

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Análisis de factibilidad de reubicación de la línea de
producción en una fábrica de dulces

Trabajo de investigación presentado por Gonzalo Arturo
Gutiérrez Arias para optar para el grado de Licenciado en
Ingeniería Industrial.

Guatemala
2004

RESUMEN

El estudio que se presenta a continuación analiza la situación actual de las líneas de producción de una empresa de dulces. Se enfocara en el área de dulces duros que cuenta con un espacio muy reducido lo cual no permite operar a máxima capacidad. Es necesario contar con un mayor espacio y lograr una reubicación adecuada permitiendo que se opere a un nivel óptimo.

El principal objetivo de este estudio es analizar la situación actual de la empresa y presentar una propuesta de la reubicación de las líneas de producción de dulces duros para que estas puedan operar a un nivel optimo de eficiencia y al mismo tiempo contar con más espacio, para que en un futuro se pueda introducir nueva maquinaria, según lo requiera el mercado.

La demanda, capacidades de las líneas, diagramas de operación, y rutas de recorrido también serán tomados en cuenta en este estudio, ya que la eficiencia no solo se ve afectada por la ubicación de las líneas de producción sino también por el estado de estos factores por igual.

Al lograr una reubicación adecuada de las líneas de producción, estas operaran a un nivel eficiente y óptimo, contando con un mayor espacio para que puedan existir posibilidades de expansión.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	iv
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE GRAFICAS	viii
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
A. Descripción de la empresa	2
B. Misión y visión	2
C. Políticas	2
D. Objetivos	2
E. Administración de la demanda	3
F. Planificación y proceso de la producción	3
III. SITUACIÓN ACTUAL	5
A. Condiciones actuales de los productos	5
B. Área original	6
C. Área nueva	11
IV. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN	12
A. Propuesta A	12
B. Propuesta B	16
C. Propuesta C	17
V. EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS	20
A. Propuesta A	20
B. Propuesta B	24
C. Propuesta C	28
VI. RESUMEN DE LAS PROPUESTAS	32
A. Situación actual	32
B. Propuesta A	32

C. Propuesta B	33
D. Propuesta C	33
VII. ESTUDIO FINANCIERO	34
A. Inversión inicial	34
B. Proyección de ingresos	34
C. Proyección de costos	35
D. Flujo de Efectivo	35
E. Análisis de sensibilidad	36
VIII. CONCLUSIONES	38
IX. RECOMENDACIONES	39
X. BIBLIOGRAFÍA	40
XI. APÉNDICE	41

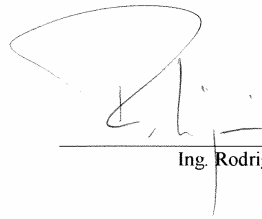
LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1.	Productos y líneas	5
2.	Características de los productos	6
3.	Abastecimiento de materia prima	9
4.	Operarios por línea	10
5.	Colocación de techo del cuarto frío	13
6.	Instalación de iluminación	13
7.	Instalaciones eléctricas	13
8.	Adquisición de tarimas	13
9.	Construcción de pared de 80 mts ²	14
10.	Materia prima	14
11.	Demolición de paredes	16
12.	Techo para la ampliación del cuarto frío	18
13.	Detalle de demolición de pared	18
14.	Construcción de pared para la bodega	19
15.	Construcción de paredes para ampliación cuarto frío	19
16.	Mejoras en tiempos propuesta A	20
17.	Mejoras en distancias recorridas de propuesta A	21
18.	Total a invertir en propuesta A	24
19.	Mejoras en tiempos propuesta B	25
20.	Mejoras en distancias recorridas propuesta B	25
21.	Espacios entre maquinaria propuesta B	27
22.	Mejoras en tiempos propuesta secundaria C	28
23.	Mejoras en distancias recorridas propuesta C	28
24.	Espacio entre maquinaria y paredes propuesta C	30
25.	Total a invertir en propuesta C	31
26.	Resumen de inversión por propuesta	32
27.	Inversión inicial	34
28.	Proyección de ingresos	34
29.	Costos de operación	35
30.	Flujo de efectivo	36
31.	Variación valor presente neto	36
32.	Variación tasa interés de retorno	36

Lista de Gráficas

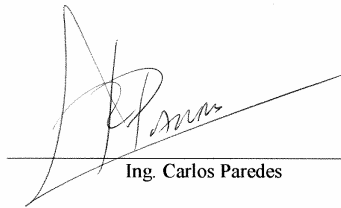
1. Ventas	7
2. Variación Valor presente neto	37
3. Variación tasa interés de retorno	37

Vo. Bo.:

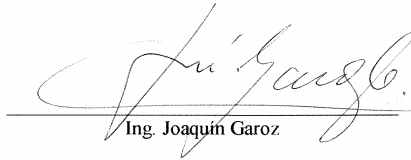


Ing. Rodrigo Luján

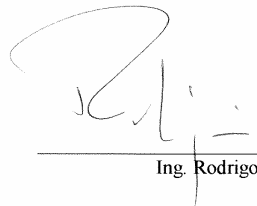
Tribunal examinador:



Ing. Carlos Paredes



Ing. Joaquín Garoz



Ing. Rodrigo Luján

Fecha de aprobación: 7 de junio 2004

I. INTRODUCCIÓN

La empresa donde se realiza el siguiente estudio presenta un espacio de producción muy reducido en el área de dulce, no pudiendo de esta manera producir de una manera eficiente. Los tiempos y distancias recorridos son demasiado extensos, debido a que la distribución de la maquinaria y ubicación de la bodega no son adecuadas.

El recorrido de los productos de las distintas líneas no se lleva a cabo de una manera ordenada, provocando así tiempos y distancias más grandes. Por el poco espacio con que se cuenta en el área, es un hecho que al querer colocar maquinaria nueva o adicional, no existiría el espacio suficiente para colocarla.

Este estudio se enfocará en la distribución de las líneas de producción de tal manera que se pueda operar eficientemente. Es primordial reducir los tiempos y distancias recorridas, y lograr un flujo unidireccional para todas las líneas, donde se considerara todos los elementos del proceso.

Para poder encontrar el problema, se presenta la situación actual de las líneas y se analizan cada uno de los procesos para poder darle solución, al igual que varias propuestas, tomando en cuenta tiempos de proceso, distancias recorridas, espacios disponibles, y modificaciones que se tienen que realizar a la estructura.

Un flujo unidireccional es la manera óptima de ubicar las líneas de producción, para no tener interrupciones, obstáculos y retrasos por recorridos innecesarios y así se logra una distribución óptima en una de las propuestas con una inversión mínima, mejorando todos los aspectos que incluye una redistribución. El estudio económico se realizará con base a esta propuesta.

II. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

A. Descripción de la empresa

En el año 1984, esta empresa fue constituida para la elaboración de confites, siendo sus fundadores personas interesadas en poder ofrecer al mercado productos de la más alta calidad. Ellos pensaron desde el inicio en realizar todo tipo de actividades que permitirían que fuera una empresa eficiente y que los productos llegaran a todos los países del mundo. El chicle Bazooka fue el punto de partida y su venta exitosa llevó a lo largo de los años a ampliar las líneas de producción a otras áreas como galleta, paletas, dulces y chicle bolita.

B. Misión y visión

La empresa cuenta con una misión y visión establecida pero, al igual que en muchas empresas, el personal no las conoce, lo que puede llevar a una falta de alineación entre la dirección de la empresa y sus trabajadores. En Guatemala, la gran mayoría de empresas no invierten recursos en este tipo de elementos de planificación y, a pesar de su importancia, suelen pasar desapercibidos.

C. Políticas

Una política es una declaración que sirve como una guía para la acción. Las políticas son generales por naturaleza y simplemente constituyen guías que los administradores siguen. La empresa no cuenta actualmente con políticas definidas, hacienda necesario definir las.

D. Objetivos

La empresa está constituida estructuralmente por una gerencia general y cinco departamentos: Control de Calidad, Administración y Finanzas, Ventas y Mercadeo, Producción y Recursos Humanos. El procedimiento de definición de objetivos se inicia al nivel más alto (Gerencia General) y son quienes determinan y definen las guías más generales

Por ejemplo, si la gerencia general ha determinado ciertos niveles de crecimiento, los objetivos para las operaciones podrían ser: aumentar la capacidad un 10% o la producción un 15% en los próximos dos años.

Cada departamento define sus objetivos (cuantitativos) y metas (cualitativas), esto se efectúa cada año para los departamentos de Recursos Humanos, cada semestre para el de Control de calidad y Administración y Finanzas, trimestralmente en el caso de Ventas y Mercadeo y de una manera detallada que puede llegar a ser incluso semanal para el departamento de Producción.

E. Administración de la demanda

Está a cargo del departamento de Ventas y Mercadeo. Es importante notar que la empresa realiza exportaciones a toda Centroamérica y República Dominicana. Se puede decir que un 80% de los pedidos emitidos por el departamento de ventas y mercadeo están respaldados por órdenes de clientes y el 20% por pronósticos de ventas.

Los pronósticos se realizan principalmente en relación a los clientes que se poseen en República Dominicana y Costa Rica, debido al tiempo requerido para el envío del producto final, es necesario anticiparse a la demanda. Para realizar un pronóstico se toman en cuenta los siguientes factores:

- El mercado en general.
- Las acciones de los competidores.
- Los mercados financieros.
- Las condiciones generales del negocio.

La elaboración de pronósticos es una fase crítica de la planificación debido a que buenos pronósticos tendrán como resultado menos errores.

F. Planificación y proceso de la producción

Con la información obtenida por los departamentos de Producción y Ventas y Mercadeo, la gerencia general realiza la planificación de la producción. Básicamente, el gerente general es el encargado de conciliar los intereses del departamento de Ventas y Mercadeo (aumentar las ventas para alcanzar metas y objetivos) con los del departamento de producción (trabajar de acuerdo a la capacidad de la planta, no descuidar el nivel de calidad, entregar a tiempo).

Es en este momento en el que el gerente general define las prioridades de los pedidos, los criterios utilizados se listan a continuación en orden de importancia:

- Fecha requerida por el cliente.
- Volumen del pedido.
- Tipo de cliente.
- País de destino.

Con lo que se refiere al proceso de producción de pueden mencionar los siguientes pasos:

- Elaboración de la mezcla
- Cocción y secado a vacío
- Amasado a mano
- Troquelado y cortado
- Enfriamiento
- Empacado individual
- Empacado en cajas
- Cuarentena

III. SITUACIÓN ACTUAL

En el siguiente capítulo, se presenta la condición actual en que se encuentra la empresa. En primer lugar se describen los distintos productos que se elaboran, sus procesos y flujos en las instalaciones. Luego se presenta la distribución actual de las líneas de producción y el espacio disponible para su reubicación.

A. Condiciones actuales de los productos.

La empresa cuenta con una gran gama de productos siendo un gran porcentaje para exportación a la República Dominicana, El Salvador, y otros países de Latinoamérica. La elaboración se hace con la dedicación y calidad que un producto de esta índole merece, y también es elaborado con materia prima importada, en su mayoría de Nueva Zelanda.

La fábrica está conformada por varias áreas de producción, incluyendo el área de dulces donde se realizará este estudio. El área en cuestión está dividida a su vez en dos, que se denominarán como: <<área original>> y <<área nueva>>. Entre los productos de mayor demanda de la empresa se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Productos y Líneas

DESCRIPCIÓN	LÍNEA	PRESENTACIÓN
Producto uno	Cuadreta	2.4gr
Producto dos	Cuadreta	2.4gr
Producto tres	Latini	12gr
Producto cuatro	Latini	6gr
Producto cinco	Latini	12gr
Producto seis	Bombón	17gr y 10gr
Producto siete	Twist	4gr
Producto ocho	Dulce Duro	4gr
Producto nueve	Dulce Duro	4gr
Producto diez	Dulce Duro	4gr
Producto once	Dulce Duro	4gr
Producto doce	Latini 2	17gr

B. Área original

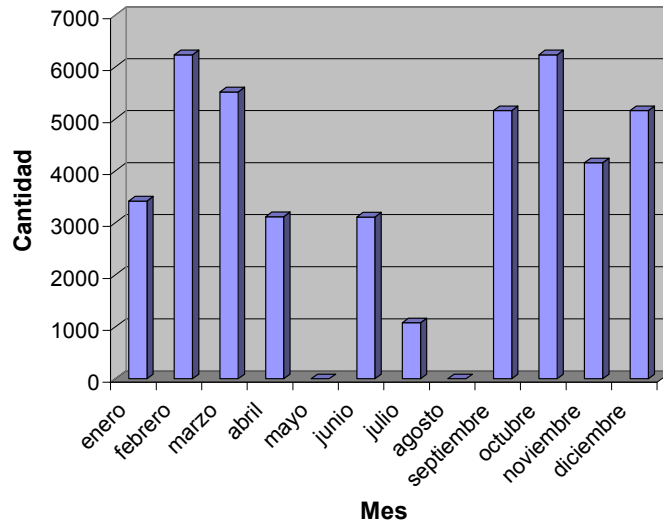
Los productos tres y cuatro son los que mayor demanda tienen, seguidos por los productos uno y dos. Los productos cinco, seis y siete se encuentran actualmente en estado de prueba, por lo que todavía no se conoce una cifra exacta de producción y que aceptación va a tener cada uno de ellos.

Dependiendo de la línea, cada producto es empacado de distinta manera. Por ejemplo, los productos tres y cuatro que son empacados individualmente después de ser troquelados, se presentan en tiras de seis unidades. Luego son empacados en caja. La unidad de medida para las ventas es por fardo. Se puede apreciar cada uno de los productos por fardo en la Tabla 2.

Tabla 2 Características de los productos

Producto	Peso	Pres.	Unidades/Bolsa	Bolsas/Fardo
Producto uno	2.4gr	Bolsa	3250	1
Producto dos	2.4gr	Bolsa	3250	1
Producto tres	12gr	Tira	10	80
Producto cuatro	6gr	Tira	10	80
Producto cinco	12gr	Tira	10	86
Producto seis	17gr,10gr	Bolsa	48,24	16,36
Producto siete	4gr	Bolsa	90	30
Producto ocho	4gr	Bolsa	90	30
Producto nueve	4gr	Bolsa	90	30
Producto diez	4gr	Bolsa	90	30
Producto once	4gr	Bolsa	90	30
Producto doce	17gr	Bolsa	40	15

Gráfica 1 Ventas Dulce Duro



1. Línea dulce duro

En la gráfica 1 se puede observar que el dulce duro, compuesto por los productos nueve y once, no tiene una demanda constante por lo que con datos de años anteriores se pueden obtener proyecciones de ventas mensuales. Con ello se puede ver que los meses de mayo y agosto son considerados meses bajos, por lo que no se produce del todo. Luego el resto de los meses presenta una demanda promedio de 4,200 fardos por mes. También se debe considerar que dos veces al año se reciben pedidos de 6,300 fardos por mes, que se pueden apreciar en la gráfica anterior, correspondiendo a los meses de febrero y octubre.

El dulce duro es una línea que además del túnel de enfriamiento necesita un cuarto frío para terminar de secar el producto. En este lugar existe una demora, donde el dulce permanece en una caja enfriándose, antes de ser llevado a la empacadora individual.

Esta línea comparte un cuarto de enfriamiento, donde también se empaqueta uno de los otros productos más vendidos del área de chicle, que es el denominado chicle bolita. En este cuarto de enfriamiento se empaquetan las unidades individuales en bolsa, que luego son transportadas para su colocación en cajas. (vid. Apéndice A y Apéndice J)

Finalmente, se tiene el producto uno que es un producto medicinal. En este caso, la producción es únicamente bajo pedido especial y se realiza sólo dos veces al año con ventas de aproximadamente 6,300 cajas por pedido.

El principio de flujo unidireccional no se cumple ya que dice que no deben cruzarse las rutas de trabajo con las de transporte. En todo punto de una fábrica, el material debe fluir solamente en una sola dirección y una distribución que no se ajusta a esto ocasionará considerables dificultades, si no es que un verdadero caos, por lo que debe evitarse (Taufik y Chevvel,1984). Este flujo es muy desordenado y se puede apreciar en el Apéndice W.

2. Línea Latini 1

Los productos tres y cuatro tienen varias presentaciones, siendo éstas de 6 y 12 gr. El promedio de ventas de las paletas en ambas presentaciones es de 2,500 cajas mensuales.

Esta línea (Latini) es la que más produce, aunque no es la de mayor capacidad. No necesita de un cuarto frío ya que cuenta con un túnel de enfriamiento, y ya sale empacado individualmente el producto, por lo que el último paso es su colocación en caja. La materia prima de este producto se encuentra en la bodega principal, que está ubicada en otra área de la planta. Esto puede dificultar un poco la llegada de la materia prima a las mezcladoras y cocedoras. Cerca de toda la maquinaria, sólo se cuenta con una parte de la materia prima, en particular, las esencias. Las esencias son los colores y sabores que se le aplican. Este problema también lo enfrenta la línea del dulce duro. Para tener una mejor idea del proceso y del flujo referirse a los Apéndices A, H y U.

3. Línea Latini 2

La última línea es la de la paleta de figura (Latini 2) que todavía no se encuentra en marcha, como se mencionó anteriormente, todavía se están haciendo pruebas con la maquinaria, y no se ha lanzado al mercado. También en esta ocasión se vuelve a repetir el problema del traslado de la materia prima de un lugar no adecuado.(vid. Apéndice A). El flujo de esta línea es el que se lleva a cabo en una manera mas unidireccional, sin estar regresando por los mismos lugares, como se puede ver en el Apéndice V. También el diagrama de proceso se puede apreciar en el Apéndice I.

4. Almacenamiento

Esta área también cuenta con una jaula para almacenar los materiales a utilizar en el día. (vid. Apéndice A). Estos son pedidos a bodega, con un día de antelación para poder llevar un estricto control de

inventario. En esta jaula se tiene las cubetas con glucosa, colorantes, sabores, palillos de las paletas, bobinas para el empaque individual de los productos, bolsas para los dulces duros y bombones, y cajas para todos los productos.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la bodega de materia de la planta se encuentra en el centro de esta, dificultando así el traslado de la materia prima al área en que se enfoca este estudio (Apéndice 3). Los materiales que más espacio ocupan son los toneles y el azúcar. Actualmente la producción requiere de un abastecimiento de 144 toneles y de 1,000 quintales de azúcar mensuales. En la Tabla 3 se denota los requerimientos de abastecimiento de la materia prima

Tabla 3 Abastecimiento de materia prima

Descripción	Contenedores/mes	Unidades/contenedor	Total
Toneles Glucosa	2	72 toneles de 310kg c/u	144
Azúcar	2	500 quintales de 50lbs c/u	1000

5. Transporte

El transporte de las materias primas y del producto en proceso se realiza de la siguiente manera. En primer lugar, la glucosa y la azúcar se transportan en carretones con ruedas que son jalados por un operario. Estos son utilizados para llevar la glucosa y el azúcar al almacenamiento temporal, antes de verter ambos en las marmitas. Luego la mezcla que sale de la marmita se coloca también en cubetas y así es vertida en la cocedora. Luego de la cocción, la mezcla es vertida en un carrito con ruedas y luego es empujado por un operario hasta la mesa de amasado.

También se puede mencionar la manera de transportar el producto antes de ser empacado. En el caso de los productos tres y cuatro, éstos caen en una caja, y luego son llevados a la mesa de empaque. Los productos siete al once también caen en una caja adentro del cuarto frío, y ésta es llevada a la empacadora individual. Estos productos son transportados de manera manual por un operario que los lleva al lugar donde serán empacados.

La última forma de transporte de materiales es el transporte en bandas de producto terminado, usualmente ya en bolsas para ser pesado y colocado en cajas.

En todas las líneas de producción se tiene solamente al personal necesario. Estas cuentan con los operarios que manejan la línea y preparan las mezclas y los empacadores. En la Tabla 4 se denota la cantidad de operarios por línea de producción:

Tabla 4 Operarios por línea

Línea	Operarios	Empacadores	Total
Latini	2	4	6
Latini 2	7	2	9
Dulce Duro	7 (3 tec-mac)	1	8
Pulmo Calcio	7 (3 tec-mac)	1	8
Dulce Twist	N/A	N/A	N/A
Bombón	11(1 indiv)	2	13

Se debe mencionar que con la producción actual estas líneas ya están balanceadas.

Las líneas de producción que se mencionan en la Tabla 4 se encuentran en el área de dulces, cuya distribución actual no es adecuada. Uno de los mayores problemas de esta área es el hecho de que se cuenta con muy poco espacio, no necesariamente entre maquinaria, pero si existiera la necesidad de expandirse debido a una mayor demanda, no existe lugar en el que se pueda colocar maquinaria nueva. Tampoco se puede considerar la reubicación de la maquinaria, para colocar elementos nuevos, ya que el flujo de los productos no sería eficiente.

En la planta se manejan dos tipos de arreglos de distribución: por proceso y producción en línea. En la distribución por proceso, se agrupan todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso. Para el resto de procesos, el material es el que hace el recorrido(Hodson, 1996).Las cocedoras y marmitas se encuentran todas juntas ya que cumplen con la misma función

Durante todo el proceso, de los diferentes productos, la materia prima y demás elementos no están siempre visibles, ya que estos se encuentran a veces en pasillos estrechos, o lugares poco accesibles. Esto se debe a que se han ido construyendo paredes, y formando pasillos, según ha ido creciendo la planta, también porque esta planta ya existía. Por lo tanto, el principio de máxima visibilidad, que establece que todos los hombres y materiales deben ser fácilmente observables en todo momento: no debe haber escondrijos en lo que pueden extraviarse los objetos (Taufik y Chevvel,1984).Este criterio no se cumple, y a veces difícil de satisfacer, particularmente si se adquiere una planta ya existente. También un principio que enfrenta fuerte resistencia, y se solicitan a menudo oficinas, almacenes, estantes y recintos cerrados especiales, no por su utilidad sino porque constituyen un símbolo de jerarquía o de categoría.

C. Área nueva

Como se mencionó anteriormente, los productos seis y siete son nuevos y todavía están en fases de prueba, por lo que no ha empezado su producción.

Estas líneas de producción son de reciente adquisición ya que desde hace un tiempo se cuenta con una ampliación de la planta, que será denominada <<Área Nueva>> y se puede observar en el Apéndice B. En esta área se colocaron las líneas del producto seis y siete, las cuales son alimentadas por una cocedera continua de alta capacidad. Los procesos de estas dos líneas se pueden apreciar en los Apéndices K y L.

Ambas líneas cuentan con un cuarto frío donde luego las unidades individuales son empacadas en bolsas y luego transportadas para su colación en cajas, siendo estos procesos muy similares a los del área original.

En esta área, el flujo del producto, exceptuando la llegada de la materia prima, es lineal. Desde su mezcla y cocción hasta su empaque en cajas, el flujo es una línea recta continua. (Vid. Apéndice X) La materia prima se traslada desde las bodegas de almacenamiento, encontrándose éstas en un lugar poco accesible, ya que se tiene que pasar por varias áreas de la planta. En el Apéndice C se puede tomar una mejor idea todo el recorrido que tiene que hacer la materia prima.

Los transportes de la materia prima y productos en proceso son idénticos al del área nueva, donde se usan cubetas y carritos para el manejo de los materiales. También se utilizan bandas para llevar el producto a pesa cuando este ya está empacado en bolsa, como en el caso de los productos seis y siete.

IV. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN

En esta sección se presenta la propuesta de distribución de las líneas de producción de los diferentes productos, la cual se localizará en el área nueva. Se establece una propuesta principal por medio de los flujos de los productos, y dos ideas adicionales que pueden reemplazar la idea principal o complementarla. Al final se evaluará cada idea para determinar qué tan factible es para la fábrica realizar los cambios indicados.

A. Propuesta A

La distribución de una planta toma en cuenta la disposición física de la misma y todos sus componentes y comprende la disposición de todo el equipo utilizado para la producción en los distintos departamentos que la conforman. La distribución afecta la organización de una planta, ya que ésta determina la velocidad con que fluye el trabajo y por ello la distribución es de suma importancia (Taufik y Chavwel, 1984). En esta propuesta se tomará en cuenta todos los elementos necesarios para hacer una buena distribución.

La empresa posee una gran variedad de productos y está subdividida en tres áreas principales: chicle, dulce y galleta. El área de dulce, la cual produce varios tipos de producto, se encuentra en un espacio muy reducido y no tiene posibilidades de crecimiento ni un flujo de producto eficiente.

Uno de los principales problemas para la empresa, es que la entrada de materia prima y el traslado hacia el lugar de proceso es ineficiente. La materia prima ingresa por un portón donde el furgón descarga. Luego es trasladada a la bodega de materia prima. Esta bodega se encuentra en el corazón de la fábrica, donde trasladar la materia prima se convierte en una serie de pasadizos por todas las instalaciones (Vid. Apéndice C)

Otro problema que se presenta es la falta de espacio para ampliaciones futuras, ya que el área está cercada y rodeada por otras áreas sin posibilidades de expansión.

Para tener una producción eficiente, se debe trasladar toda la maquinaria de dulce al área nueva, donde existe un portón que colinda con la calle y así facilitar la entrada de la materia prima. Con la puerta

que se encuentra en este lugar, se puede introducir la materia prima a una jaula para almacenamiento. De esta manera, la materia prima, que consiste en azúcar y glucosa puede ser transportada en un menor tiempo, aumentando la eficiencia y disminuyendo el tráfico y obstaculización en el resto de las áreas.

Se dispone de un espacio a lo largo donde se puede considerar un flujo recto y continuo desde la entrada de la materia hasta la salida del producto terminado. (Vid. Apéndice Y)

Debido a que dos de las líneas de la producción necesitan un cuarto de enfriamiento, a continuación se presenta una cotización de construir uno nuevo, para albergar las maquinas empacadoras de estas dos líneas.

Para tener un ambiente totalmente hermético también se tiene que considerar el techo del cuarto, de donde se descarga el aire frío. Este techo necesita de un revestimiento especial. Todo el material a utilizar se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5 Detalle de cotización del techo del cuarto frio

Descripción	Cantidad	Costo/Unidad	Total
Multimuro	250.91	\$ 38.50	\$ 9,660.04
Esquineros interiores multipanel	39	\$ 10.44	\$ 407.16
Esquineros exteriores Multipanel	4	\$ 15.11	\$ 60.44
Perfil T	10	\$ 4.97	\$ 49.70
Total			\$ 10,177.34
Total quetzales			Q82,436.41

El resto de cotizaciones se detallan en las Tablas seis, siete y ocho, e incluyen la iluminación del cuarto frío, y todas las instalaciones eléctricas, tuberías de agua, vapor, etc., que corresponden y se necesitan para el funcionamiento de las líneas de producción.

Tabla 6 Detalle de cotización de iluminación

Descripción	Cantidad	Costo/Unidad	Total
Lámparas	12	Q1,016	Q12,292
Material(flipones, interruptores,etc)			Q6,000
Mano de obra			Q5,500
Total			Q23,792

Tabla 8 Detalle cotización de tarimas

Descripción	Cantidad	Costo/Unidad	Total
-------------	----------	--------------	-------

Estanterías 2 niveles	5	3,500	17,500
Estanterías 3 niveles	7	4,000	28,000
Total			45,500

Las cocedoras y marmitas se colocaran al nivel de la cocedora automática, que ya se encuentra en el lugar para que todo un mismo tipo de maquinaria que cumple con la misma función quede junto. Luego se colocarán las líneas Latini, enfrente de las cocedoras y marmitas, siempre dejando un espacio suficiente para que no interrumpa el traslado de la mezcla a las líneas de dulce duro que se encuentran un poco más alejadas. (Vid. Apéndice E)

Se toma en consideración también el espacio necesario para la bodega de materia prima, teniendo una entrada por la puerta que da a la calle. En este lugar se almacenarán los toneles de glucosa, cubetas, sacos de azúcar y todo el material de empaque que incluye papel, bobinas, cajas y bolsas. En la Tabla 9 se presenta el valor de levantar las paredes para conformarla.

Tabla 9 Detalle construcción de pared 80mts²

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo/Unidad	Total
Excavación	m3	6	Q50.00	Q300.00
Concreto	m3	1.5	Q600.00	Q900.00
Hierro 3/8	qq	1	Q300.00	Q300.00
Hierro 3/8	qq	6	Q300.00	Q1,800.00
Hierro 1/4	qq	2.5	Q300.00	Q750.00
Blocks	m3	1230	Q1.70	Q2,091.00
Arena, piedra, cemento				Q1,000.00
Mano de obra				Q11,000.00
Total				Q18,141.00

En la Tabla 10 se presenta un cuadro con todos los materiales y las dimensiones de cada uno para así poder calcular el espacio necesario de almacenamiento.

Tabla 10 Materia Prima

Saco de azúcar de	Lb. =50
Toneles de glucosa	D = 61cm
Cubetas para llevar glucosa	D = 30cm
Bobinas	D = 14pulg ancho 10cm
Cajas	4m ²
Bolsas	5m ²

Se hará uso de tarimas para colocar todo el material de empaque las cuales tendrán tres niveles, ya que el proceso de subida de estos materiales puede ser manual y no es complicado.

Los toneles de glucosa son el material que más espacio ocupa, como se denota en la Tabla 10, por lo que se debería de arreglar en tarimas de cuatro toneles, para poder ponerlos en estanterías de dos niveles. Para poder subir los toneles se necesitará de un montacargas manual. Si los toneles se ponen en tarimas, el proceso de bajarlos y vertirlos en cubetas se puede volver un poco complicado y tedioso. Por ello es de suma conveniencia utilizar una bomba de trasiego para sacar así la glucosa de los toneles sin tener que moverlos de lugar.

Como en toda fábrica de producción, el espacio disponible es crítico, por lo que se deben poner estanterías para el almacenamiento de los diferentes productos y así disponer de mas espacio para maquinaria, pasillos, etc. En este caso, se propone poner estanterías de dos niveles para los toneles de glucosa. El azúcar se almacena apilada hacia arriba como se hace actualmente. Con lo que se refiere a material de empaque, éste incluye: bobinas, bolsas, cajas para empaque y cajas con otros materiales adicionales.

La jaula de materia prima de productos en proceso que tiene cada línea de producción se eliminaría, ya que la bodega está muy cercana al área de producción. Para poder eliminar esta jaula, se debe poner un control de inventarios más estricto para poder llevar un orden adecuado.

Con lo que se refiere a las líneas de los productos dos, ocho y once, éstas se colocan enfrente del cuarto frío, siendo únicamente las bandas transportadoras y las empacadoras las que se encuentran adentro. Esta parte del proceso, necesita de este cuarto ya que el dulce sale demasiado caliente y necesita un periodo de enfriamiento antes de ser empacado. (Vid. Apéndice E)

Otro aspecto importante que se debe tomar en cuenta es la facilidad con que se recibe el material en el momento de recepción de materia prima. En este momento no se cuenta con ningún tipo de muelle para la recepción de materia prima. En una buena distribución, se debe prestar particular atención a los puntos de abastecimiento, los cuales deben ser amplios y de fácil acceso. Generalmente pueden incluirse en forma simple y barata al planear la distribución, y por no hacerlo a menudo es imposible hacer las modificaciones indispensables en distribuciones insatisfactorias, obsoletas o inadecuadas (Taufik y Chavwel,1984).

La plataforma del muelle debe estar a la misma altura que las demás superficies, por lo que el furgón tiene que estar a un nivel mas bajo. Existen muchas variables para determinar la altura de los

muelles, ya que dependerá si el furgón esta cargado, el tamaño de las llantas, etc.(Konz,2001). Entonces sería conveniente utilizar un nivelador de camión para poder afrontar estas variables.

Un último aspecto a considerar es la eliminación de las varias paredes, las cuales colindan con un terreno que no es propiedad de la empresa, aún estando adentro de la misma galera. Éstas se tendrán que eliminar para lograr una distribución eficiente, sin que se llegue a caer en el mismo problema que se encuentra. (Vid. Apéndice D)

Tabla 11 Demolición de paredes

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo/Unidad	Total
Muro	m ²	189.72	Q20.00	Q3,794.40
Material removido	m ³	31	Q10.00	Q310.00
Transporte Camionadas		6	Q500.00	Q3,000.00
Limpieza				Q100.00
Total				Q7,204.40

B. Propuesta B

Para tener una mejor calidad y eficiencia en la producción de las paletas (líneas Latini), se puede considerar que estas dos líneas también desemboquen en el cuarto frío.

En estas líneas, el producto, es empacado individualmente después de pasar por el troquel. Como es un sello al vacío, esto no permite que escape calor y también complica el enfriamiento del producto.

Lo anterior demuestra que el túnel de enfriamiento de las líneas no es suficiente, provocando que en el momento de empacar el producto en cajas, éste se deforme. Esto por supuesto no pasa la inspección en cuarentena y significa una pérdida de producto al igual que económica.

Así como se mencionó anteriormente, el espacio disponible es crítico para cualquier empresa de producción, por lo que en este caso se propondrá una nueva ubicación a la jaula de materia prima, las cocedoras, y la mesa de amasado. (Vid. Apéndice F)

Nuevamente, el flujo del producto se mantiene en línea recta, con el único cambio de que las líneas Latini desemboquen también en el cuarto frío. El muelle también se realizará de la misma manera para así poder descargar la materia prima con más facilidad.

La bodega de materia prima, en este segundo caso, se colocaría de una manera distinta. Ésta tendría la puerta de entrada de materia prima, que colinda con el área de servicios, y con una puerta de salida hacia el otro lado, para llevar la glucosa y azúcar a las marmitas.

También se debe considerar el espacio necesario para verter los toneles de glucosa en cubetas, que luego son vertidas en las marmitas. Una manera de evitar esto es poner una bomba de trasiego neumática, que lleve la glucosa directamente a las marmitas. De esta manera se ahorra el transporte manual en cubetas de la glucosa.

Las cocedoras y marmitas se colocan enfrente de la bodega de materia prima para así poder recibir en un flujo recto, los materiales necesarios. Luego se colocan las mesas de amasado manual y por último se encuentran ya las cuatro líneas que desembocan en el cuarto frío. (Vid. Apéndice F)

En el cuarto frío se encontrarían las empacadoras individuales de las líneas de dulce duro y las bandas transportadoras para la colocación en cajas y el sellado de las mismas. El empaque en cajas de todas las líneas se realizará fuera del cuarto frío, por lo que se necesitará un transporte en bandas o por sistema de gravedad que pase por un boquete en la pared. Este sistema de gravedad será realizado con tolvas, ya que éstas son fáciles de construir, operar y conservar. Tienen paredes laterales y un coeficiente de fricción bajo. (Konz, 2001).

Ya que el espacio del cuarto frío no es tan amplio como otras áreas, el manejo de los materiales se puede complicar un poco y se puede perder tiempo en ciertas operaciones. Para evitar este problema, se propone la eliminación de las bandas transportadoras y utilizar un sistema de gravedad, en donde las bolsas llenas sean colocadas en un cono inclinado y lleguen a un contenedor, donde son recogidas y contadas para su colocación en cajas y después selladas.

Como se mencionó anteriormente, el espacio es reducido, por lo que se tiene que considerar las distancias entre las estaciones de trabajo y la cantidad de operarios para tener un flujo sin obstáculos.

La inversión necesaria para esta propuesta es la misma que la anterior, ya que lo único que cambia es la ubicación de la maquinaria.

C. Propuesta C

En esta última propuesta, las cocedoras y mesas se quedan distribuidas de la misma manera. En este caso, el área que no pertenece a la empresa, no se toca, es decir, las paredes para utilizar esta área no se botan como en las demás propuestas. Esto sólo se aplica a las paredes que están cerca de toda la maquinaria. También la bodega de materia prima se edifica de tal manera que la puerta que da hacia fuera quede aproximadamente en el medio. (Vid. Apéndice 7)

El cuarto frío se realiza en donde se encuentra el pasillo, colindando de esta manera con el cuarto frío existente y ahora únicamente las líneas de dulce duro son las que desembocan en él. Se eliminará la puerta del cuarto frío existente para hacer de ese lado la ampliación como se muestra en el apéndice siete. Se debe construir una pared <<horizontal>> a 10.16mts del final del cuarto frío existente y otra pared <<vertical>> a 5.28mts de donde se encontraba la puerta. En este cuarto frío nuevo se colocarán las maquinas empacadoras, las cuales utilizaran el sistema de gravedad para transportar las bolsas hacia el empaque en cajas que se encuentra afuera del cuarto. En esta propuesta el tamaño del cuarto frío varía, por lo tanto la cantidad de material invertido en el techo también. En la Tabla 12 se presentan los detalles.

Tabla 12 Detalle cotización de techo de cuarto frío

Descripción	Cantidad	Costo/Unidad	Total
Multymuro	76	\$ 38.50	\$ 2,926.00
Esquineros Interiores Multypanel	12	\$ 10.44	\$ 125.28
Esquineros Exteriores Multypanel	2	\$ 15.11	\$ 30.22
Perfil T	3	\$ 4.97	\$ 14.91
Total			\$ 3,096.41
Total quetzales			Q25,080.92

También, en vez de que un operario sea el que lleve una canasta llena de dulces hasta la máquina empacadora, se colocarán bandas transportadoras, pudiendo así de esta manera reducir personal.

Las líneas Latini quedarán ubicadas a la misma altura que las de dulce duro, pero éstas no requieren de un cuarto frío y se creará un pasillo para el transporte del producto para ser empacado en caja. Para ello se necesita botar la pared que separa el área que no pertenece a la empresa y si es requerido puede ser edificada nuevamente a 2.56mts a la derecha de su posición original. De lo contrario este espacio puede ser dejado libre y si se presenta un crecimiento, puede ser utilizado para colocar nueva maquinaria, bodega, etc. El detalle de la cotización de la construcción y demolición requerida se presenta a en la Tabla 13

Tabla 13 Detalle de demolición de pared

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo/Unidad	Total
Muro	m2	86.13	Q20.00	Q1,722.60
Material removido	m3	14	Q10.00	Q140.00

Transporte Camionadas		3	Q500.00	Q1,500.00
Limpieza				Q100.00
Total				Q3,462.60

Como en este escenario se deben levantar las paredes de la bodega y también las que van a conformar la ampliación del cuarto frío. En las Tablas 14 y 15 se presentan sus detalles.

Tabla 14 Detalle de construcción de pared para la bodega

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo/Unidad	Total
Excavación	m3	7	Q50.00	Q350.00
Concreto	m3	1.5	Q600.00	Q900.00
hierro 3/8	qq	1	Q300.00	Q300.00
hierro 3/8	qq	1.3	Q300.00	Q390.00
hierro 1/4	qq	1.3	Q300.00	Q390.00
Blocks	m3	740	Q1.70	Q1,258.00
Arena, piedra, cemento				Q1,000.00
Mano de obra				Q11,000.00
Total				Q15,588.00

Tabla 15 Detalle de construcción de pared cuarto frío

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo/Unidad	Total
Excavación	m3	6	Q50.00	Q300.00
Concreto	m3	1.5	Q600.00	Q900.00
hierro 3/8	qq	1	Q300.00	Q300.00
hierro 3/8	qq	6	Q300.00	Q1,800.00
hierro 1/4	qq	2.5	Q300.00	Q750.00
Blocks	m3	1230	Q1.70	Q2,091.00
Arena, piedra, cemento				Q1,000.00
Mano de obra				Q11,000.00
Total				Q18,141.00

El transporte del producto hacia las mesas de empaque en cajas se realizará por medio de bandas transportadoras, donde los operarios estarán colocados y ahí pondrán <<los colgadores>> de las tiras y luego colocaran las tiras en cajas para después sólo ser selladas y llevadas a cuarentena. Estos operarios podrían utilizar banquillos para realizar estas operaciones, y así reducir la fatiga y cansancio.

Otra opción que se puede considerar es que dos operarios estén a lo largo de la banda transportadora metiendo las tiras de una vez en cajas, sin que se tenga que llegar por fuerza al final de la banda.

Las turbinas del aire acondicionado del cuarto frío existente se tienen que reubicar atrás del cuarto frío nuevo, y así poder ser funcionales para los dos cuartos, es decir, una turbina para cada uno. También se puede considerar subir las turbinas al techo para no tener obstáculos en el proceso.

V. EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS

A. Propuesta A

La evaluación de esta propuesta se basa en su mayoría en los tiempos, distancias y flujos obtenidos de la distribución de las líneas en el área nueva. Se toma en cuenta desde la entrada de la materia prima hasta la colocación del producto terminado en bodega.

Las ampliaciones, modificaciones y mejoras que se realizan dentro de cualquier planta lleva consigo una inversión. Esta puede ser pequeña hasta muy grande, donde la empresa se tenga que quedar en deuda con alguna entidad financiera.

1. Tiempos y distancias

Como se mencionó anteriormente, esta evaluación se basará principalmente en los tiempos y distancias recorridas por el producto. Esto se realizó por medio de un estudio de tiempos, que el personal de la fábrica ya había realizado con anterioridad.

También se trató de colocar la maquinaria de tal manera que el flujo quedara en una línea recta desde la entrada del materia prima hasta la llegada del producto terminado a bodega. La situación actual presentaba un flujo completamente desordenado e ineficiente para la producción, en ambas áreas, siendo estas <<Área Original>> y <<Área Nueva>>. Debido a que la bodega de materia prima se encontraba muy lejos del <<Área Nueva>>, el transporte se dificultaba por los muchos obstáculos en el camino, como cubetas, personal, otra maquinaria, etc. El tiempo de recorrido también era muy grande, debido a las grandes distancias recorridas, tal como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16 Tiempos

Línea	T. Original	T. Nuevo	Diferencia
Latini 1	139min	122.63 min	16.37 min
Latini 2	N/A	N/A	N/A
Dulce Duro	158.3 min	142.11 min	16.19 min

Pulmo			
Calcio	158.3 min	142.11 min	16.19 min

Como se puede observar, se produjo una mejora de más de 16m en todas las líneas. Esta disminución se debe principalmente a las distancias en que se traslada el producto, de principio a fin. En la siguiente tabla se presentan las distancias originales, la cuales inician en la bodega de materia prima y terminan en cuarentena, las distancias nuevas y las diferencias.

A parte de la pérdida de tiempo, debido al traslado por grandes distancias de todas las materias primas, también se encuentra el flujo del producto. Anteriormente éste llevaba, en casi todas las líneas un flujo muy desordenado, donde pasaba por áreas difíciles de transitar o simplemente alargaba el recorrido del producto

Lo que se realizó fue distribuir la maquinaria de tal manera que no sólo redujera las distancias recorridas sino también el orden que lleva el flujo. En este caso el flujo no quedó en una línea recta, sino que después de salir de la bodega de materia tiene que regresar a las cocedoras, aumentando así la distancia de recorrido y entorpeciendo el recorrido de otro producto, el cual bien podría cualquiera de las líneas vecinas. En la Tabla 17 se presentan las distancias actuales y propuestas:

Tabla 17 Distancias recorridas

Línea	Dist. Original	Dist. Nueva	Diferencia
Latini 1	189.52m	75.71m	113.81m
Latini 2	47.34m.	85m	-37.66m
Dulce Duro	195.77m	95.3m	100.47m
Pulmo Calcio	195.77m	95.3m	100.47m
Dulce Twist	173.76m	173.76m	0
Bombon	166.05m	166.05m	0

2. Latini 1

En esta línea se puede ver una mejora de una distancia de 113.81 metros, la cual es bastante significativa en comparación con la que existe actualmente. Con ello lleva de la mano una reducción en el tiempo de 16.37min ya que no se tiene que pasar por muchas áreas más para poder llegar al lugar de producción. El flujo de esta línea no queda en línea recta como se pretendía, ya que la materia prima tiene que regresar a las cocedoras y luego atravesar a la mesa de amasado y luego llegar a las bastoneras. Aunque las distancias y tiempos mejoraron el flujo puede entorpecer las operaciones de esta línea y las vecinas. (Vid. Apéndice M y Z)

3. Latini 2

La línea Latini 2, sufre del mismo problema que la anterior, ya que no puede tener un flujo en línea recta, y puede resultar ineficiente su ubicación. En esta línea se puede notar un aumento en la distancia recorrida, la cual, en este caso será inevitable para poder tener una distribución de maquinaria ordenada. Ya que esta línea no se encuentra en producción no existen datos con los se puedan comparar. (Vid. Apéndice N y AA)

4. Dulce Duro

Los tiempos y distancias de esta línea presentan una mejora de 16.19min y un nuevo recorrido de 95.3m (Vid. Apéndice Ñ y AB), disminuyendo más de 100m. En las dos líneas de producción anteriores sucede el mismo problema del flujo, ya que la materia prima tiene que regresar a las cocedoras. Esto no permite que aun la distancia sea menor, y de igual manera puede estorbar con otros procesos.

5. Dulce twist y bombón

Estas dos líneas no sufrieron ningún cambio debido a que ya se encuentran instaladas en un lugar fijo.

6. Almacenamiento

El almacenamiento propuesto es una bodega de materia prima con una jaula contigua para la producción diaria. Esta bodega mide 54.5m², siendo un espacio suficiente para el almacenamiento de la materia prima, siempre y cuando ésta se coloque en tarimas.

Una planta debe considerarse como un cubo, ya que hay espacio utilizable arriba del piso. Debe utilizarse al máximo el volumen disponible: se pueden instalar transportadores a una altura máxima a la de la cabeza y usarse como almacenes móviles para trabajos en proceso, o pueden suspenderse herramientas y equipos del techo. Este principio se aplica particularmente en los almacenes, donde las mercancías pueden apilarse a alturas considerables sin inconvenientes, especialmente si se emplea carretillas elevadoras modernas (Taufik y Chavwel,1984).

Por el principio mencionado anteriormente, los toneles, que son los que más espacio ocupan se colocaron en una tarima de dos niveles, la cual es suficiente para su almacenamiento. Con un montacargas manual este proceso se facilita haciendo adecuado este tipo de arreglo. Luego el azúcar apilada hacia arriba ocupa 4m^2 y el resto de material que es el de empaque puede ser colocado en las tarimas.

En un momento dado en la bodega de materia prima se encontraran setenta y dos toneles, los cuales ocupan 11m^2 si se colocan en una tarima de dos niveles. A esto se le tiene que agregar los toneles que ya están vacíos y otros que pueden no haber estado colocados en su lugar. Lo anterior indica que el espacio propuesto para la bodega de materia prima que es de 57m^2 es mas que suficiente para el almacenamiento de toda la materia prima y material de empaque.

La jaula para la producción del día, será el lugar donde son vertidos los toneles en cubetas para iniciar el proceso de producción y serán colocados el resto de los materiales que incluyen cajas, bolsas, bobinas.

La ubicación de la bodega no es del todo adecuada, ya que al salir de ella tiene que llegar a la jaula de producción del día. Esta última no debería de existir y para ello se necesitaría llevar un mejor control de inventarios de la bodega. Al ya sólo tener los productos del área de dulce este tipo de control no es tan complicado como llevar un control de todos los materiales de la planta. También, debido a la ubicación de la bodega y las cocedoras no se permite un flujo en línea recta como era de esperarse ya que la mayoría de los productos tienen que regresar a las cocedoras, aumentando así las distancias y tiempos (Vid. Apéndice E)

7. Mejoras percibidas por el personal

Una de las mejoras más importantes que se percibe por el personal es la facilidad del traslado de materia prima al inicio de producción. De igual manera, también las distancias recorridas del producto en proceso y producto terminado se redujeron haciendo más eficiente la producción. Otra mejora es un mayor espacio de movimiento de los operarios, ya que anteriormente todas las maquinas estaban demasiado juntas, y en el transporte se dificultaba porque se tenía que pasar por muchas otras áreas.

La facilidad de un muelle también trae un beneficio para el manejo de la materia prima, principalmente los toneles y los sacos de azúcar.

8. Espacio

El espacio disponible para el almacenamiento de la materia prima resulta demasiado grande, es decir el espacio no es bien aprovechado. Las líneas se encuentran demasiado separadas, ya que sólo las de dulce duro desembocan en el cuarto frío y las otras se encuentran en el medio de la galera, desaprovechando una gran cantidad de espacio.

9. Inversión

Tabla 18 Total a invertir

Descripción	Costo
Eliminación paredes	Q7,204.40
Levantado de paredes	Q18,141.00
Techo Cuarto Frío	Q82,436.41
Iluminación	Q23,792.00
Tarimas	Q45,500.00
Otros	Q25,000.00
Total	Q202,073.81

El costo del techo del cuarto frío es el más elevado, y esto se debe a que el cuarto frío se construirá del mismo tamaño que el que ya existe. Como se mencionó anteriormente, construir un cuarto frío tan grande es innecesario, pudiendo así bajar los costos de este elemento y por consiguiente de la inversión total.

B. Propuesta B

1. Tiempos y distancias

En esta propuesta se considera que las cuatro líneas desemboquen en el cuarto frío. De esta manera se tiene un flujo en línea recta, acortando de esta manera las distancias de traslado de materia prima y del producto en proceso y al mismo tiempo reduciendo los tiempos. Otro factor que contribuye a que el flujo sea en línea recta es el hecho de que las cocedoras se colocaron en frente de la bodega de materia prima, y luego las mesas de amasado fueron colocadas en forma <<vertical>>(Vid. Apéndice F). Estos dos elementos anteriormente mencionados quedan atrás de las cuatro líneas y obteniendo así un flujo ordenado y recto. El tamaño de cuarto frío es demasiado grande, para los flujos y cantidad de personal que se

encuentra adentro, alargando así las distancia a recorrer. Aun colocando bandas transportadoras, el recorrido que hace el producto por todo el cuarto frío es innecesario.

En las Tablas 19 y 20 se presentan los tiempos y distancias, para mostrar las diferencias entre la situación actual y la propuesta:

Tabla 19 Tiempos

Línea	Dist. Original	Dist. Nueva	Diferencia
Latini 1	189.52 m.	49.42 m	140.1 m
Latini 2	47.34 m.	58.58 m	-11.24 m
Dulce Duro	195.77 m.	44.95 m	150.82 m
Pulmo Calcio	195.77 m.	44.95 m	150.82 m
Dulce Twist	173.76 m	173.76 m	0 m
Bombón	166.05 m	166.05 m	0 m

Tabla 20 Distancias recorridas

Línea	Dist. Original	Dist. Nueva	Diferencia
Latini 1	189.52 m	49.42 m	140.1 m
Latini 2	47.34 m	58.58 m	-11.24 m
Dulce Duro	195.77 m	44.95 m	150.82 m
Pulmo Calcio	195.77 m	44.95 m	150.82 m
Dulce Twist	173.76 m	173.76 m	0 m
Bombón	166.05 m	166.05 m	0 m

2. Latini 1

Con esta propuesta se logra una mejora en distancias y tiempos, siendo estos 49.42m y 16.9min. A comparación con la situación actual es una mejora significativa que puede traer distintos beneficios. En este caso se logra un flujo recto continuo desde el inicio del proceso hasta el final del mismo (Vid. Apéndice Q y AC), lo cual influye mucho en la reducción de los tiempos y distancias, y también que el regreso que se tenía que realizar en la propuesta principal fue eliminado. Aunque se perciben mejoras en distancias, esta línea no necesita de un cuarto frío, por lo cual el tamaño de éste se puede reducir y así bajar el nivel de potencia requerido para mantener una temperatura adecuada y bajar también los costos de electricidad. También el recorrido que se debe realizar hasta el final del cuarto frío resulta en pérdida de tiempo.

3. Latini 2

Esta línea sufre los mismos cambios que la línea anterior pero aun con una mejora de distancia de 58.58mts, que se muestran en los Apéndices P y AC. No es tan significativa la diferencia con la Latini 1 pero de igual manera presenta las mismas mejoras. Al igual que la línea anterior, esta no necesita del cuarto frío por lo que se puede considerar realizar un cuarto frío de menor tamaño.

4. Dulce Duro

Esta línea presenta una mejora de distancias, al igual que las demás con una distancia de 44.95mts, en vez de tener un recorrido total de 195.77m. Esto influye mucho en los tiempos de traslado de materia prima y producto en proceso, el cual disminuye de 158.3 a 138.8m (Vid. Apéndice Q). También se logra tener un flujo recto, el cual permite que el proceso sea ordenado y no existan obstáculos para la línea y también para las demás líneas y este de muestra en el Apéndice AC. Aunque si se necesita del cuarto frío, este sigue siendo de un tamaño mayor del necesario, lo cual provoca que la distancia recorrida sea mayor. Un cuarto de menor tamaño podría reducir aun más los tiempos y distancias. El método de transporte utilizando el <<cono de gravedad>> resulta en un método más fácil y rápido para poder empacar las bolsas de dulce en sus cajas respectivas. Lo anterior se debe a que la banda transportadora funciona un poco más lenta.

5. Almacenamiento

El almacenamiento de la materia prima se encuentra al lado derecho de la puerta de acceso y otra en la parte de arriba para la salida. También se hará otra puerta del lado izquierdo para poder facilitar el transporte de toneles para la cocedora continua de la línea de los productos seis y siete. Los materiales de empaque siempre se colocaran en tarimas de tres niveles y los toneles de azúcar en tarimas de dos niveles. La jaula de producción del día fue eliminada y debido a ello se tendrá que llevar en control estricto y ordenado de inventarios. La ubicación de las cocedoras permite un flujo recto desde la salida de la materia prima de la bodega. El problema que se puede encontrar es que la puerta que da hacia la calle hace que el flujo se desvíe un poco, haciendo que la materia prima cruce a la derecha para entrar en la bodega (Vid Apéndice Z). Al igual que en la propuesta principal, se utilizaran tarimas para almacenar los toneles, y el material de empaque, reduciendo así el espacio, en el cual nuevamente se puede ver que 56m² cuadrados es suficiente espacio. Si se utiliza una bomba de trasiego para sacar la glucosa de los toneles, el traslado de esta materia es mucho más rápida, y al mismo tiempo reduce esfuerzo en el manejo de los toneles, ya que no habría que bajarlos, sino sólo ir poniendo la bomba en cada uno para vaciarlos.

6. Mejoras percibidas por el personal

Entre las mejoras percibidas se encuentran la facilidad de traslado de materia prima y del producto en proceso. Ahora se hace de una manera ordenada, sin tener que evadir obstáculos y tener que recorrer muchos pasillos de la fábrica.

La bomba de trasiego es una herramienta muy útil ya que permite a un solo operario sacar la glucosa del tonel, sin tener que recurrir a contratar más personal. Esto significa también un esfuerzo menos por parte de los operarios, ya que los toneles pesan 310kg cada uno, lo cual su manejo puede provocar problemas musculares en la espalda y otras enfermedades por el manejo de un objeto tan pesado.

7. Espacio

El espacio del medio, que quedo entre las cuatro líneas reubicadas y las dos que ya existían, es demasiado grande y no está siendo aprovechado. De igual manera el pasillo que se encuentra en medio de los cuartos fríos no presenta mayor flujo de tránsito por lo que ese espacio podría ser utilizado eficientemente. El espacio requerido entre máquinas es el espacio de la máquina más 0.4572m como mínimo para mantenimiento y el lugar del operario. En este caso se tiene que las distancias entre las máquinas es más que suficiente para colocar a los operarios necesarios y pueda haber un libre movimiento, como se presenta en la Tabla 21.

Tabla 21 Espacios entre maquinaria

Espacio	Actual	Propuesto	Espacio/Operario
Espacio entre líneas(Latini y Dulce Duro)	1.89m	1.249 m	0.4572 m
Espacio entre líneas(Dulce Duro y P. Calcio)	1.24 m	1.21 m	0.4572 m
Espacio entre empacadora individuales	1.18 m	1.21 m	0.4572 m
Espacio entre empacadora y pared	1.052m	0.45 m	0.4572 m

El espacio para mantenimiento de la maquinaria es esencial, lo cual establece el criterio de accesibilidad máxima. Este criterio indica que todos los puntos de servicio y mantenimiento deben tener acceso fácil. Por ejemplo, no debe colocarse una máquina contra una pared impidiendo que una pistola engrasadora alcance fácilmente las graseras. En tales circunstancias, es probable que el mantenimiento se haga descuidadamente, o en el mejor de los casos que ocupen un tiempo excesivo (Taufik y Chavwel,1984) por lo tanto en este caso, este criterio si se cumple

8. Inversión

La inversión que se debe realizar es la misma que la propuesta principal, ya que lo único que cambia es la distribución de la maquinaria. Las medidas de las paredes de la bodega de materia son iguales, aunque ésta si haya cambiado de ubicación.

C. Propuesta C

1. Tiempos y Distancias

Uno de los mayores problemas que tenía la fábrica era el exceso de distancia recorrida por la materia prima y el producto en proceso y terminado. En esta última propuesta se pueden ver mejoras aun mayores, no sólo en las distancias, sino también en los tiempos y el orden del flujo de recorrido. Este flujo se logra realizar en una línea recta desde la entrada de materia prima a la bodega hasta la colocación del producto terminado en cuarentena.

El área que no pertenece a la empresa no se tocó, es decir las paredes que se tendrían que botar en las propuestas anteriores se dejaron intactas. Esto representa un costo menos para realizar la redistribución.

Con la realización de una ampliación del cuarto frío existente, las distancias se redujeron, y también así se logró una distribución en la que dos de las líneas no desembocaran en el, ya que esto no es necesario. La ampliación del cuarto frío es adecuado ya que alberga confortablemente al personal y el producto no recorre una distancia prolongada. En las Tablas 22 y 23 se presentan los datos con la situación original y la situación nueva:

Tabla 22 Tiempos propuesta C

Línea	T. Original	T. Nuevo	Diferencia
Latini 1	139min.	118.3 min	20.7 min
Latini 2	N/A	N/A	N/A
Dulce Duro	158.3 min	136.44 min	21.86 min
Pulmo Calcio	158.3 min	136.44 min	21.86 min

Tabla 23 Distancias recorridas propuesta C

Línea	Dist. Original	Dist. Nueva	Diferencia
Latini 1	189.52mts.	50.62mts	138.9 mts
Latini 2	47.34mts.	49.1mts	-1.76 mts
Dulce Duro	195.77mts.	44.51mts	151.26 mts

Pulmo Calcio	195.77mts.	44.5mts	151.26 mts
Dulce Twist	173.76mts.	0mts	173.76 mts
Bombón	166.05mts.	0mts	166.05 mts

2. Latini 1

Esta línea presenta una mejora mucho más significativa con una disminución de distancia de 138.9m, quedando el recorrido solamente en 50.62m, lo cual representa cuatro veces menos que la distancia original. Los tiempos también presentan una disminución de 20.7 minutos debido a que las distancias de recorrido de materia prima y producto en proceso que es llevado por operarios se ha reducido (Vid. Apéndice R). Para poder colocar la banda transportadora de esta línea y la Latini 2, se tiene que botar la pared que se denota en el Apéndice H, y así tener un espacio adecuado para los operarios y el manejo del producto. La colocación del personal a lo largo de las bandas transportadoras, para que empaquen inmediatamente puede traer todavía otra reducción de tiempos y una mejor eficiencia para esta parte del proceso.

3. Latini 2

Sin la necesidad de un cuarto frío, esta línea se pudo acomodar junto con la Latini 1 de tal manera que no se tuviera que botar las paredes y utilizar el área que no pertenece a la empresa. Respecto a la distancia original, esta tuvo un incremento de 1.76m lo cual no es significativo para la operación (Vid. Apéndice S) En cambio en la propuesta principal se tenía un incremento de 37.66m el cual si es significativo para el traslado de la materia prima y el producto, la cual afecta también de una manera negativa los tiempos en que se recorren estas distancias. En esta línea y en la anterior se logra tener un flujo recto (Vid. Apéndice AD), lo cual también influye en la reducción de las distancias y los tiempos.

4. Dulce duro

La manera en que se distribuyó esta línea, se puede apreciar que se tiene un flujo recto desde la entrada de materia hasta la colocación del producto en cuarentena (Vid. Apéndice AD). La ampliación del cuarto frío existente para albergar las dos maquinas empacadoras logra reducir los costos de construcción de un cuarto frío totalmente nuevo, ya que no se tiene que adquirir nuevas turbinas. Ahora, en vez de utilizar una de las turbinas, se pueden utilizar ambas si es necesario para mantener un ambiente controlado y el tamaño del cuarto es adecuado para albergar al personal necesario, y que éste pueda realizar sus

labores satisfactoriamente y sin estar expuesto a riesgos, como temperaturas baja, poca iluminación, etc. Un último factor que ayuda a la reducción de transporte y tiempos es la utilización del sistema de gravedad.

5. Almacenamiento

La puerta que da hacia la calle donde entra la materia prima daría directamente hacia la bodega. Este tipo de distribución de la bodega permite que se pueda tener el flujo en línea recta deseado, y así reducir el recorrido de la materia prima y materiales de empaque para todas las líneas. La manera de almacenar todos los materiales y su manejo se hará de la misma manera que en la propuesta A. También se abrirán las puertas en los lugares que se mencionó anteriormente.

6. Mejoras percibidas por el personal

Las mejoras percibidas es que ahora se tiene un mayor orden en el flujo de todos los procesos, y la distancia en que se tenía que manejar el producto se redujeron. De igual manera, la bomba de trasiego para el vaciado de los toneles es una herramienta muy útil que reduce el manejo de una carga pesada, y puede evitar lesiones relacionadas con el levantamiento y manejo de objetos pesados. Ya que ahora los operarios que empacan en las líneas Latini, están a lo largo de la banda transportadora pueden estar en banquillos, para realizar el trabajo reduciendo así el agotamiento.

7. Espacio

El espacio es muy bien aprovechado de la manera en que se distribuyó la maquinaria, ya que sin necesidad de utilizar el área que no pertenece a la empresa, se logró un flujo continuo y recto de inicio a fin. Las líneas de producción están todas a la misma altura brindando así un orden a toda el área.

La utilización de tarimas en la bodega de materia prima permite un almacenamiento ordenado para poder llevar un buen control de inventario.

En la Tabla 24 se demuestra que las distancias son mayores o iguales a las requeridas por los espacios entre la maquinaria.

Tabla 24 Espacios entre maquinaria y paredes

Espacio	Actual	Propuesto	Espacio/Operario
Espacio entre líneas(Latini1 y Latini2)	1.89 mts	0.7mts	0.4572 mts

Espacio entre líneas(Dulce Duro y P. Calcio)	1.24 mts	1.34 mts	0.4572 mts
Espacio entre empacadora individuales	1.18 mts	1.23 mts	0.4572 mts
Espacio entre empacadora y pared	1.052 mts	0.6 mts	0.4572 mts

8. Inversión

Tabla 25 Total de inversión propuesta C

Descripción	Costo
Eliminación paredes	Q3,462.60
Levantado de paredes	Q33,729.00
Techo Cuarto Frío	Q25,080.92
Tarimas	Q45,500.00
Otros	Q25,000.00
Total	Q132,772.52

En este caso la inversión presenta una disminución, y se debe básicamente a que la inversión realizada en el techo del cuarto frío ha disminuido. Ahora el cuarto frío es una expansión del ya existente, por lo que su tamaño también se redujo y, por lo tanto, también la inversión en el techo. Para poder hacer este cuarto frío se tiene que construir otras paredes las cuales aumentaron la inversión en el levantado de paredes, que anteriormente solamente incluía las paredes de la bodega de la materia prima.

VI. RESUMEN DE LAS PROPUESTAS

En cada una de las propuestas presentadas se obtuvieron datos distintos, debido a la ubicación de la maquinaria y los arreglos necesarios para colocarlos según se propuso. Como ya se había mencionado, las propuestas fueron evaluadas principalmente en la mejora de tiempos, distancia recorrida y un flujo unidireccional de los productos. En la Tabla 26 se presenta un resumen con los datos obtenidos de cada una.

Tabla 26 Resumen de inversión por propuesta

	Tiempo Global	Distancia Global	Inversión
Situación Actual	455.6	968.15	
Propuesta A	406.85	691.06	Q 202,073.81
Propuesta B	398.86	537.65	Q 202,073.81
Propuesta C	391.18	528.49	Q 132,772.52

A. Situación actual

La situación actual que presenta la empresa en el área estudiada, no es del todo eficiente. El espacio con el que se cuenta es muy reducido y no existe la posibilidad de un crecimiento. De esta manera es imposible operar todas las líneas al mismo tiempo, debido a que la distribución de la maquinaria no permite un flujo unidireccional, sino presenta un flujo desordenado para todas las líneas, y así un proceso entorpece el flujo de otro. Otro gran problema que sufre la fábrica es la ubicación de la materia prima. Se encuentra en el centro de la fábrica, teniendo que recorrer largas distancias para llegar al área de producción, y así aumentando las distancias y tiempos de manejo de material.

B. Propuesta A

Con los cambios realizados en esta propuesta, se observa una mejora de tiempos y distancias, con una inversión de Q202,073.81. El flujo obtenido en esta propuesta no es del todo adecuado ya que no es

unidireccional, sino la materia prima siempre tiene que desviarse para llegar al inicio del proceso. Mucho del espacio donde se realiza la nueva distribución no es bien aprovechado.

C. Propuesta B

Esta propuesta presenta una mejora más, en lo que se refiere a tiempos y distancias recorridas, las cuales son 398.86min y 535.75m respectivamente. La construcción de un cuarto frío del mismo tamaño que el existente es innecesario, ya que las líneas Latini no necesitan de éste. Se utilizan tolvas para el empaque en vez de bandas transportadoras lo que agiliza el proceso, en vez de utilizar bandas transportadoras. El flujo desde la entrada de la materia prima se realiza en una manera unidireccional, pudiendo así lograr una mayor eficiencia y al mismo tiempo es la razón por la que se reducen los tiempos y distancias.

D. Propuesta C

En esta última propuesta, se presenta una mejora aun mayor que las anteriores, con una menor inversión. El espacio es aprovechado de una mejor manera, sin necesidad de botar ciertas paredes. El tamaño del cuarto frío es más adecuado, ya que ahora se realiza una expansión del cuarto frío existente, reduciendo el total de la inversión, ya que los elementos del cuarto frío, son los de costos mas elevados. Con la bodega de materia prima, recibiendo directamente con la puerta que da a la calle se logra tener un flujo unidireccional, y como el espacio ahora es más reducido, se obtienen tiempos y distancias menores.

VII. ESTUDIO FINANCIERO

A. Inversión inicial

Para realizar el estudio financiero, se trabajara únicamente la propuesta C ya que ésta necesita una menor inversión y resulta más eficiente en tiempos y distancias que la demás propuestas. La inversión inicial que se tiene que realizar se detalla en la tabla 27.

Tabla 27 Inversión Inicial

Descripción	Costo
Eliminación paredes	Q3,462.60
Levantado de paredes	Q33,729.00
Techo Cuarto Frío	Q25,080.92
Tarimas	Q45,500.00
Otros	Q25,000.00
Total	Q132,772.52

B. Proyección de ingresos

En esta sección se establecen los montos estimados de ingresos, que se encuentran conformados por las ventas totales anuales del área de dulce.

Tabla 28 Proyección de ingresos

Año	Venta Anual	Producción	Ingresos
0	85803	128550	Q 9,649,758.00
1	93963	134978	Q 10,382,718.00
2	103431	134978	Q 11,227,926.00
3	114453	134978	Q 12,206,178.00
4	127322	134978	Q 13,342,196.00
5	142390	134978	Q 14,665,680.00

Si la maquinaria trabaja al 85% de su capacidad se va a tener una capacidad de producción mayor al de la fuerza de ventas. se tiene previsto que las ventas crecerán en un 5% anual. Al producir de esta manera se podrá tener siempre un inventario de seguridad ya que muchos de los productos que son exportados tienen pedidos extraordinarios.

C. Proyección de costos

Los costos de operación fueron proyectados del año 0 al 5 y se trabajaron suponiendo que los precios seguirán constantes, con una inflación de cero. Con excepción del azúcar que es la materia prima que abarca el porcentaje mayor del producto, por lo que se considero un incremento de un 5% anual, según se pudieron observar las tendencias de los precios de esta en el mercado mundial.

Como ya se mencionó anteriormente, la maquinaria trabaja a una capacidad de 85% y esta se incrementará en un 5% a partir del año 5 para poder satisfacer la demanda.

En la Tabla 29 se puede observar la proyección de los costos.

D. Flujo de efectivo

En la Tabla 30 se presenta el flujo de efectivo proyectado del año 0 al 5. Se calcularon el valor presente neto y la tasa interna de retorno. Para efectos del cálculo de la tasa interna de retorno en el año 0 sólo se puso la inversión inicial a realizarse, sin incluir los ingresos y gastos que existen en ese año. En el año 5 se puede ver un incremento en los costos variables, ya que en este año se necesitan una hora extra de trabajo para poder cumplir con la demanda, por lo que la gastos de mano de obra incrementarán.

Tabla 29 Costos de Operación

Costos(Q)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Producción	128,550.00	134,978.00	134,978.00	134,978.00	134,978.00	134,978.00
Azúcar	1,689,822.04	1,774,313.00	1,863,029.00	1,956,180.00	2,053,989.00	2,156,688.00
Glucosa	844,911.02	844,911.02	844,911.02	844,911.02	844,911.02	844,911.02
Otros	281,637.00	281,637.00	281,637.00	281,637.00	281,637.00	281,637.00
Mano de obra	259,988.42	259,988.42	259,988.42	259,988.42	259,988.42	292,486.97
Otros costos variables	1,156,459.59	1,156,459.59	1,156,459.59	1,156,459.59	1,156,459.59	1,156,459.59
Total costo variable	1,416,448.01	1,416,448.01	1,416,448.01	1,416,448.01	1,416,448.01	2,572,907.60
Total costo fijo	966,950.35	966,950.35	966,950.35	966,950.35	966,950.35	966,950.35
Costo Total	5,199,768.42	5,284,259.38	5,372,975.38	5,466,126.38	5,563,935.38	6,823,093.97

Tabla 30 Flujo de Efectivo

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		10,382,718.00	11,227,926.00	12,206,178.00	13,342,196.00	14,665,680.00
Costos materia prima		2,900,861.02	2,989,577.02	3,082,728.02	3,180,537.02	3,283,236.02
Costos variables		1,416,448.01	1,416,448.01	1,416,448.01	1,416,448.01	2,572,907.60
Costos fijos		966,950.35	966,950.35	966,950.35	966,950.35	966,950.35
Inversión	-132,777.52	0	0	0	0	0
Utilidad antes de impuestos		5,098,458.62	5,854,950.62	6,740,051.62	7,778,260.62	7,842,586.03
I.S.R		1,580,522.17	1,815,034.69	2,089,416.00	2,411,260.79	2,431,201.67
Utilidad después de impuestos	-132,777.52	3,517,936.45	4,039,915.93	4,650,635.62	5,366,999.83	5,411,384.36

2664%	TIR
15,018,885.25	VPN

E. Análisis de sensibilidad

Como factores de sensibilidad en este tipo de mercado se identifican las ventas, la materia prima y la mano de obra. Se presentan varios escenarios donde se varia cada uno de los tres factores de un $\pm 15\%$, $\pm 10\%$, $\pm 5\%$. En la Tabla 31 se presenta el valor presente neto y sus variaciones de los distintos escenarios. En la Tabla 32 se presenta la tasa interna de retorno de la misma manera mencionada con anterioridad. Luego se presentan la gráficas respectivas donde se muestran los comportamientos.

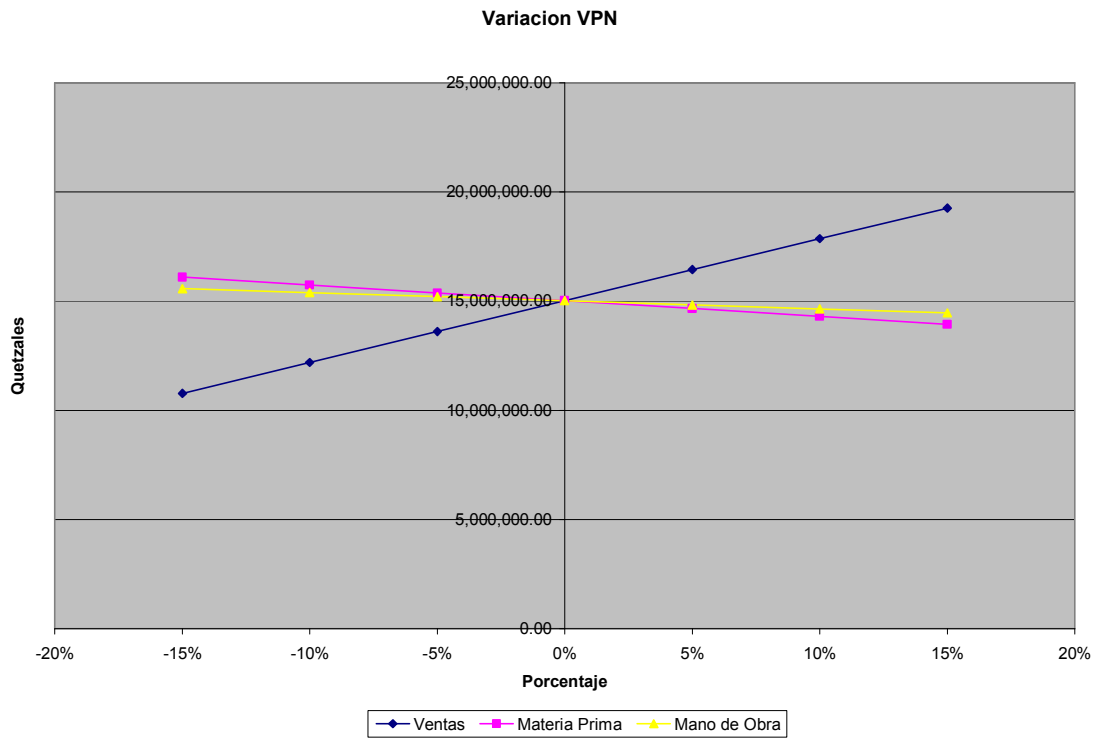
Tabla 31 Variación Valor Presente Neto

Cambio	Ventas	Materia Prima	Mano de Obra
-15%	10,770,125.77	16,095,700.32	15,578,035.87
-10%	12,186,380.60	15,736,763.63	15,391,654.00
-5%	13,602,635.43	15,377,826.94	15,205,272.13
0%	15,018,890.25	15,018,890.25	15,018,890.25
5%	16,435,145.08	14,659,953.57	14,832,508.38
10%	17,851,399.91	14,301,016.88	14,646,126.51
15%	19,267,654.74	13,942,080.19	14,459,744.64

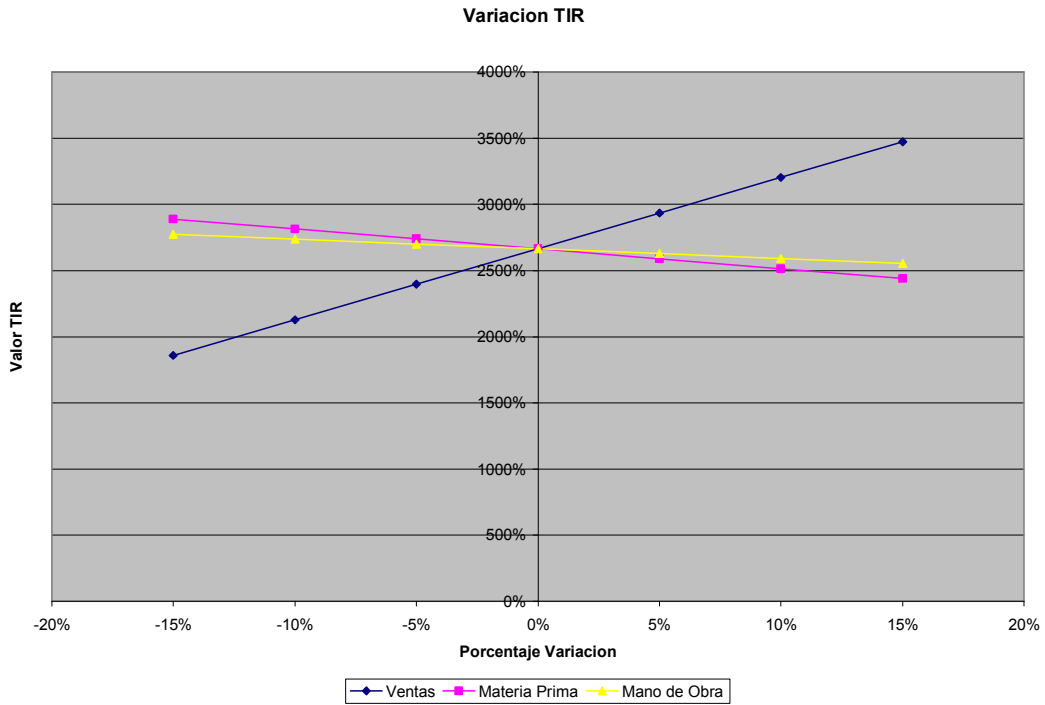
Tabla 32 Variación Tasa Interés de Retorno

Cambio	Ventas	Materia Prima	Mano de Obra
-15%	1858%	2890%	2774%
-10%	2127%	2815%	2738%
-5%	2395%	2739%	2701%
0%	2664%	2664%	2664%
5%	2934%	2589%	2628%
10%	3203%	2514%	2591%
15%	3472%	2439%	2555%

Grafica # 2 Variación Valor Presente Neto



Grafica # 3 Variación Tasa Interés de Retorno



VIII. CONCLUSIONES

- El espacio con que se cuenta actualmente en el área de dulce, es de un tamaño muy reducido que hace imposible una expansión futura, y también la ubicación de esta área provoca un flujo muy desordenado de los productos.
- El abastecimiento de la materia prima hacia las áreas de producción es uno de los principales problemas que presenta la fábrica, ya que se tienen que recorrer pasillos estrechos con varios obstáculos para llegar al punto de inicio del proceso.
- El Área nueva constituye un espacio suficiente para albergar todos los elementos necesarios que utilizan las líneas de producción del Área original, y al mismo tiempo tener un flujo ordenado para todas las líneas de producción.
- Las distancias de recorrido de todas las líneas del Área original, son demasiado largas debido a la ubicación de la bodega de materia prima, provocando también así un exceso de tiempo para llevar a cabo cada uno de los procesos
- La inversión es necesaria realizarla si se quiere incrementar la capacidad de producción, al tener un flujo ordenado, reducir las distancias recorridas en el manejo de producto y una reducción en tiempos.
- Las ventas es el factor que se presenta más sensible, según las variaciones realizadas.

IX. RECOMENDACIONES

- Trasladar la maquinaria al Área nueva y disponerla de tal manera que solo las líneas del dulce duro y pulmo calcio utilicen el cuarto frío, el cual será realizado como expansión del cuarto frío original.
- En vez de construir pared para la bodega de materia prima en el Área nueva, esta se puede construir de algún otro material, como monolit o malla, lo cual reduce el monto de la inversión total.
- La utilización de una bomba de trasiego será de gran beneficio para el personal encargado de verter los toneles de glucosa, reduciendo así el riesgo de accidentes y de enfermedades por el manejo de material pesado.
- Implementar la ultima propuesta presentada en este estudio, ya que es la que menor inversión requiere y la que presenta una distribución en la que se reducen los tiempos y distancias y se obtiene un flujo ordenado, haciendo de esta propuesta la más eficiente.
- Realizar un estudio financiero completo para poder determinar los beneficios en términos monetarios, al momento de realizar cualquiera de las propuestas presentadas, y también así determinar si la empresa esta en capacidad de realizar la inversión en estos momentos, o si es necesario esperar para poder realizarse.

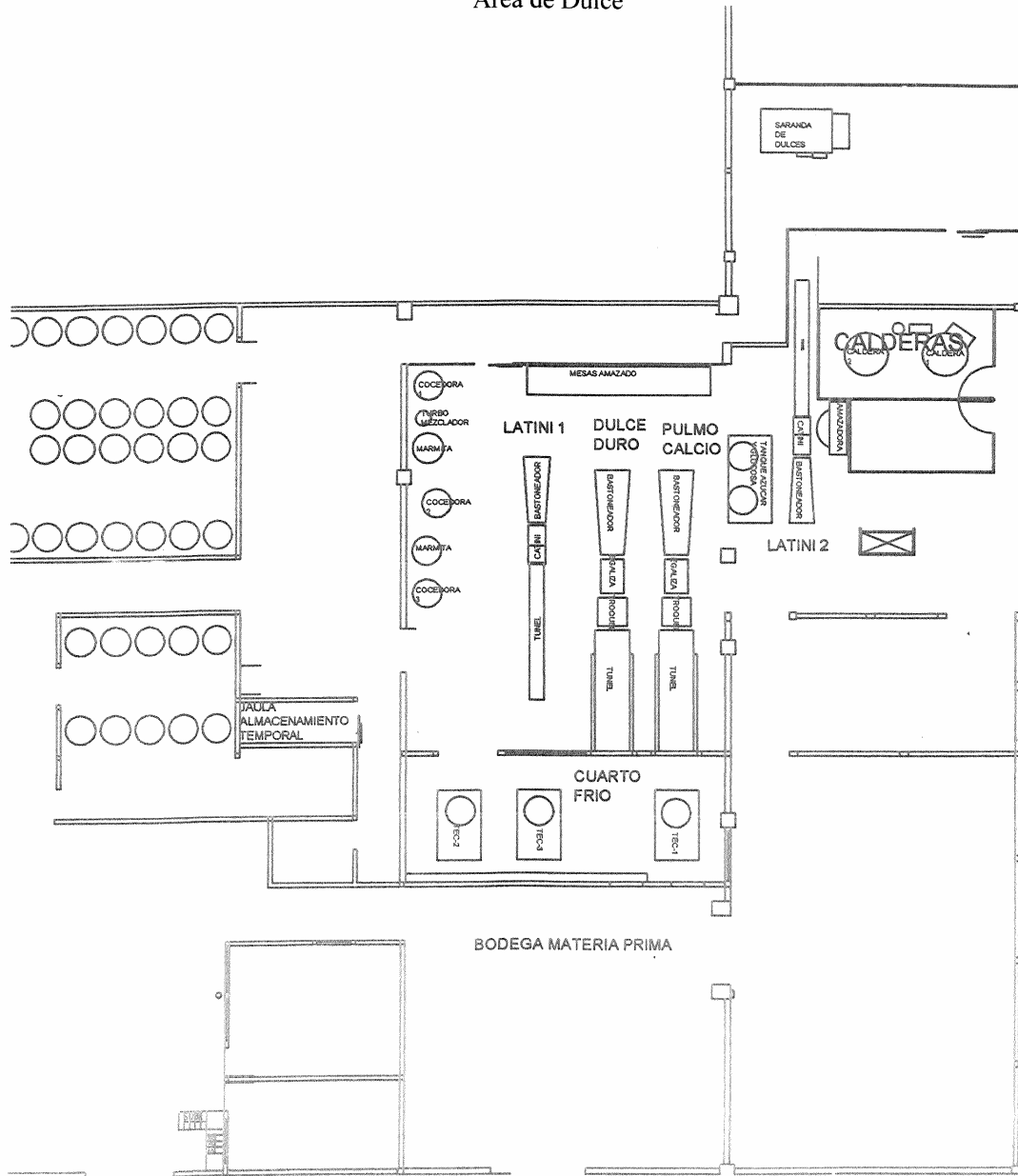
X. BIBLIOGRAFÍA

- Adam, Everett; R. Ebert. 2001. *Administración de la producción y las Operaciones*. 4ª ed. Traducción de Jorge Rodríguez. Revisión técnica de Octavio Porras. México, Pearson Educación. 739 págs.
- Blank, Leland; A. Tarquin. 2001. *Ingeniería Económica*. 4ª ed. Traducción de Gladis Arango. Revisión técnica de Marco Castillo. Santafé de Bogotá, Editorial McGraw-Hill. 722 págs.
- Chase, R. Aquilano, N, Jacobs, F. *Administración de Producción y Operaciones*. 8ª edición. McGraw-Hill Interamericana, S.A. Colombia 2000 885pp
- Hodson, W. *Manual del Ingeniero Industrial Tomo II*. McGraw-Hill Interamericana, S.A. Mexico 1996 754pp
- Konz, S. 2001 *Diseño de instalaciones industriales*. México, Editorial Limusa 405pp.
- Niebel, B; Freivalds, A. 2001 *INGENIERIA INDUSTRIAL, Métodos, Estándares y Diseño de trabajo*. 10ª Edición. Editorial Alfaomega. 814pp
- Taufik, L. y Chavwel, A. M., *Administración de la Producción*. Iberoamericana de Ediciones, México, 1984
- Khieu, Van. *Plant Layout with Practical Method and Sistematic Planning*
<http://www.blankfactory.net/members/vk/ex-eng.html>

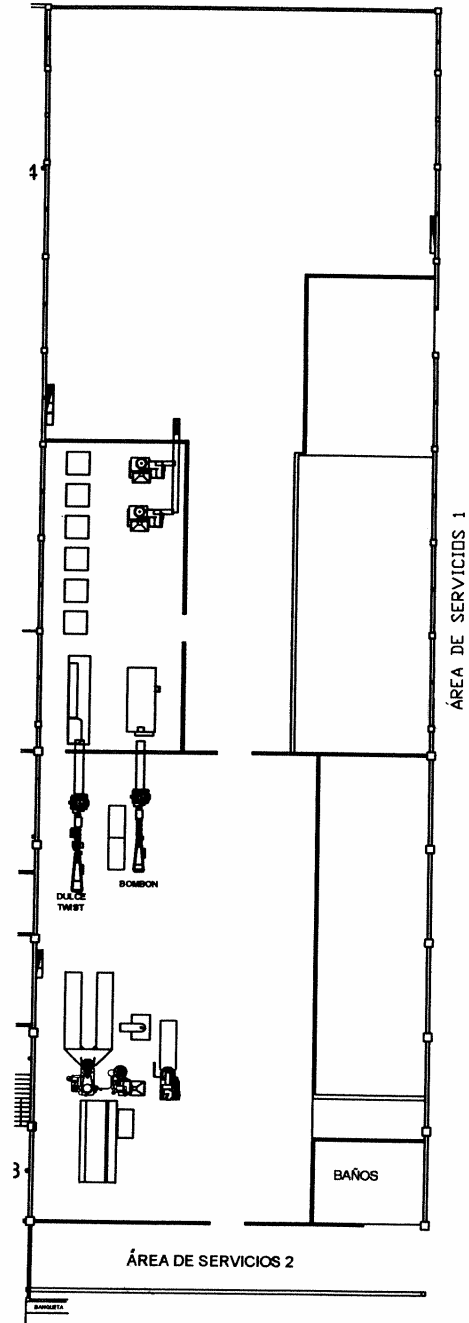
XI. APÉNDICE

Apéndice A

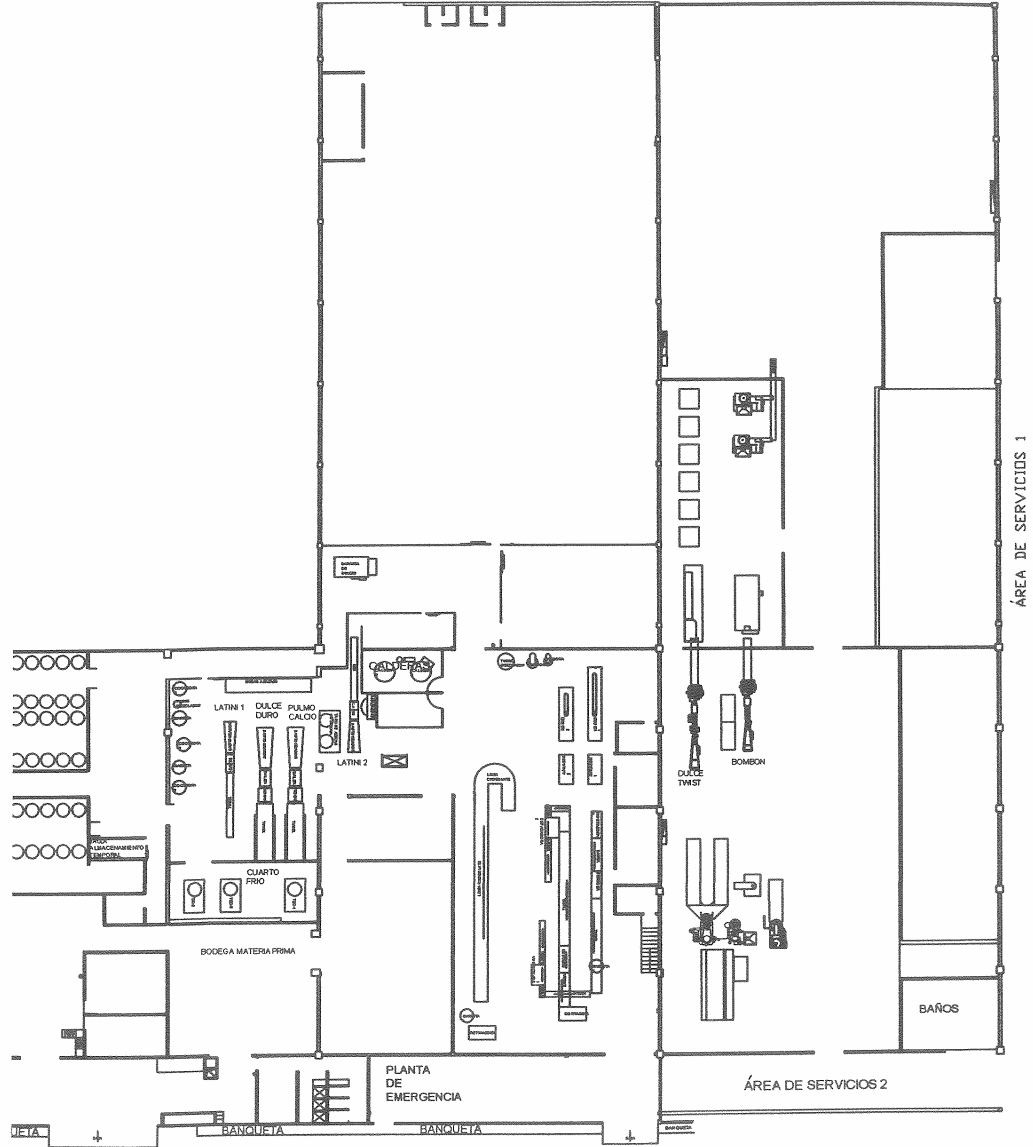
Situación Actual
Área de Dulce



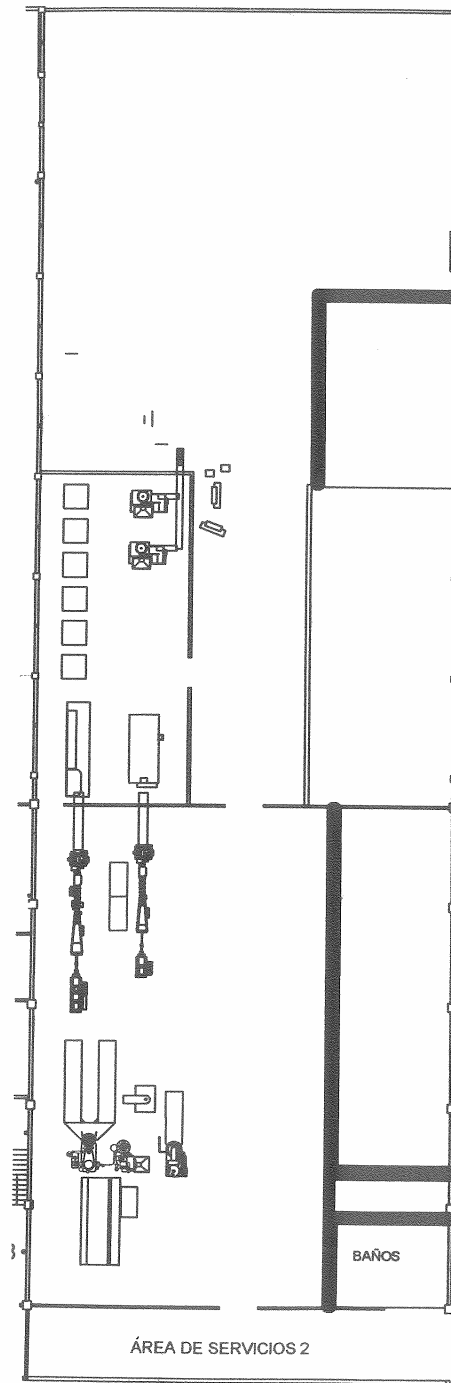
Apéndice B



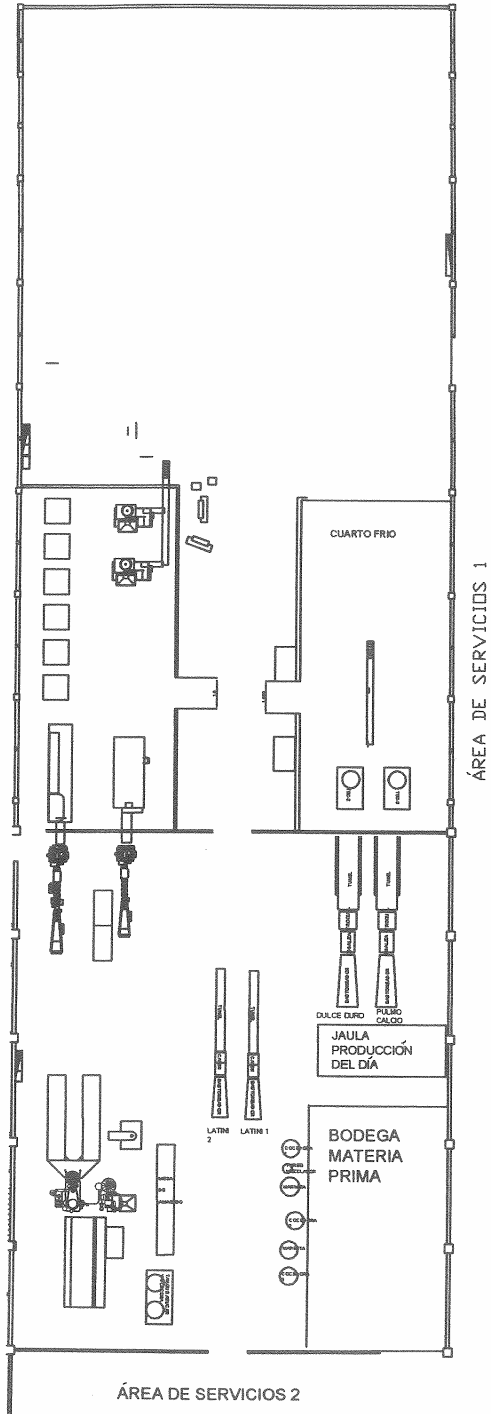
Apéndice C



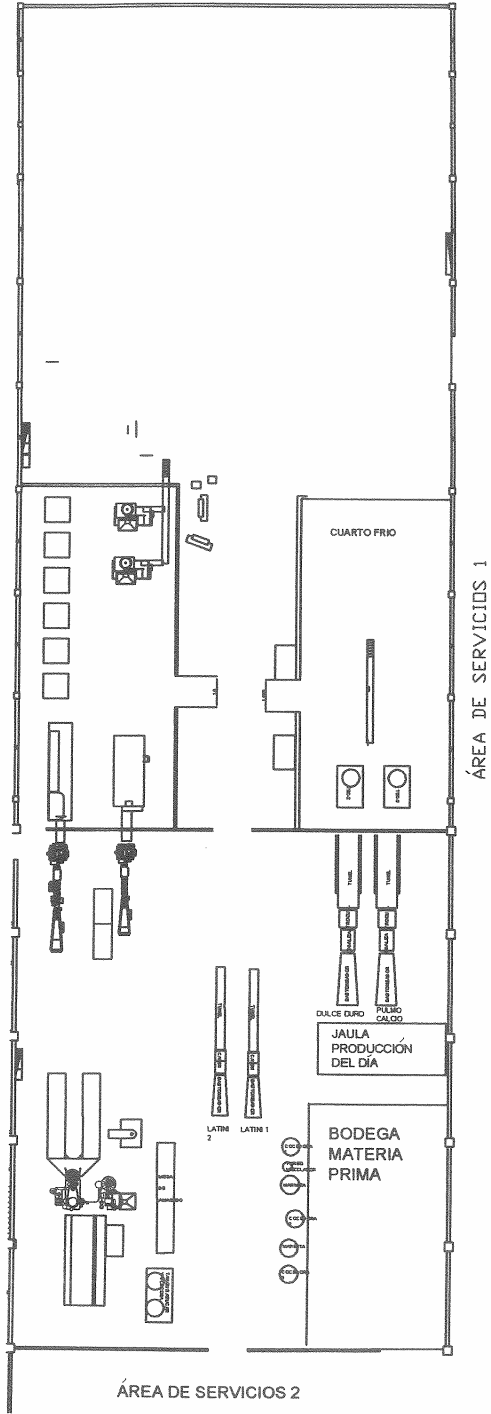
Apéndice D



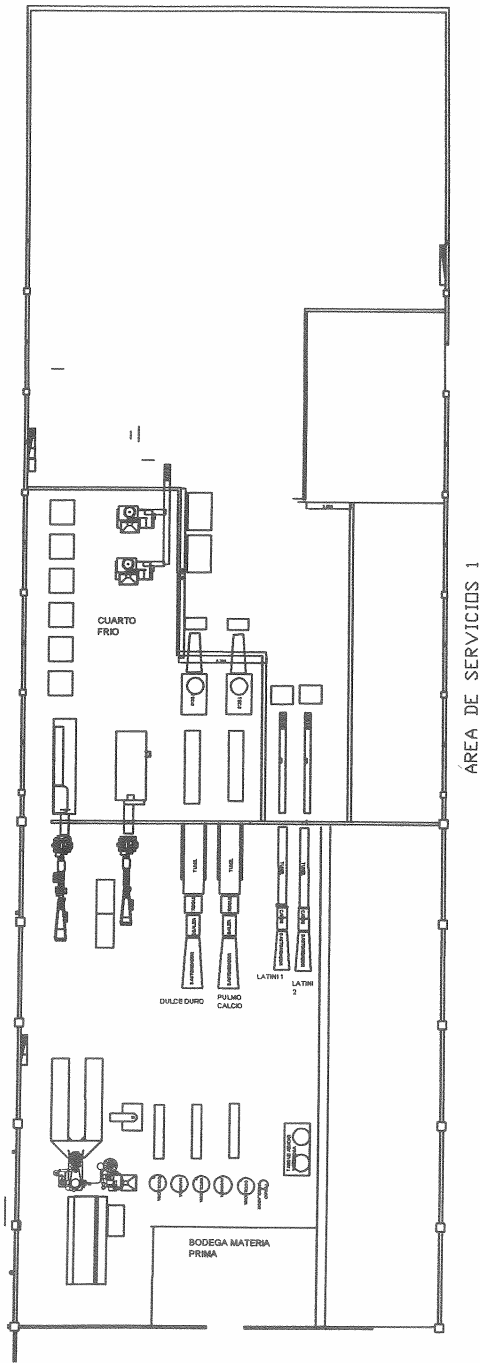
Apéndice E



Apéndice F



Apéndice G



Apéndice H

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA LATINI 1

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen		
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Actividad	Actual	
Fecha: 20/02/04	Operación	○	
Método: actual	Transporte	⇔	
Tipo: operario	Demora	D	
Analista: Gonzalo Gutierrez	Inspección	□	
	Tiempo		
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar glucosa a almacenamiento temporal	○ ⇔ D □	10	46.1
Llevar azúcar a almacenamiento temporal	○ ⇔ D □	10	62.9
Llevar glucosa a marmita a	○ ⇔ D □	2	8.38
Llevar azúcar a marmita a	○ ⇔ D □	2	8.38
Echar en marmita	○ ⇔ D □	10	
Mezclar	○ ⇔ D □	40	
Llevar mezcla a cocedora 2	○ ⇔ D □	3	1.97
Cocer	○ ⇔ D □	14	
Llevar mezcla a mesa	○ ⇔ D □	3	4.87
Amasado manual	○ ⇔ D □	8	
Adición de sabor	○ ⇔ D □		
Llevar mezcla a bastonera	○ ⇔ D □	0.5	2.51
Introducir mezcla en bastonera	○ ⇔ D □	1	
Troquel	○ ⇔ D □	30	
Empaque individual	○ ⇔ D □		
Túnel de enfriamiento	○ ⇔ D □		
Llevar fardo de paletas a mesa	○ ⇔ D □	0.5	4.03
Empacar paletas en caja	○ ⇔ D □	3	
Trasladar a cuarentena	○ ⇔ D □	2	50.38
TOTAL		139	189.52

Apéndice I

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA LATINI 2

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen			
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Actividad		Actual	
Fecha: 20/02/04	Operación		○	
Método: actual	Transporte		⇒	
Tipo: operario	Demora		D	
Analista: Gonzalo Gutierrez	Inspección		□	
	Tiempo			
Descripción de la Actividad	Símbolo		Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar azucar a mezcladora continua	○	⇒ D □		21.58
Llevar glucosa a mezcladora continua	○	⇒ D □		5.78
Echar glucosa en mezcladora	○	⇒ D □		
Echar azúcar en mezcladora	○	⇒ D □		
Mezcla	○	⇒ D □		
Cocción	○	⇒ D □		
Introducir en bastonera	○	⇒ D □		1.91
Troquel	○	⇒ D □		
Empaque individual	○	⇒ D □		
Túnel de enfriamiento	○	⇒ D □		
Llevar fardo de paletas a mesa	○	⇒ D □		4.64
Empacar paletas en caja	○	⇒ D □		
Trasladar a cuarentena	○	⇒ D □		13.43
TOTAL				47.34

Apéndice J

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA DULCE DURO Y PULMO CALCIO

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen		
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Actividad	Actual	
Fecha: 20/02/04	Operación	○	
Método: actual	Transporte	⇒	
Tipo: operario	Demora	D	
Analista: Gonzalo Gutierrez	Inspección	□	
	Tiempo		
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar glucosa a almacenamiento temporal	○ ⇒ D □	10	46.1
Llevar azúcar a almacenamiento temporal	○ ⇒ D □	10	62.9
Llevar glucosa a marmita a	○ ⇒ D □	2	8.38
Llevar azúcar a marmita a	○ ⇒ D □	2	8.38
Echar en marmita	⊗ ⇒ D □	10	
Mezclar	⊗ ⇒ D □	40	
Llevar mezcla a cocedora 2	○ ⇒ D □	3	1.97
Cocer	⊗ ⇒ D □	14	
Llevar mezcla a mesa	○ ⇒ D □	4	4.87
Amasado manual	⊗ ⇒ D □	10	
Adición de sabor	⊗ ⇒ D □		
Llevar mezcla a bastonera	○ ⇒ D □	0.5	2.63
Introducir mezcla en bastonera	⊗ ⇒ D □	1	
Troquel	○ ⇒ D □	20	
Túnel de enfriamiento	⊗ ⇒ D □		
Enfriamiento	○ ⇒ D □	15	
Llevar a empacadora	○ ⇒ D □	0.3	4.74
Empacado dulce individual	⊗ ⇒ D □		
Llevar a pesa	○ ⇒ D □	0.5	3.03
Pesado de bolsa	⊗ ⇒ D □	12	
Colocar bolsas en caja	○ ⇒ D □	2	
Sellar caja	⊗ ⇒ D □		
Cuarentena	○ ⇒ D □	2	52.77
TOTAL		158.3	195.77

Apéndice K

DIAGRAMA DE OPERACIONES LINEA TWIST

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen		
	Actividad	Actual	
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Operación	○	
Fecha: 20/02/04	Transporte	⇄	
Método: actual	Demora	D	
Tipo: operario	Inspección	□	
Analista: Gonzalo Gutierrez	Tiempo		
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar glucosa a cocedora continua	○ ⇄ D □		59.52
Llevar azúcar a cocedora continua	○ ⇄ D □		75.7
subir tonel	⊗ ⇄ D □		
Vaciar el tonel	○ ⇄ D □		
Echar azúcar	○ ⇄ D □		
Mezclar	⊗ ⇄ D □		
Transporte a cocedora	○ ⇄ D □		
Cocción	⊗ ⇄ D □		
Amasada	⊗ ⇄ D □		
Llevar mezcla a bastonera	○ ⇄ D □		6.99
Troquel	⊗ ⇄ D □		
Túnel de enfriamiento	⊗ ⇄ D □		
Llevar a empacadora	○ ⇄ D □		5.51
Empacado dulce individual	⊗ ⇄ D □		
Llevar a pesa	○ ⇄ D □		10.69
Pesado de bolsa	⊗ ⇄ D □		
Colocar bolsas en caja	○ ⇄ D □		
Sellar caja	⊗ ⇄ D □		
Cuarentena	○ ⇄ D □		15.35
TOTAL			173.76

Apéndice L

DIAGRAMA DE OPERACIONES LINEA BOMBON

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen		
	Actividad	Actual	
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Operación	○	
Fecha: 20/02/04	Transporte	⇔	
Método: actual	Demora	D	
Tipo: operario	Inspección	□	
Analista: Gonzalo Gutierrez	Tiempo		
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar glucosa a cocedora continua	○ ⇔ D □		59.52
Llevar azúcar a cocedora continua	○ ⇔ D □		75.7
Subir tonel	○ ⇔ D □		
Echar azúcar	○ ⇔ D □		
Vaciar tonel	○ ⇔ D □		
Mezclar	○ ⇔ D □		
Transporte a cocedora	○ ⇔ D □		
Cocción	○ ⇔ D □		
Amasada	○ ⇔ D □		
Llevar mezcla a bastonera	○ ⇔ D □		8.08
Troquel	○ ⇔ D □		
Túnel de enfriamiento	○ ⇔ D □		
Llevar a empacadora	○ ⇔ D □		12.23
Empacado dulce individual	○ ⇔ D □		
Sellado de bolsa	○ ⇔ D □		
Colocar bolsa en caja	○ ⇔ D □		
Sellar caja	○ ⇔ D □		
Cuarentena	○ ⇔ D □		10.52
TOTAL			166.05

Apéndice M

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA LATINI 1

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen			
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Actividad		Actual	
Fecha: 20/02/04	Operación		○	
Método: actual	Transporte		⇔	
Tipo: operario	Demora		D	
Analista: Gonzalo Gutierrez	Inspección		□	
Descripción de la Actividad	Símbolo		Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar glucosa a marmita a	○	⇔ D □	3.36	14.12
Llevar azúcar a marmita a	○	⇔ D □	3.36	14.12
Echar en marmita	○	⇔ D □	10	
Mezclar	○	⇔ D □	40	
Llevar mezcla a cocedora 2	○	⇔ D □	2.74	1.8
Cocer	○	⇔ D □	14	
Llevar mezcla a mesa	○	⇔ D □	3.74	6.08
Amasado manual	○	⇔ D □	8	
Adición de sabor	○	⇔ D □		
Llevar mezcla a bastonera	○	⇔ D □	1	5.3
Introducir mezcla en bastonera	○	⇔ D □	1	
Troquel	○	⇔ D □	30	
Empaque individual	○	⇔ D □		
Túnel de enfriamiento	○	⇔ D □		
Llevar canasta de paletas a mesa	○	⇔ D □	1.58	12.79
Empacar paletas en caja	○	⇔ D □	3	
Trasladar a cuarentena	○	⇔ D □	0.85	21.5
TOTAL			122.63	75.71

Apéndice N

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA LATINI 2

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen		
	Actividad	Actual	
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Operación	○	
Fecha: 20/02/04	Transporte	⇨	
Método: actual	Demora	D	
Tipo: operario	Inspección	□	
Analista: Gonzalo Gutierrez	Tiempo		
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar azúcar a mezcladora continua	○ ⇨ D □	N/A	20.31
Llevar glucosa a mezcladora continua	○ ⇨ D □	N/A	20.31
Echar glucosa en mezcladora	⊙ ⇨ D □	N/A	
Echar azúcar en mezcladora	⊙ ⇨ D □	N/A	
Mezcla	⊙ ⇨ D □	N/A	
Cocción	⊙ ⇨ D □	N/A	
Llevar nezecla a bastonera	⊙ ⇨ D □		10.39
Introducir en bastonera	○ ⇨ D □	N/A	
Troquel	⊙ ⇨ D □	N/A	
Empaque individual	⊙ ⇨ D □	N/A	
Túnel de enfriamiento	⊙ ⇨ D □	N/A	
Llevar fardo de paletas a mesa	○ ⇨ D □	N/A	18.05
Empacar paletas en caja	⊙ ⇨ D □	N/A	
Trasladar a cuarentena	○ ⇨ D □	N/A	15.94
TOTAL			85

Apéndice Ñ

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA DULCE DURO Y PULMO CALCIO

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen			
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Actividad	Actual		
Fecha: 20/02/04	Operación	○		
Método: actual	Transporte	⇔		
Tipo: operario	Demora	D		
Analista: Gonzalo Gutierrez	Inspección	□		
	Tiempo			
Descripción de la Actividad	Símbolo		Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar glucosa a marmita a	○	⇔ D □	3.36	14.12
Llevar azúcar a marmita a	○	⇔ D □	3.36	14.12
Echar en marmita	⊗	⇔ D □	10	
Mezclar	⊗	⇔ D □	40	
Llevar mezcla a cocedora 2	○	⇔ D □	2.74	1.8
Cocer	⊗	⇔ D □	14	
Llevar mezcla a mesa	○	⇔ D □	5.35	6.52
Amasado manual	⊗	⇔ D □	10	
Adición de sabor	⊗	⇔ D □		
Llevar mezcla a bastonera	○	⇔ D □	1.5	27.14
Introducir mezcla en bastonera	⊗	⇔ D □	1	
Troquel	⊗	⇔ D □	20	
Túnel de enfriamiento	⊗	⇔ D □		
Enfriamiento	⊗	⇔ D □	15	
Llevar a empacadora	○	⇔ D □		1.22
Empacado dulce individual	⊗	⇔ D □		
Llevar a pesa	○	⇔ D □	0.5	1.31
Pesado de bolsa	⊗	⇔ D □	12	
Colocar bolsas en caja	○	⇔ D □	2	
Sellar caja	⊗	⇔ D □		
Cuarentena	○	⇔ D □	1.3	29.07
TOTAL			142.11	95.3

Apéndice O

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA LATINI 1

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen		
	Actividad	Actual	
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Operación	○	
Fecha: 20/02/04	Transporte	⇒	
Método: actual	Demora	D	
Tipo: operario	Inspección	□	
Analista: Gonzalo Gutierrez	Tiempo		
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar glucosa a marmita a	○ ⇒ D □	4	8.03
Llevar azúcar a marmita a	○ ⇒ D □	4	8.03
Echar en marmita	○ ⇒ D □	10	
Mezclar	○ ⇒ D □	40	
Llevar mezcla a cocedora 2	○ ⇒ D □	3	1.4
Cocer	○ ⇒ D □	14	
Llevar mezcla a mesa	○ ⇒ D □	1.75	3.16
Amasado manual	○ ⇒ D □	8	
Adición de sabor	○ ⇒ D □		
Llevar mezcla a bastonera	○ ⇒ D □	0.85	3.19
Introducir mezcla en bastonera	○ ⇒ D □	1	
Troquel	○ ⇒ D □	30	
Empaque individual	○ ⇒ D □		
Túnel de enfriamiento	○ ⇒ D □		
Llevar fardo de paletas a mesa	○ ⇒ D □	2.2	19.27
Empacar paletas en caja	○ ⇒ D □	3	
Trasladar a cuarentena	○ ⇒ D □	0.3	6.34
TOTAL		122.1	49.42

Apéndice P

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA LATINI 2

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen					
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Actividad		Actual			
Fecha: 20/02/04	Operación		○			
Método: actual	Transporte		⇒			
Tipo: operario	Demora		D			
Analista: Gonzalo Gutierrez	Inspección		□			
	Tiempo					
Descripción de la Actividad	Símbolo			Tiempo (min)	Distancia(m)	
Llevar azúcar a mezcladora continua	○	⇒	D	□		8.72
Llevar glucosa a mezcladora continua	○	⇒	D	□		8.72
Echar glucosa en mezcladora	○	⇒	D	□		
Echar azúcar en mezcladora	○	⇒	D	□		
Mezcla	○	⇒	D	□		
Cocción	○	⇒	D	□		
Introducir en bastonera	○	⇒	D	□		2.6
Troquel	○	⇒	D	□		
Empaque individual	○	⇒	D	□		
Túnel de enfriamiento	○	⇒	D	□		
Llevar fardo de paletas a mesa	○	⇒	D	□		19.27
Empacar paletas en caja	○	⇒	D	□		
Trasladar a cuarentena	○	⇒	D	□		19.27
	○	⇒	D	□		
TOTAL						58.58

Apéndice Q

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA DULCE DURO Y PULMO CALCIO

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen		
	Actividad	Actual	
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Operación	○	
Fecha: 20/02/04	Transporte	⇔	
Método: actual	Demora	D	
Tipo: operario	Inspección	□	
Analista: Gonzalo Gutierrez	Tiempo		
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar glucosa a marmita a	○ ⇔ D □	3.87	7.78
Llevar azúcar a marmita a	○ ⇔ D □	3.87	7.78
Echar en marmita	○ ⇔ D □	10	
Mezclar	○ ⇔ D □	40	
Llevar mezcla a cocedora	○ ⇔ D □	2.34	1.54
Cocer	○ ⇔ D □	14	
Llevar mezcla a mesa	○ ⇔ D □	2.5	2.56
Amasado manual	○ ⇔ D □	10	
Adición de sabor	○ ⇔ D □		
Llevar mezcla a bastonera	○ ⇔ D □	0.3	1.98
Introducir mezcla en bastonera	○ ⇔ D □	1	
Troquel	○ ⇔ D □	20	
Túnel de enfriamiento	○ ⇔ D □		
Enfriamiento	○ ⇔ D □	15	
Llevar a empacadora	○ ⇔ D □	0.8	15.43
Empacado dulce individual	○ ⇔ D □		
Llevar a pesa	○ ⇔ D □	0.2	0.58
Pesado de bolsa	○ ⇔ D □	12	
Colocar bolsas en caja	○ ⇔ D □	2	
Sellar caja	○ ⇔ D □		
Cuarentena	○ ⇔ D □	0.5	7.3
TOTAL		138.38	44.95

Apéndice R

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA LATINI 1

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen		
	Actividad	Actual	
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Operación	○	
Fecha: 20/02/04	Transporte	⇒	
Método: actual	Demora	⊐	
Tipo: operario	Inspección	□	
Analista: Gonzalo Gutierrez			
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar glucosa a marmita a	○ ⇒ ⊐ □	2.5	5.06
Llevar azúcar a marmita a	○ ⇒ ⊐ □	2.5	5.06
Echar en marmita	⊕ ⇒ ⊐ □	10	
Mezclar	⊕ ⇒ ⊐ □	40	
Llevar mezcla a cocedora 2	○ ⇒ ⊐ □	3	1.3
Cocer	⊕ ⇒ ⊐ □	14	
Llevar mezcla a mesa	○ ⇒ ⊐ □	1	1.69
Amasado manual	⊕ ⇒ ⊐ □	8	
Adición de sabor	⊕ ⇒ ⊐ □		
Llevar mezcla a bastonera	○ ⇒ ⊐ □	1.2	6.07
Introducir mezcla en bastonera	⊕ ⇒ ⊐ □	1	
Troquel	⊕ ⇒ ⊐ □	30	
Empaque individual	⊕ ⇒ ⊐ □		
Túnel de enfriamiento	⊕ ⇒ ⊐ □		
Transporte de paletas a mesa	○ ⇒ ⊐ □	1	6.64
Empacar paletas en caja	⊕ ⇒ ⊐ □	3	
Trasladar a cuarentena	○ ⇒ ⊐ □	1.1	24.8
TOTAL		118.3	50.62

Apéndice S

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA LATINI 2

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen		
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Actividad	Actual	
Fecha: 20/02/04	Operación	○	
Método: actual	Transporte	⇔	
Tipo: operario	Demora	D	
Analista: Gonzalo Gutierrez	Inspección	□	
	Tiempo		
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar azúcar a mezcladora continua	○ ⇔ D □	N/A	5.59
Llevar glucosa a mezcladora continua	○ ⇔ D □	N/A	5.59
Echar glucosa en mezcladora	○ ⇔ D □	N/A	
Echar azúcar en mezcladora	○ ⇔ D □	N/A	
Mezcla	○ ⇔ D □	N/A	
Cocción	○ ⇔ D □	N/A	
Introducir en bastonera	○ ⇔ D □	N/A	6.65
Troquel	○ ⇔ D □	N/A	
Empaque individual	○ ⇔ D □	N/A	
Túnel de enfriamiento	○ ⇔ D □	N/A	
Llevar fardo de paletas a mesa	○ ⇔ D □	N/A	6.64
Empacar paletas en caja	○ ⇔ D □	N/A	
Trasladar a cuarentena	○ ⇔ D □	N/A	24.63
	○ ⇔ D □		
TOTAL			49.1

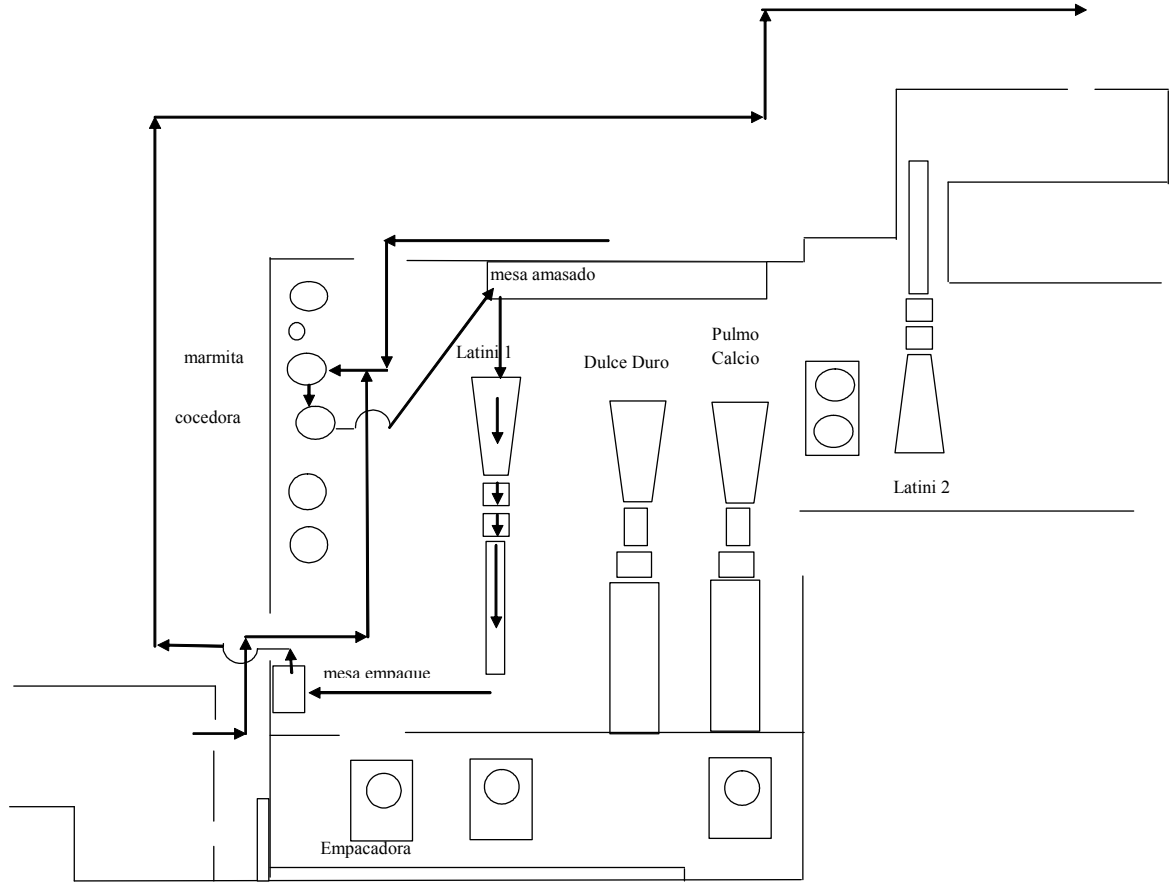
Apéndice T

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA DULCE DURO Y PULMO CALCIO

Nombre: Gonzalo Gutierrez	Resumen		
	Actividad	Actual	
Ubicación: domicilio 20calle 26-15 z.10	Operación	○	
Fecha: 20/02/04	Transporte	⇨	
Método: actual	Demora	D	
Tipo: operario	Inspección	□	
Analista: Gonzalo Gutierrez			
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia(m)
Llevar glucosa a marmita a	○ ⇨ D □	2.77	5.57
Llevar azúcar a marmita a	○ ⇨ D □	2.77	5.57
Echar en marmita	⊗ ⇨ D □	10	
Mezclar	⊗ ⇨ D □	40	
Llevar mezcla a cocedora 2	○ ⇨ D □	2.3	1.19
Cocer	⊗ ⇨ D □	14	
Llevar mezcla a mesa	○ ⇨ D □	1.5	1.4
Amasado manual	⊗ ⇨ D □	10	
Adición de sabor	⊗ ⇨ D □		
Llevar mezcla a bastonera	○ ⇨ D □	1.1	4.88
Introducir mezcla en bastonera	⊗ ⇨ D □	1	
Troquel	⊗ ⇨ D □	20	
Túnel de enfriamiento	⊗ ⇨ D □		
Enfriamiento	○ ⇨ D □	15	
Llevar a empacadora	○ ⇨ D □	0.5	6.31
Empacado dulce individual	⊗ ⇨ D □		
Llevar a pesa	○ ⇨ D □	0.2	0.68
Pesado de bolsa	⊗ ⇨ D □	12	
Polocar bolsas en caja	○ ⇨ D □	2	
Sellar caja	⊗ ⇨ D □		
Cuarentena	○ ⇨ D □	1.3	18.91
TOTAL		136.44	44.51

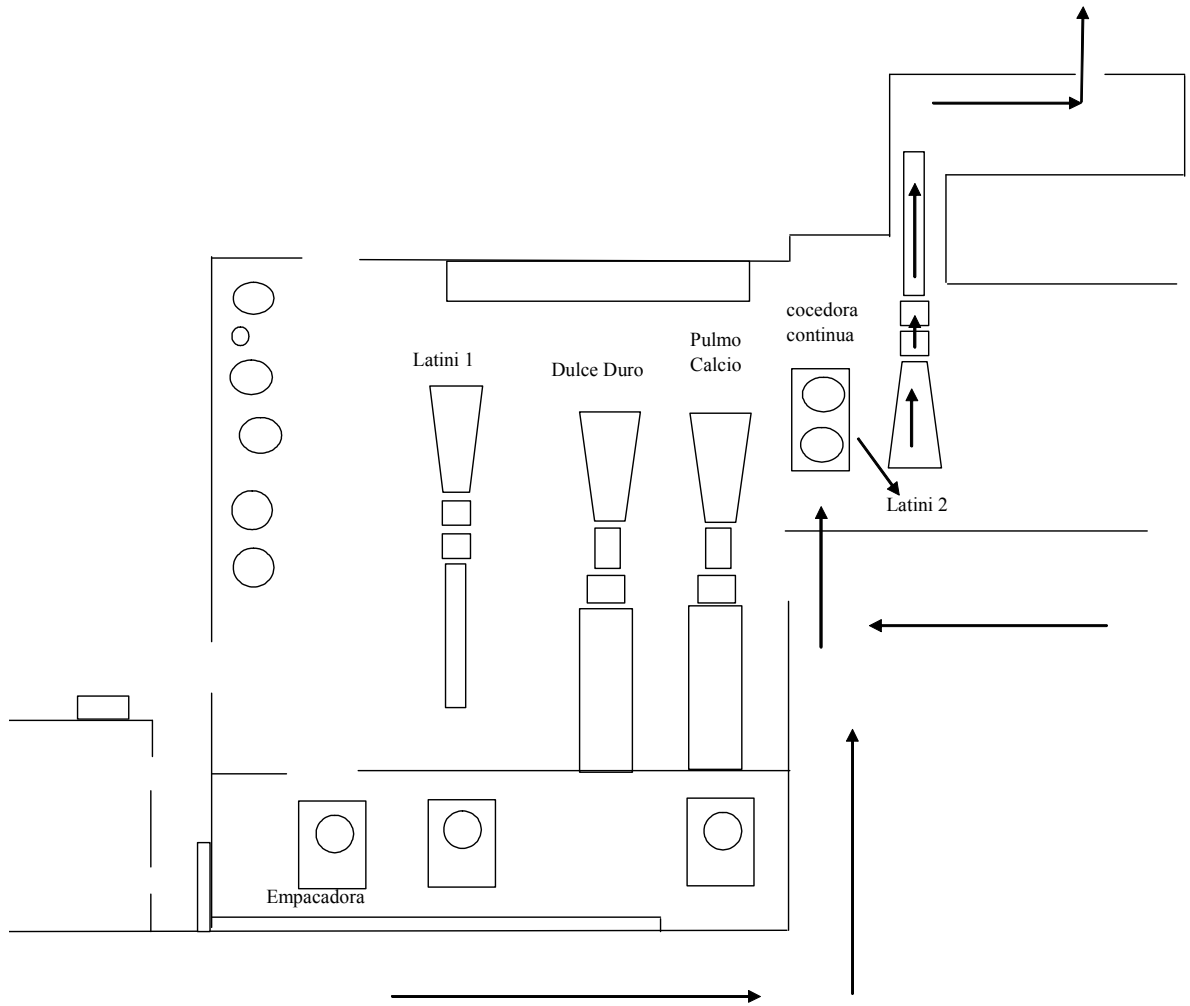
Apéndice U

DIAGRAMA DE FLUJO LÍNEA LATINI



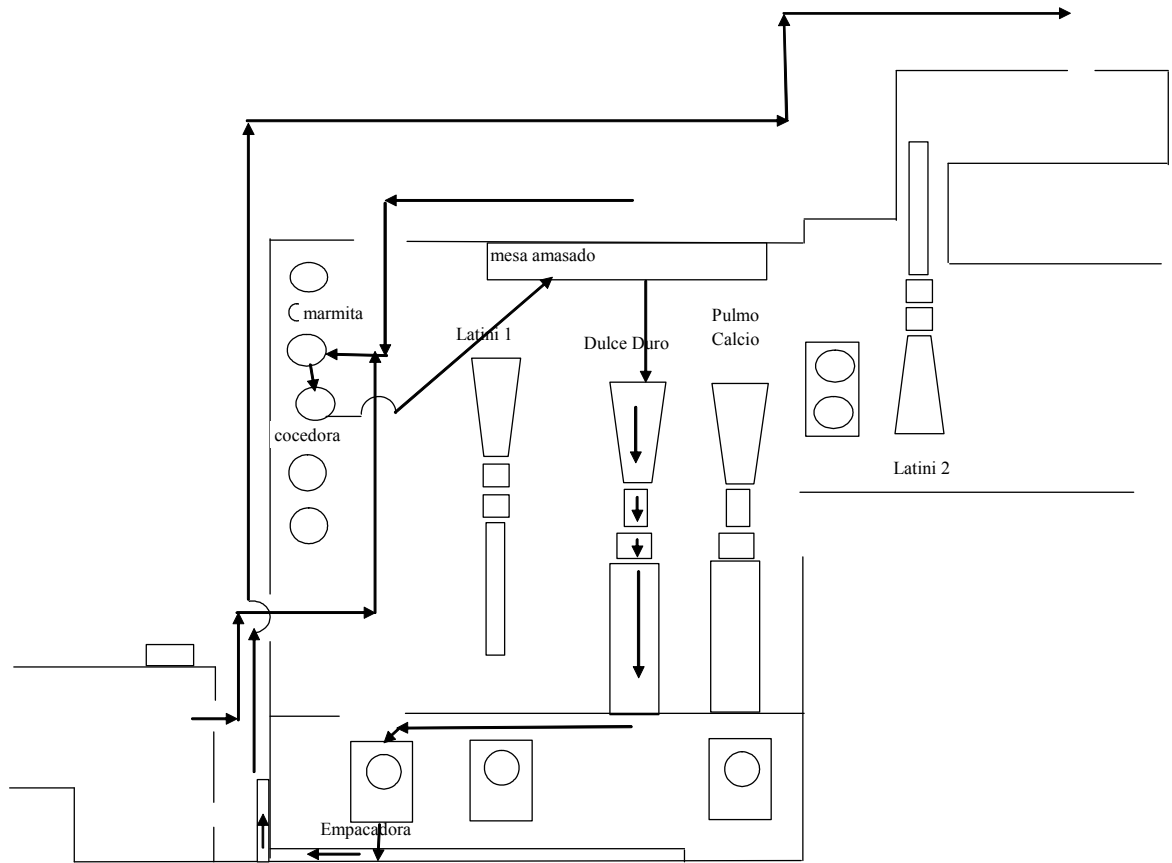
Apéndice V

DIAGRAMA DE FLUJO LÍNEA LATINI 2



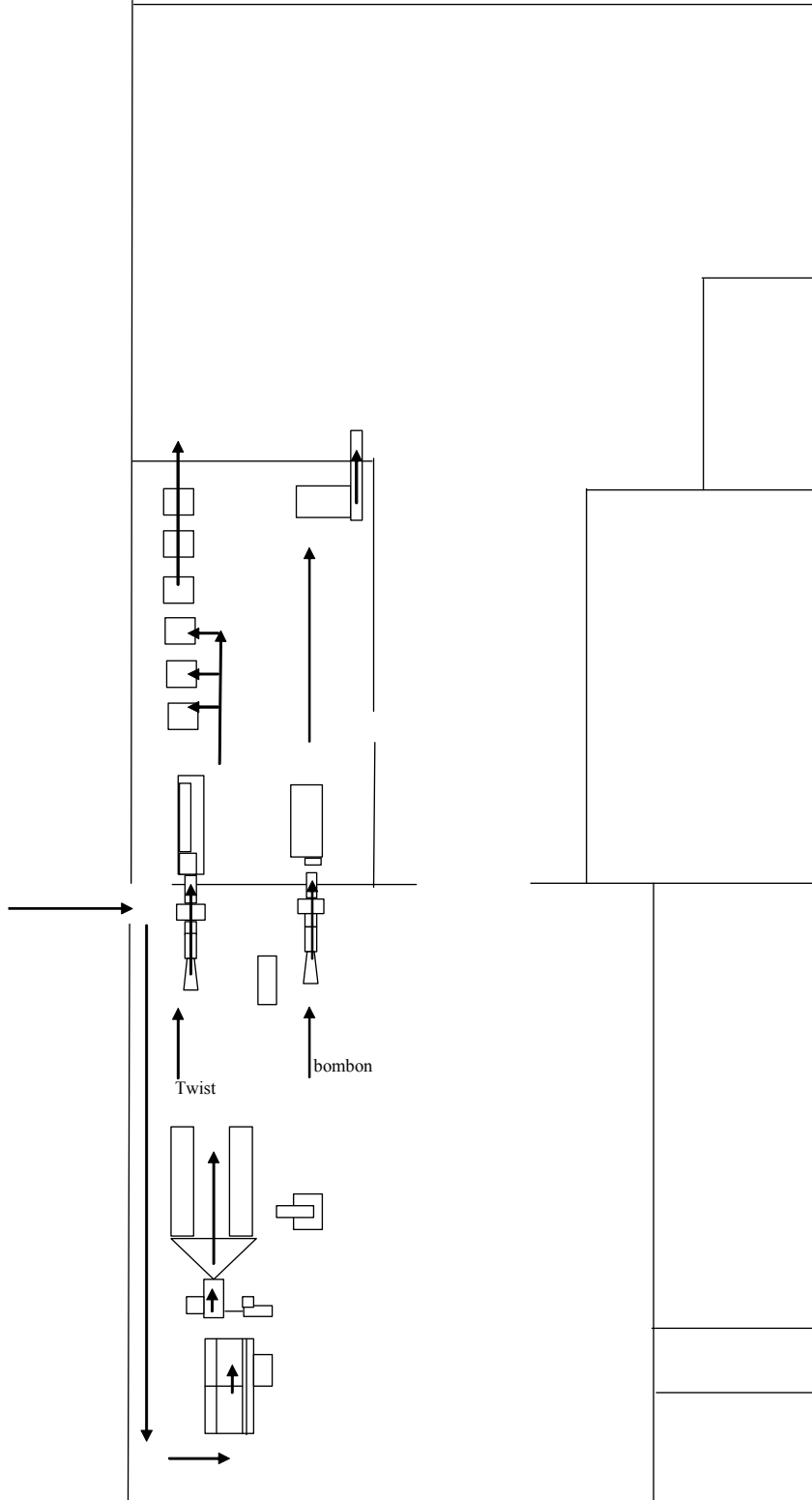
Apéndice W

FLUJO LÍNEA DULCE DURO Y PULMO CALCIO

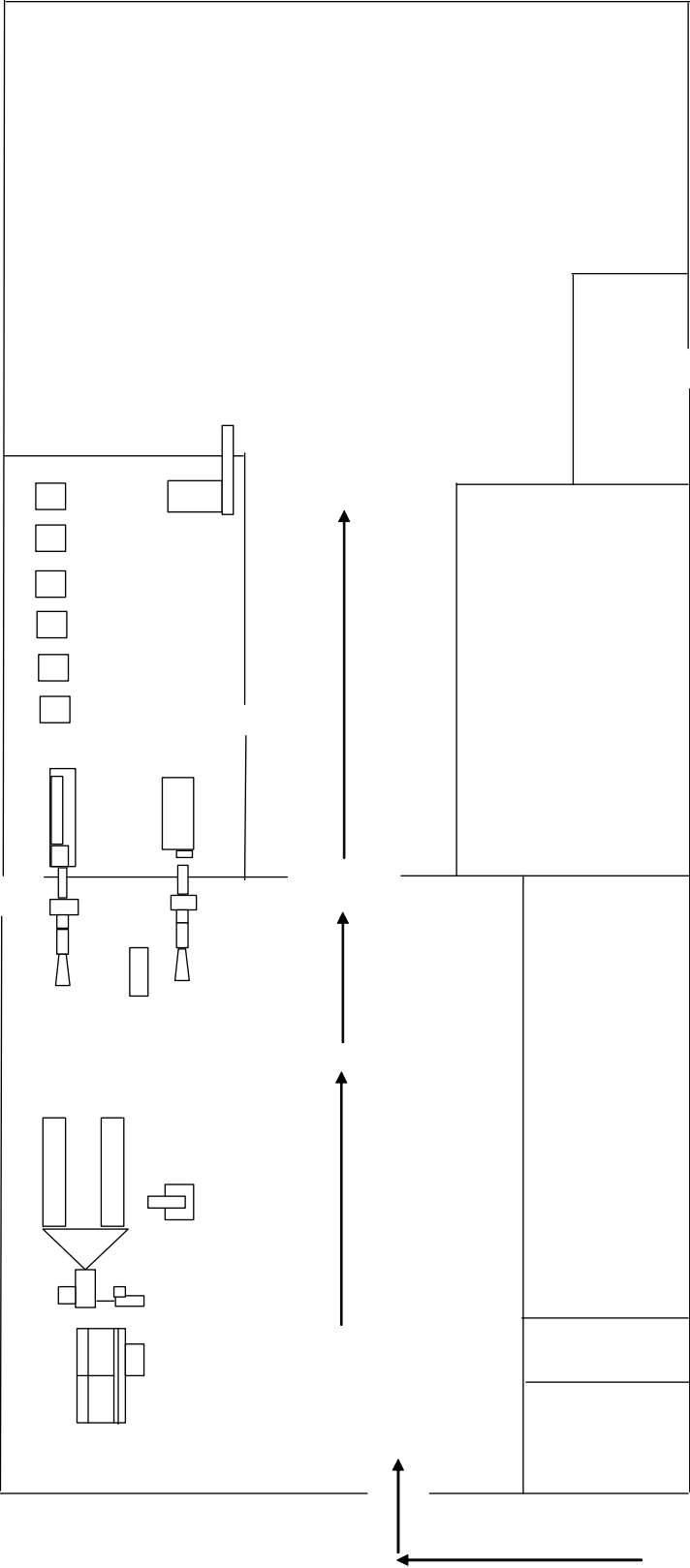


Apéndice X

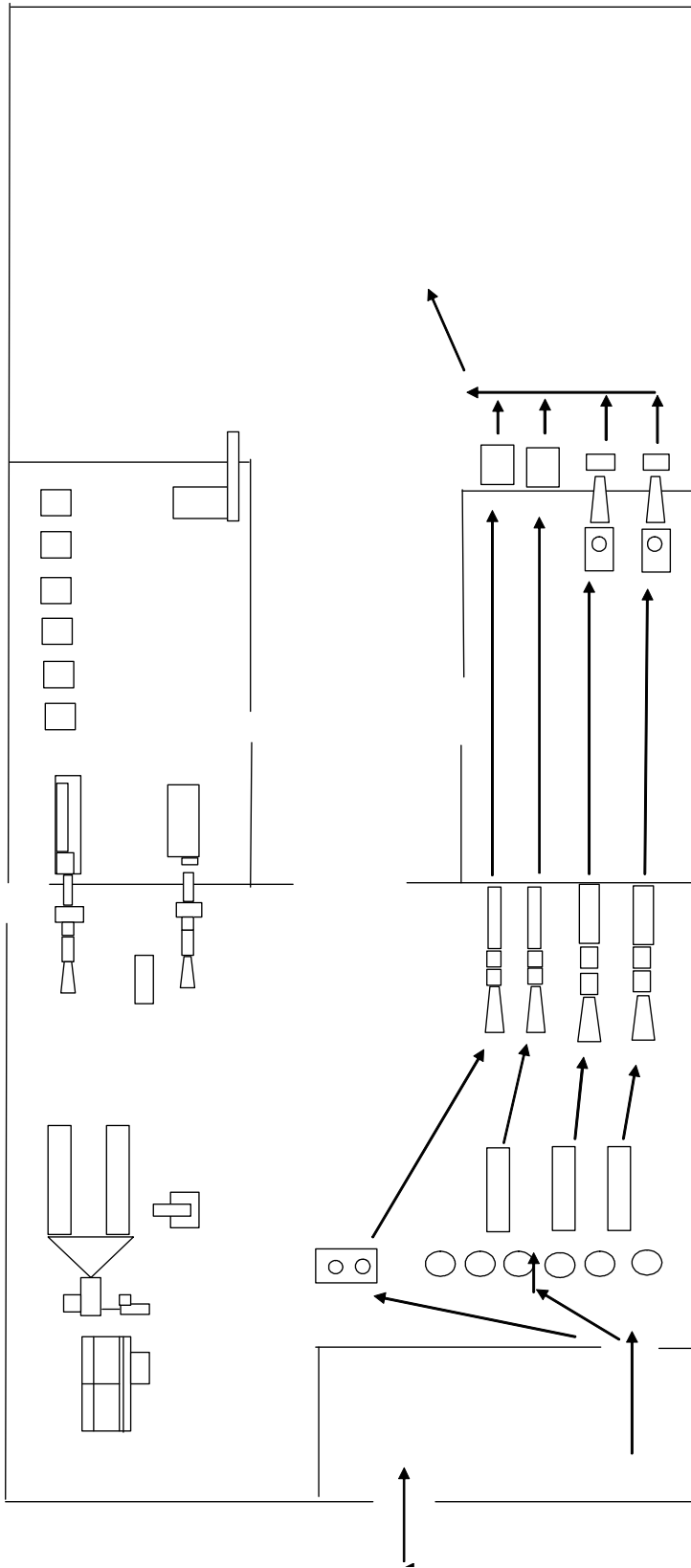
FLUJO LÍNEA TWIST Y BOMBON



Apéndice Y



Apéndice AC



Apéndice AD

