	6	1000.00	100.00	6000.00	305.2	6.25	8507.50	8507.50	250.00	720.00	1000.00	500.00	10977.50
REDUCCION:													21%

2. Ahorro en bolsa en que se empaca la hamburguesa a granel de aproximadamente Q.16,000.00 mensuales.
3. Para las emparadoras, a pesar de ver reducido su ingreso mensual por disminución cantidad de horas extras, se sienten satisfechas de disminuir su jornada de trabajo que en ocasiones era hasta de 18 horas. Cuentan con más tiempo para descansar, y compartir con sus familias.

3. Disminución de daños por manejo del pan
4. Ahorro de mano de obra de seis operarios, debido a la unificación del grupo de empaque a granel de hamburguesa.

B. AUMENTO DE ESPACIO Y MEJORA DEL PROBLEMA DE TRÁFICO EN EL ÁREA :

1. Debido a que el área de empaque se trasladó, el espacio donde se encontraban las mesas (+- 11 m²) queda libre para una bodega provisional de producto terminado.
2. La circularización de personas y torres de canastas es más rápido y seguro.
3. Las empacadoras se encuentran mas seguras , ya que no tienen torres de canastas cerca de ellas que las puedan astimar.

C. AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD:

Esto se debió principalmente a los siguientes factores:

1. La posición en que se ubican las empacadoras (una detrás de otra), disminuye distracciones como las pláticas.
2. No hay pérdida de tiempo por espera de producto, ya que se está recibiendo el pan directamente del cooler.
3. La utilización de mesas individuales eliminan los problemas de desorden en el espacio de trabajo: las bolsas ya no son cubiertas con producto que será empacado y el producto empacado no queda sobre la mesa.
4. La velocidad de la llegada del pan es constante y más rápida (velocidad de producción).

5. En el caso del pan que se empaca en pillow (hamburguesa y dejuner) se elimina el elemento "0", abrir bolsa donde se encuentra empacada la hamburguesa

La tabla siguiente muestra el aumento de la velocidad de empaque en bolsas por minuto de la hamburguesa deluxe.

Tiempo al inicio del estudio	Tiempo estándar fijado	Aumento	Tiempo con cambio propuesto	Aumento respecto al tiempo inicial
4 paq/min	5 paq/min	25%	5.6 paq/min	40%

Con el método de empaque estandarizado y mejoras en el área de empaque (mesas individuales) se hace posible el cumplimiento de los tiempos estándares, y aún mejorarlos, en el caso de la hamburguesa deluxe el aumento inicial fue de un 12%. Con esto es posible determinar el número de horas requeridas por día según la producción promedio diaria y conocer el número ideal de personas en el área de empaque.

Producto	Vel de Producción paq X min	Horas de producción al día	Paquetes promedio diario producidos
Deluxe	39.984	2.7	6477
Bollo	12.495	1.9	1424
baguette: suprema	30	0.5	900
Dejuner	36.66	0.37	814
Baguette	48	0.35	1008
Queen	53.592	0.17	547
King	33.495	0.36	723
Gourmet	16.66	0.38	380
deluxe doc.	16.66	0.21	207
king doc.	22.33	0.07	96
baguette: suprema doc.	20	0.07	89
TOTAL		7.08	12666

Producto	Paquetes promedio diarios producidos	Tiempo estándar por paquete(horas)	Horas requeridas
Deluxe	6477	0.0033	21
Bollo	1424	0.0055	8
baguette suprema	900	0.0055	5
Dejuner	814	0.0042	3
Baguette	1008	0.0033	3
Queen	547	0.0033	2
King	723	0.0042	3
Gourmet	380	0.0083	3
deluxe doc.	207	0.0067	1
king doc.	96	0.0083	1
baguette suprema doc.	89	0.0083	1
TOTAL	12666		52

Jornada de trabajo (Mínima, horas)	Tiempo efectivo (8% tolerancia, horas)	Horas requeridas:	Personas requeridas
7.5	6.9	52	8

Por lo tanto el número requerido de personas en el área de empaque es de 8 personas.

Se recomienda que al haber implementado completamente la semiautomatización se evalúe de nuevo el área, para determinar variaciones en el tiempo de empaque en los demás productos. Así mismo conforme el volumen de pedidos aumente, considerar el número de horas requeridas.

Para justificar la inversión de la semiautomatización se hace el siguiente análisis:

Inversión: Q23,160.00

Ahorro anual en Mano de obra y Bolsa plástica: Q.235,000.00 (Q43,700 en M.O y Q192,000 en bolsa plástica de empaque a granel)

Gastos de Mantenimiento: 1 año: Q.12,000.00

2 año: Q.14,400.00

El interés utilizado es el de 20% capitalizado mensualmente. Se calcula que debido al creciente aumento de la demanda, la semiautomatización del área funcionará eficientemente por los siguientes 2 años.

Por lo tanto, para justificar la inversión, determinamos el valor actual del proyecto:

$$P = -Inv - GMant1(P/A, i, 1) - GMant2(P/A, i, 2) + Ahorro(P/A, i, 2)$$

Sustituyendo:

$$P = -23,600 - 12,000(0.82) - 14,400(1.49) + 235,000(1.49) = 295,254$$

Por lo tanto la inversión si se justifica, ya que a valor presente la ganancia es de Q295,254.00.

F) EVALUACION DE LA IMPLEMENTACION DE UNA MAQUINA EMPACADORA

Se analiza la posibilidad de automatizar completamente la línea de empaque con el fin de poder cubrir la demanda que debido a la apertura de nuevos mercados, va en aumento.

La máquina evaluada tiene las siguientes características

Producto	Velocidad de empaque de la máquina (paq X hr)	Velocidad de producción (paq X hr)
Deluxe	720	2399
Eollo	243	750
Baguette Suprema	487	1800
Dejuner	1800	2200
Baguette	780	2880
Queen	780	3216
King	487	2010
Gourmet	324	1000
Deluxe doc.	300	1000
King doc	203	1340
Baguette suprema doc.	300	1200

Se observa que la velocidad de empaque de la máquina es aproximadamente la cuarta parte de la velocidad de producción, por lo tanto se requiere de cuatro máquinas empacadoras para empaclar al ritmo de la producción y evitar cuellos de botella, que llevarían al caso de tener que colocar producto en canastas y luego reubicarlo en las bandas para que la máquina lo empacara. Lo anterior no conviene ya que caería en un método de empaque igual de ineficiente que el inicial.

Como se recomendó anteriormente, el número ideal actual de operarias para cubrir la demanda es de 8, sin embargo cada vez que ésta aumente en un 10%, será necesario contratar una más sin embargo el espacio del área limita el número de personas que puedan trabajar en ella en condiciones apropiadas. Se considera que el área

semiautomatizada tiene una capacidad para emplear dos personas más. La incorporación de máquinas empacadoras que trabajen al ritmo de la producción, podrán soportar el aumento de la demanda.

Por lo anteriormente expuesto, se efectúa un análisis económico acerca de la inversión de 4 máquinas empacadoras de pan variedad, en la que se busca mejora económica como incremento en la posibilidad de ventas (debido a la capacidad de respuesta a la demanda), así como la disminución de mano de obra etc.

Se utilizará el análisis incremental ya que con la incorporación de máquinas (automatización de la línea) se espera una mejora económica.

Los aumentos de inversión deben llevar a un aumento en los ingresos, de no ser así, la inversión se debe rechazar.

Con la inversión de las máquinas se tiene la oportunidad de aumentar aproximadamente de Q.20 millones a Q.29.5 millones. La inversión de las cuatro máquinas es de Q.330,000.00 incluyendo la instalación y adaptaciones especiales a cada bolsa de cada producto. La vida fiscal de la máquina es de 5 años, sin valor de recuperación y la empresa la depreciará en línea recta. La empresa paga una tasa de impuestos del 25%.

La tasa mínima atractiva de retorno que ha determinado la empresa para la inversión es del 25%.

	Semiautomatizada (1)	Automatizada (2)	Incremento (2-1)
Ventas	20,100,000.00	29,520,000.00	9,420,000.00
-Costos MO	257,220.00	249,600.00	(7,620.00)
-Depreciación	0	58,000.00	58,000.00
-Gastos de Fabricación	24,000.00	144,000.00	120,000.00
	281,220.00	451,600.00	170,380.00
Utilidad antes de impuestos	19,818,780.00	29,068,400.00	9,249,620.00
-Impuestos (25%)	4,954,695.00	7,267,100.00	2,312,405.00
=Utilidad después de impuestos	14,864,085.00	21,801,300.00	6,937,215.00
+Depreciación	0	58,000.00	58,000.00
=Flujo neto de efectivo	14,864,085.00	21,859,300.00	6,995,215.00

Se efectuará el análisis de valor presente neto de la inversión, con la tasa atractiva determinada por la empresa de un 25%, al tomar la diferencia de las dos opciones como una anualidad fija.

La fórmula utilizada, a 5 años del VPN es la siguiente:

$$VPN = -P + \frac{FNE}{(1+i)^1} + \frac{FNE}{(1+i)^2} + \frac{FNE}{(1+i)^3} + \frac{FNE}{(1+i)^4} + \frac{FNE+VR}{(1+i)^5}$$

Donde:

- P = Valor del equipo Nuevo
- FNE = Flujo neto de efectivo en los próximos 5 años
- i = Tasa de interés a la que la empresa trabaja (TMAR)
- VR = Valor del equipo después del período estipulado

Sustituyendo

- P = Q.330,000.00
- FNE = Q.6,995,215.00
- i = 25%
- VR = Q.0.00 (Se considera que en cinco años, la maquinaria tendrá valor cero en libros).

Resolviendo

$$VPN = -Q330,000.00 + 6,995,215.00 *(2.69) = Q18,483,000.00$$

Con los datos obtenidos, la empresa debería tomar la decisión de cambiar el equipo a la mayor brevedad posible, debido a que la oportunidad de venta se incrementa sin una variación extrema en los costos de mano de obra. Esta opción obedece a la visión de la empresa de ser la líder en su ramo a nivel latinoamericano, y ser una de las más grandes exportadoras de pap. en la región.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La semiautomatización del área de empaque ayudó a mejorar los principios de economía de movimientos, debido a que se logró un ritmo de empaque más equilibrado, con movimientos suaves y contínuos: No hay interrupciones por alcance de producto, por despeje de área de trabajo entre otros. Así mismo se aprovecha la velocidad que lleva la banda.
2. La determinación de tiempos estándares servirán de guía para estudios futuros en la determinación del número necesario de personas que se necesitan en el área de empaque según el volumen de producción.

De esta forma se puede conocer con mayor exactitud la cantidad de paquetes que pueden empacarse sin necesidad de incurrir en horas extras, y podrá haber una mejor programación de las mismas si se llegaran a necesitar.

3. El cambio en la distribución de la planta y la semiautomatización del área trajo consigo lo siguiente:
 - Mejoramiento de la moral y satisfacción de las trabajadoras.
 - Aumento de la eficiencia, optimización y aprovechamiento del espacio por otras áreas.
 - Reducción del manejo de materiales que ayudó a la disminución del desperdicio.
 - Maximización del uso de la mano de obra, se prescindió de los dos operarios que se encargaban de llevar el pan a la mesa de empaque.

- Una supervisión más fácil ya que disminuyó el congestionamiento de los productos.
4. La disminución del tiempo empleado por las operarias en halar torres de canastas y colocar producto en la mesa de empaque ayudó a disminuir el cansancio y las molestias de espalda por la costosa manipulación de las torres. Las labores se realizan más rápido con menos fatiga y mayor seguridad.
 5. La eliminación de la mesa de madera, ayuda a la empresa a cumplir con los estándares internacionales de calidad que su cliente principal exige.

RECOMENDACIONES:

- Para mantener los estándares de tiempo apropiados, se recomienda comparar periódicamente (cada 4 meses) el método de empaque que se está utilizando con el método que se estudió al establecer el estándar.
- Se recomienda al departamento de mercadeo desarrollar un plan base de pedidos semanal, de manera que el departamento de producción pueda programar de mejor manera el tiempo de las personas de modo que las horas extras en que se necesite incurrir por altos volúmenes de pedidos continúe en disminución. Así mismo, en caso de alguna variabilidad de última hora en los pedidos, justificará de mejor manera la incurrencia en estas horas.
- Disminuir las treguas que existen entre la producción de un producto y otro para evitar tiempo muerto por espera de producto por medio de un estudio de reordenamiento de producción del pan.
- Desarrollar un plan de contingencia en caso de que fallen las máquinas que se utilizan para el empaque, de modo que el tiempo perdido por estas clases de fallas sea menor.

- Se recomienda considerar como importante el mejoramiento de las condiciones físicas y ambientales en toda la planta, principalmente en la iluminación, temperatura y ventilación, con el objeto de obtener un mejor rendimiento a nivel general de todos los operarios.

V. BIBLIOGRAFIA

Baca Urbina, Gabriel EVALUACIÓN DE PROYECTOS. Editorial Mc. Graw Hill, México D.F. 1995

García Criollo, Roberto. ESTUDIO DEL TRABAJO 1997. Litografía Ingramex México D.F. 156p.p.

Industria Alimenticia
Revista de Alimentos.

Keith Lockyer LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL, SU ADMINISTRACION. 1995 Editorial ALFAOMEGA México D.F. 584p.p.

Krick, Edward V. INGENIERIA DE MÉTODOS 1970. Editorial Limusa México D.F. 543p.p.

Niebel, Benjamín. INGENIERIA INDUSTRIAL, METODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS. Editorial ALFAOMEGA México D.F. 880p.p.

Reportes de empaque Septiembre 1999, Enero 2000, Marzo 2000: Departamento de Producción Panificadora.

Reportes de horas extras Septiembre 1999, Enero 2000, Marzo 2000: Departamento de Producción Panificadora.

VI. ANEXOS

ANEXO I

DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DEL PAN VARIEDAD

A continuación se detallan los pasos a seguir para el proceso de fabricación de pan, los cuales se pueden apreciar gráficamente en el diagrama de recorrido de actividades

A) Elaboración de Esponjas (fase 1 de mezclado): En esta etapa del proceso los ingredientes se mezclan con el agua y comienza un proceso de hidratación e incorporación de ingredientes. Para esta operación se utiliza la mezcladora de brazo.

B) Fermentación inicial de esponjas: Posteriormente al mezclado se procede a dejar reposar la masa y es aquí donde se inicia el proceso de fermentación, el cual consiste en la reacción de la levadura con los demás ingredientes. En el proceso de fermentación se produce dióxido de carbono, alcohol y ácidos, los cuales aportan las características de sabor, olor y vida del producto. Esta operación se lleva a cabo si se deja reposar las esponjas en recipientes durante aproximadamente 1 hora.

C) Elaboración de masas (fase 2 de mezclado): En esta etapa se mezcla la esponja con los demás ingredientes y en el transcurso de la mezcla la masa inicia su desarrollo al formar la estructura de gluten. Para lograr la apropiada mezcla y formación de la estructura del gluten, debe obtenerse una masa uniforme, de características secas y elásticas.

D) Refinado de masas: En esta fase del proceso la masa es desgasificada y la estructura del gluten se termina de formar, para obtener una mejor retención de gases en el proceso de fermentación final. Esta operación se lleva a cabo por medio de los cilindros, los cuales constan de un cilindro rotatorio que introduce la masa en otros dos cilindros que giran en sentidos opuestos, y comprimen la masa.

E) Dividido de masas: Esta es la parte del proceso en la cual se divide la masa en trozos más pequeños con pesos definidos. Esto se logra mediante la divisora, que es una máquina que, por medio de un pistón de succión divide la masa en base al volumen succionado.

F) Moldeado de masas: Después de dividirse la masa, los trozos de masa pasan por una plancha móvil, la cual presionará la masa contra otra plancha estática, dándole a la masa forma cilíndrica (bastón) y las dimensiones necesarias para su posterior colocación en los moldes.

G) Enmoldeo de bastones: Es la colocación de la masa moldeada o bastón en los moldes que fijarán las dimensiones del pan.

H) Fermentación final de bastones: Es ésta la parte del proceso en donde, por medio de temperatura y humedad, se estimula la actividad de la levadura con los demás ingredientes provocando la producción de dióxido de carbono el cual queda atrapado en la estructura proteica (gluten) de la masa, que dan forma y tamaño al pan. Esta operación

se lleva a cabo en un cuarto cerrado con inyección de vapor de agua y ventiladores para mantener su circulación.

I) Semillado: Al salir los bastones de pan de la fermentación final, éstos tienen la opción de pasar por el proceso de semillado si así lo requiere el tipo de pan que se fabrica. Esta parte del proceso consiste en hacer pasar los moldes con bastones ya fermentados sobre un transportador que llevará a éstos sobre cortadores de líquido a presión, luego pasan a ser rociados con agua y finalmente se deposita semilla de ajonjolí en la parte superior de los bastones.

J) Horneado: Etapa en la cual por medio de exposición de calor se fija el tamaño del pan, su color, consistencia y textura externa. Esta operación se lleva a cabo en un horno horizontal de columpios, de una sola boca y 4 zonas de cocimiento. Las funciones de las zonas son: fijar el tamaño final del bastón, cocer internamente el pan, terminar el cocimiento completo del pan y dar color al producto final.

K) Desmoldeo: Proceso en el cual, el pan ya horneado, es retirado mecánicamente de los moldes y colocado en un transportador (cocler) para su enfriamiento. Este proceso se lleva a cabo con una máquina que consta de inyectores de aire a presión para despegar el pan del molde y de dispositivos de succión o ventosas, los cuales extraen la hogaza de pan del molde y la depositan en un transportador.

L) **Enfriamiento:** Parte del proceso en el cual el pan fija su estructura externa mediante un proceso de evaporación de agua al ser expuesto con el medio ambiente. Es importante el control del enfriamiento para evitar condensación de agua en los empaques y proliferación posterior de moho en el producto o también para evitar el exceso de pérdida de agua en el pan lo cual lo deshidrata, con lo cual pierde las características de suavidad que éste necesita.

M) **Corte:** División final de la hogaza de pan en partes o porciones del tamaño deseado (rodajas), mediante sierras rotatorias, con una separación establecida, se hace pasar el pan en un transportador a través de ellas para su corte.

N) **Empacado:** Introducción del pan procesado después de su enfriamiento en su empaque plástico, para luego ser colocado en canastas plásticas y almacenado para su distribución.

ANEXO II

CALCULO DE TIEMPOS PROMEDIOS DE ELEMENTOS EXTRAÑOS

ELEMENTOS EXTRAÑOS ENCONTRADOS:

Durante la toma de tiempos de todos los productos se observaron los siguientes elementos extraños:

1. Despejar el área de trabajo de producto.
2. Esperar producto
3. Quitar producto con defecto
4. Contar y sacar pan de bolsa

Los elementos:

- Esperar producto (2)
- Contar y sacar producto(4)

Se eliminan ya que ocurren eventualmente.

Los elementos:

- Despejar área de trabajo(1)
- Eliminar producto con defecto(3)

No se eliminan debido a que este elemento aparece con frecuencia. El elemento 1 ocurre debido a que por momentos el área de empaque (mesa) se ve saturada con producto que llega a una velocidad más rápida que la velocidad de las operarias. El elemento 3 forma parte de la inspección que está a cargo de ellas.

Los elementos:

- Esperar productos (2)
- Contar y sacar producto(4)

Se eliminan ya que ocurren eventualmente.

Elemento extraño 1:

Este elemento extraño se manifiesta en la ejecución del primer elemento, el de tomar y abrir bolsa, ya que las bolsas se encuentran cubiertas con pan o el mismo se encuentra muy cerca del área de acción, lo que le impide ejecutar cómodamente la tarea.

Debido a que los tiempos medios invertidos en tomar y abrir bolsa para el empaque de los siete productos son similares, se determinó un promedio a aplicar para los siete productos.

De los 1960 ciclos que se tomaron (20 ciclos X 7 productos X 14 días), en 180 ocasiones se registraron elementos extraños dentro del elemento 1.

$$\frac{2.85+3.47+4.87+3.15+3.43+3.11+3.25+3.36+2.96+\dots+X_{180}}{180} = 3.15\text{seg.}$$

- El Tiempo medio de Ejecución del Elemento 1 para los distintos productos son los siguientes: (obtenido de la toma tiempos, TC):

Producto	Tiempo medio (segs.)
Bollo	2.04
Baguette suprema	2.46
Baguette	2.10
Dejuner	1.97
Hamburguesa queen	2.27
Hamburguesa king	2.07
Hamburguesa deluxe	2.24

Diferencias entre el tiempo de los elementos extraños y los tiempos medios

Producto	Tiempo medio de elemento extraño 1	Tiempo medio (segs.)	Diferencia (segs)
Bollo	3.15	2.04	1.11
Baguette suprema	3.15	2.46	0.69
Baguette	3.15	2.10	1.05
Dejuner	3.15	1.97	1.18
Hamburguesa queen	3.15	2.27	0.88
Hamburguesa king	3.15	2.07	1.08
Hamburguesa deluxe	3.15	2.24	0.91

La frecuencia con que ocurre este elemento extraño es:

$$1960 = \frac{10.89}{180} = 11 \text{ veces}$$

Por lo tanto las diferencias determinadas de los tiempos se reparte cada 11 veces de ocurrencia:

Producto	Tiempo medio de elemento extraño 1	Tiempo medio (segs.)	Diferencia (segs)	Dif/11
Bollo	3.15	2.04	1.11	0.10
Baguette suprema	3.15	2.46	0.69	0.06
Baguette	3.15	2.10	1.05	0.10
Dejuner	3.15	1.97	1.18	0.11
Hamburguesa queen	3.15	2.27	0.88	0.08
Hamburguesa king	3.15	2.07	1.08	0.10
Hamburguesa deluxe	3.15	2.24	0.91	0.08

Elemento extraño 2:

Este elemento extraño se manifiesta en la ejecución del segundo elemento, tomar pan y meter en bolsa, ya que es en ese momento donde se da la inspección.

Similar a lo anterior, se determinaron los tiempos medios del elemento extraño para cada producto a partir de los 280 ciclos que se tomaron por cada uno:

De los 280 ciclos que se tomaron por producto (20 ciclos X productos X 14 días), este elemento se registró aproximadamente 28 inspecciones (2 inspecciones cada 20 ciclos)

Se obtuvieron los siguientes tiempos medios del elemento extraño:

Producto	Tiempo medio del elemento extraño 2 para cada producto (ti. elem ex / 28)
Bollo	15.03
Baguette suprema	10.27
Baguette	6.21
Dejuner	11.90
Hamburguesa queen	6.42
Hamburguesa king	12.20
Hamburguesa deluxe	5.45

- El Tiempo medio de Ejecución del Elemento 2 para los distintos productos son los siguientes: (obtenido de la toma tiempos).

Producto	Tiempo medio (segs.)
Bollo	13.39
Baguette suprema	8.56
Baguette	4.52
Dejuner	10.33
Hamburguesa queen	4.68
Hamburguesa king	10.74
Hamburguesa deluxe	3.73

Diferencias entre el tiempo de los elementos extraños y los tiempos medios

Producto	Tiempo medio de elemento extraño 2	Tiempo medio (segs.)	Diferencia (segs)
Bollo	15.03	13.39	1.64
Baguette suprema	10.27	8.56	1.71
Baguette	6.21	4.52	1.69
Dejuner	11.90	10.33	1.57
Hamburguesa queen	6.42	4.68	1.74
Hamburguesa king	12.20	10.74	1.46
Hamburguesa deluxe	5.45	3.73	1.72

La frecuencia con que ocurre este elemento extraño es:

$$280 = \frac{10 \text{ veces}}{28}$$

Por lo tanto las diferencias determinadas de los tiempos se reparte cada 10 veces de ocurrencia:

Producto	Tiempo medio de elemento extraño 2	Tiempo medio (segs.)	Diferencia (segs)	Dif/10
Bollo	15.03	13.39	1.64	0.16
Baguette suprema	10.27	8.56	1.71	0.17
Baguette	6.21	4.52	1.69	0.17
Dejuner	11.90	10.33	1.57	0.16
Hamburguesa queen	6.42	4.68	1.74	0.17
Hamburguesa king	12.20	10.74	1.46	0.15
Hamburguesa deluxe	5.45	3.73	1.72	0.17

frecuencias de los elementos:

Producto	Frecuencia cada 11 ciclos (1er. Elemento)	frecuencia cada 10 ciclos (2do. Elemento)	Suma frecuencias
Bollo	0.10	0.16	0.26
Baguette suprema	0.06	0.17	0.23
Baguette	0.10	0.17	0.26
Dejuner	0.11	0.16	0.26
Hamburguesa queen	0.08	0.17	0.25
Hamburguesa king	0.10	0.15	0.24
Hamburguesa deluxe	0.08	0.17	0.25

Si se agrega la suma de frecuencia al tiempo medio de cada elemento nos da el tiempo cronometrado

Para el pan Bollo se desarrolla:

$$\text{Suma: } 0.10 + 0.16 = 0.26$$

Elemento # 1 (Tomar y Abrir Bolsa)

$$X1 = 2.04 + 0.26 = 2.30 \text{ seg. (Tc)}$$

Elemento # 2 (Tomar pan e introducir en Bolsa)

$$X2 = 13.39 + 0.26 = 13.65 \text{ seg. (Tc)}$$

Elemento # 3 (Enrolla bolsa, pone alambre, pasa producto)

$$X3 = 3.52 + 0.26 = 3.78 \text{ seg. (Tc)}$$

Los tiempos cronometrados para los demás productos se muestran en la tabla de resultados de la toma de tiempos.

ANEXO III
RESULTADOS DE LA TOMA DE TIEMPOS

BOLLO				
EMPAQUE				
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	
Tiempo medio	2	14	4	
Factor de niv.	1.12	1.12	1.12	
Tiempo normal	3	15	4	
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	
Tiempo Standar	3	17	5	
TOTAL			24	
bolsas por minuto			3	
ENCAJILLADO 8 BOLSAS POR CAJA				
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4
Tiempo medio	8	27	4	7
Factor de niv.	1.09	1.09	1.09	1.09
Tiempo normal	9	30	5	7
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	1.08
Tiempo Standar	9	32	5	8
TOTAL				54
				7
TOTAL DE TIEMPO INVERTIDO POR BOLSA			31	SEG
BOLSAS POR MINUTO			2	
BOLSAS POR HORA			117	
UNIDADES POR HORA			1879	
DOCENAS POR HORA			157	

BAGUETTE SUPREMA				
EMPAQUE				
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	
Tiempo medio	3	9	4	
Factor de niv.	1.12	1.12	1.12	
Tiempo normal	3	10	4	
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	
Tiempo Standar	3	11	5	
TOTAL			19	
Bolsas por minuto			3	
ENCAJILLADO 10 BOLSAS POR CAJA				
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4
Tiempo medio	8	27	5	6
Factor de niv.	1.09	1.09	1.09	1.09
Tiempo normal	9	29	5	6
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	1.08
Tiempo Standar	9	32	5	7
TOTAL				53
Bolsas por minuto				5
TOTAL DE TIEMPO INVERTIDO POR BOLSA			24	SEG
BOLSAS POR MINUTO			2	
BOLSAS POR HORA			150	
UNIDADES POR HORA			1197	
DOCENAS POR HORA			100	
DEJUNER				
EMPAQUE				
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	
Tiempo medio	2	8	4	
Factor de niv.	1.12	1.12	1.12	
Tiempo normal	2	9	4	
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	
Tiempo Standar	3	9	5	
TOTAL			17	
Bolsas por minuto			4	

ENCAJILLADO	10 BOLSAS POR CAJA			
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4
Tiempo medio	7	26	4	7
Factor de niv.	1.09	1.09	1.09	1.09
Tiempo normal	8	28	5	7
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	1.08
Tiempo Standar	8	30	5	8
TOTAL				52
Bolsas por minuto				5
TOTAL DE TIEMPO INVERTIDO POR BOLSA			22	SEG
BOLSAS POR MINUTO			3	
BOLSAS POR HORA			165	
UNIDADES POR HORA			988	
DOCENAS POR HORA			82	
BAGUETTE				
EMPAQUE				
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	
Tiempo medio	2	5	4	
Factor de niv.	1.12	1.12	1.12	
Tiempo normal	3	5	4	
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	
Tiempo Standar	3	6	4	
TOTAL			13	
Bolsas por minuto			5	
ENCAJILLADO				
	10 BOLSAS POR CAJA			
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4
Tiempo medio	7	26	5	7
Factor de niv.	1.09	1.09	1.09	1.09
Tiempo normal	8	29	5	7
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	1.08
Tiempo Standar	8	31	6	8
TOTAL				53
Bolsas por minuto				5
TOTAL DE TIEMPO INVERTIDO POR BOLSA			18	SEG
BOLSAS POR MINUTO			3	
BOLSAS POR HORA			196	
UNIDADES POR HORA			979	
DOCENAS POR HORA			82	

HAMBURGUESA QUEEN				
EMPAQUE				
	Elemento 0	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3
Tiempo medio	2	2	4	3
Factor de niv.	1.12	1.12	1.12	1.12
Tiempo normal	2	3	4	3
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	1.08
Tiempo Standar	2	3	4	4
TOTAL				13
Bolsas por minuto				5
ENCAJILLADO				
15 BOLSAS POR CAJA				
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4
Tiempo medio	7	29	8	7
Factor de niv.	1.09	1.09	1.09	1.09
Tiempo normal	8	32	8	8
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	1.08
Tiempo Standar	9	34	9	9
TOTAL				61
Bolsas por minuto				4.0
TOTAL DE TIEMPO INVERTIDO POR BOLSA			17	SEG
BOLSAS POR MINUTO			3	
BOLSAS POR HORA			208	
UNIDADES POR HORA			1038	
DOCENAS POR HORA			87	
HAMBURGUESA KING				
EMPAQUE				
	Elemento 0	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3
Tiempo medio	2	2	7	3
Factor de niv.	1.12	1.12	1.12	1.12
Tiempo normal	2	2	8	3
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	1.08
Tiempo Estándar	2	2	8	4
TOTAL				17
Bolsas por minuto				4

ENCAJILLADO	6 BOLSAS POR CAJA			
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4
Tiempo medio	7	14	4	7
Factor de niv.	1.09	1.09	1.09	1.09
Tiempo normal	8	16	5	7
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	1.08
Tiempo Standar	8	17	5	8
TOTAL				38
Bolsas por minuto				6
TOTAL DE TIEMPO INVERTIDO POR BOLSA			23	SEG
BOLSAS POR MINUTO			3	
BOLSAS POR HORA			157	
UNIDADES POR HORA			1257	
DOCENAS POR HORA			105	
HAMBURGUESA DELUXE				
EMPAQUE				
	Elemento 0	2	Elemento 2	Elemento 3
Tiempo medio	2	2	4	3
Factor de niv.	1.12	1.12	1.12	1.12
Tiempo normal	2	2	4	4
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	1.08
Tiempo Estándar	2	2	5	4
TOTAL				13
Bolsas por minuto				5
ENCAJILLADO				
	15 BOLSAS POR CAJA			
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4
Tiempo medio	7	30	10	8
Factor de niv.	1.09	1.09	1.09	1.09
Tiempo normal	8	35	11	9
Tolerancia	1.08	1.08	1.08	1.08
Tiempo Estándar	9	38	12	9
TOTAL				68
Bolsas por minuto				5
TOTAL DE TIEMPO INVERTIDO FOR BOLSA			18	SEG
BOLSAS POR MINUTO			3	
BOLSAS POR HORA			203	
UNIDADES POR HORA			1014	
DOCENAS POR HORA			84	

