ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultado de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Análisis y Rediseño de la Distribución Física de una Fabrica Panificadora"

TESINA DE SEMINARIO

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERAS INDUSTRIALES

Presentada por:

Diana Germania Brusil Tocto

Marianella Karin Torres Villanueva

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2009

AGRADECIMIENTO

A todos aquellos que hicieron posible la realización de este proyecto, a los que facilitaron la información, a los que brindaron apoyo y consejos.

Al Ing. Everaldo Ramírez por permitir la ejecución del trabajo.

A la Ing. Ana María Galindo por la guía proporcionada y la dirección de mismo.

A mi compañera, por su gran contribución y compromiso para lograr la elaboración de esta tesis.

DEDICATORIA

A DIOS

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

_____

Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

_____

Ing. Ana María Galindo A.
PROFESORA DE TESINA
DE SEMINARIO

_____

Ing. Denise Rodríguez Z.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

_____ _____

Diana Brusil Tocto Marianella Torres Villanueva

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN……..……..II

ÍNDICE GENERAL……..……IV

ÍNDICE DE FIGURAS……VII

ÍNDICE DE TABLAS……..X

INDICE DE PLANOS……..XV

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES

1.1. Presentación de la empresa.....……..1

1.2. Justificación del proyecto…….…...2

1.3. Establecimiento de objetivos del proyecto……..10

1.3.1. Objetivo general ……..…….....10

1.3.2. Preguntas de investigación……..…… 10

1.3.3. Objetivos específicos…….....……11

1.3.4. Justificación del estudio……..…11

1.4. Hipótesis……..……12

1.4.1. Planteamiento de la hipótesis……..……. 12

1.4.2. Diseño de la investigación……..13

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

Introducción……..……...…..14

2.1. Investigación……..……..15

2.1.1. Motivos para la redistribución de una planta……15

2.1.2. Ventajas de una buena distribución……..16

2.1.3. Tipos de distribución……..…. 16

2.1.4. Celdas de manufactura……20

2.1.5. Métodos utilizados para el rediseño de una planta……22

2.2. Selección del método a utilizarse……32

2.3. Método seleccionado……..33

CAPÍTULO 3

3. REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA

Introducción....……34

3.1. Análisis de la situación actual……..35

3.1.1. Análisis del producto……...…35

3.1.2. Análisis del mercado y clientes……..36

3.1.3. Análisis del proceso productivo……....38

3.1.4. Análisis de la estructura organizacional……45

3.1.5. Análisis de almacenamiento y manipuleo…….....…46

3.2. Distribución actual.....…….....52

3.3. Verificación de necesidades de la planta……62

3.3.1. Cálculo de la capacidad de la planta…….62

3.3.2. Balanceo de línea…….68

3.3.3. Análisis de movimientos mediante el la Carta From – To.....72

3.4. Problemas presentes……..83

CAPÍTULO 4

4. REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA

Introducción…….....…….....85

4.1. Análisis de los problemas de la empresa.....86

4.2. Diseño de la investigación planteada.....88

4.3. Mejoras proyectadas.....143

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

Introducción…….....156

5.1. Conclusiones……..……...157

5.2. Recomendaciones……..……..159

APENDICES

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Área de recepción/despacho y entrada/salida de personal…....…5
Figura 2.1 Diagrama de relaciones……28
Figura 3.1 Porcentaje de ventas por producto……37
Figura 3.2 Diagrama de flujo de proceso de panadería……39
Figura 3.3 Diagrama de flujo de procesos de pastelería……...40
Figura 3.4 Diagrama de flujo de procesos de bizcochería……41
Figura 3.5 Actividades por área……....42
Figura 3.6 Organigrama de la compañía……..45
Figura 3.7 Flujo de materiales en la planta ……..……...51
Figura 3.8 Distribución actual planta baja…….……...52
Figura 3.9 Distribución actual planta alta……..……..53
Figura 3.10 Recorrido actual de los productos……..….54
Figura 3.11 Recorrido del producto – Línea bizcochería……...57
Figura 3.12 Recorrido del producto – Línea panadería…….……59
Figura 3.13 Recorrido del producto – Línea pastelería...……..……61
Figura 3.14 Demanda proyectada – Línea bizcochería…….……63
Figura 3.15 Demanda proyectada – Línea panadería…….....65
Figura 3.16 Demanda proyectada – Línea pastelería……..……67
Figura 3.17 Esquema línea bizcochería de acuerdo a la Carta From–To.....81
Figura 3.18 Esquema línea panadería de acuerdo a la Carta From–To…....81
Figura 3.19 Esquema línea bizcochería de acuerdo a la Carta From–To.....81
Figura 3.20 Esquema línea bizcochería de acuerdo a la Carta From–To.....82
Figura 4.1 Áreas disponibles Planta Baja.....93
Figura 4.2 Distribución QAP Planta baja.....95
Figura 4.3 Diagrama de relaciones Planta baja.....96
Figura 4.4 Ajuste a dimensiones reales Distribución 1 – Planta baja.....98
Figura 4.5 Ajuste a dimensiones reales Distribución 2 – Planta baja.....99

Figura 4.6 Comparación entre método QAP y SPL Planta baja.....100
Figura 4.7 Áreas disponibles Planta Alta.....101
Figura 4.8 Distribución QAP Planta Alta.....102
Figura 4.9 Diagrama de relaciones Planta alta.....103
Figura 4.10 Ajuste a dimensiones reales Distribución 1 – Planta alta.....104
Figura 4.11 Ajuste a dimensiones reales Distribución 2 – Planta alta.....105
Figura 4.12 Ajuste a dimensiones reales Distribución 3 – Planta alta.....107
Figura 4.13 Comparación entre método QAP y SPL Planta alta.....108
Figura 4.14 Áreas disponibles.....109
Figura 4.15 Distribución QAP Bizcochería.... 110
Figura 4.16 Diagrama de relaciones Bizcochería.....111
Figura 4.17 Ajuste a dimensiones reales bizcochería.....111
Figura 4.18 Comparación entre métodos QAP y SPL Bizcochería.....112
Figura 4.19 Áreas disponibles..... 113
Figura 4.20 Distribución QAP – Bodega.....114
Figura 4.21 Diagrama de relaciones de bodegas.....114
Figura 4.22 Ajuste a dimensiones reales Distribución 1.....115
Figura 4.23 Ajuste a dimensiones reales Distribución 2.....117
Figura 4.24 Ajuste a dimensiones reales Distribución 3.....118
Figura 4.25 Comparación de métodos QAP y SPL Bodegas.....119
Figura 4.26 Diagrama de relaciones horneo y desmolde.....120
Figura 4.27 Ajuste a dimensiones reales Distribución 1.....121
Figura 4.28 Ajuste a dimensiones reales Distribución 2.....122
Figura 4.29 Distribución seleccionada Horneo y desmolde.....123
Figura 4.30 Diagrama de relaciones Empaque y almacenamiento.....124
Figura 4.31 Ajuste de dimensiones reales Distribución 1 – Empaque y almacenamiento.....124
Figura 4.32 Ajuste de dimensiones reales Distribución 2 – Empaque y almacenamiento.....125
Figura 4.33 Distribución seleccionada Empaque y almacenamiento.....126

Figura 4.34 Áreas disponibles Pastelería.....126
Figura 4.35 Distribución QAP Panadería.....128
Figura 4.36 Matriz de relaciones Pastelería.....128
Figura 4.37 Ajuste de dimensiones reales Distribución 1 Pastelería.....129
Figura 4.38 Ajuste de dimensiones reales Distribución 2 Pastelería.....130
Figura 4.39 Distribución 3 – Pastelería.....132
Figura 4.40 Comparación de métodos QAP y SPL Pastelería.....132
Figura 4.41 Áreas disponibles Panadería.....133
Figura 4.42 Distribución QAP Panadería.....134
Figura 4.43 Matriz de relaciones Panadería.....134
Figura 4.44 Ajuste a dimensiones reales Distribución 1 Panadería.....135
Figura 4.45 Ajuste a dimensiones reales Distribución 2 Panadería.....136
Figura 4.46 Comparación de métodos QAP y SPL Panadería.....137
Figura 4.47 Matriz de relaciones Leudo y Horneo.....138
Figura 4.48 Ajuste de medidas – Leudo y Horneo.....139
Figura 4.49 Plano Planta Baja.....140
Figura 4.50 Plano Planta Alta.....141
Figura 4.51 Distribución Propuesta.....142
Figura 4.52 Plano Horneo y Desmolde actual.....149
Figura 4.53 Plano Horneo y Desmolde Propuesto.....149
Figura 4.54 Plano Bodega Secos y Material de Empaque actual.....150
Figura 4.55 Plano Bodega Secos y Material de Empaque propuesto.....150
Figura 4.56 Plano Bodegas Externas actual.....151
Figura 4.57 Plano Bodegas Externas propuesto.....151
Figura 4.58 Plano Cocina y Bodega de Limpieza actual.....152
Figura 4.59 Plano Cocina y Bodega de Limpieza propuesto.....152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Resumen de tiempo utilizado en actividades de Línea Bizcochería……..2
Tabla 1.2 % de Tiempo de transporte línea bizcochería...……..…3
Tabla 1.3 Resumen de tiempo utilizado en actividades de línea panadería…3
Tabla 1.4 % de Tiempo de transporte línea panadería ……...3
Tabla 1.5 Resumen de tiempo utilizado en actividades de línea pastelería.....4
Tabla 1.6 % Tiempo de transporte línea de pastelería…..……..4
Tabla 1.7 Ventas totales año 2008……...……...5
Tabla 1.8 Impacto del sobretiempo en el costo del producto……..…..9
Tabla 2.1 Grado de relación entre las áreas.....…….27
Tabla 2.2 Motivos para prioridad de cercanía.....……..……..27
Tabla 2.3 Carta From – To.....…….…...29
Tabla 2.4 Matriz de selección de método a utilizar…….33
Tabla 3.1 Productos de panadería…….…….35
Tabla 3.2 Productos de pastelería…….…..……...35
Tabla 3.3 Productos de bizcochería…….…35
Tabla 3.4 Lista de materiales de productos por línea…….36
Tabla 3.5 Actividades de panadería……..……38
Tabla 3.6 Resumen de actividades de panadería……...…39
Tabla 3.7 Actividades de pastelería…..……..…..39
Tabla 3.8 Resumen de actividades de pastelería……..40
Tabla 3.9 Actividades de bizcochería……..……..…..41
Tabla 3.10 Resumen de actividades de bizcochería……..…42
Tabla 3.11 Equipos utilizados en cada línea de producción……...…43
Tabla 3.12 Frecuencia de recepción de materia prima……..47
Tabla 3.13 Cantidad de materia prima solicitada al mes……..…48
Tabla 3.14 Promedio de cantidades despachadas.....…….....….....48

Tabla 3.15 Cantidad de Producto que se manipula en cada proceso al mes……..50
Tabla 3.16 Histórico de ventas – Línea bizcochería…….....62
Tabla 3.17 Proyección de la demanda – Línea bizcochería……...63
Tabla 3.18 Histórico de ventas – Línea panadería……64
Tabla 3.19 Proyección de la demanda – Línea panadería…….…....65
Tabla 3.20 Histórico de ventas – Línea pastelería…….…..... 66
Tabla 3.21 Proyección de la demanda – Línea pastelería……...67
Tabla 3.22 Criterios para balanceo de línea……68
Tabla 3.23 Fondo de tiempo……...68
Tabla 3.24 Demanda anual por línea……..……69
Tabla 3.25 Balanceo de línea de bizcochería……..……69
Tabla 3.26 Capacidad obtenida bizcochería……69
Tabla 3.27 Necesidades de personal y equipos – Línea bizcochería…….70
Tabla 3.28 Balanceo de línea de panadería…….…....70
Tabla 3.29 Capacidad obtenida panadería…….……...…..71
Tabla 3.30 Balanceo de línea – Pastelería…….……...71
Tabla 3.31 Capacidad obtenida pastelería…….…….…..72
Tabla 3.32 Carta From - To – Materia prima…….…..……..73
Tabla 3.33 Carta From - To – Línea bizcochería……...74
Tabla 3.34 Carta From - To – Línea panadería…….….....75
Tabla 3.35 Carta From - To – Línea pastelería…….……....76
Tabla 3.36 Carta From - To – Todas las áreas…….....77
Tabla 3.37 Resultados Carta From - To Bodegas……78
Tabla 3.38 Resultados Carta From - To – Líneas de producción……....79
Tabla 4.1 Análisis de problema 1.....86
Tabla 4.2 Análisis de problema 2.....86
Tabla 4.3 Análisis de problema 3.....87
Tabla 4.4 Análisis de problema 4.....87
Tabla 4.5 Análisis de problema 5.....87

Tabla 4.6 Análisis de problema 6.....87
Tabla 4.7 Carta From - To – Todas las áreas.....91
Tabla 4.8 Áreas planta baja.....93
Tabla 4.9 Carta From - To – Planta Baja.....99
Tabla 4.10 Matriz de distancias Planta baja.....94
Tabla 4.11 Matriz de asignación Planta baja.....95
Tabla 4.12 Grado y razones de importancia de la relación Planta baja.....96
Tabla 4.13 Análisis carga mensual Distribución 1 Planta baja.....98
Tabla 4.14 Análisis carga mensual Distribución 2 Planta baja.....99
Tabla 4.15 Áreas Planta alta. 100
Tabla 4.16 Carta From - To – Planta Alta.....101
Tabla 4.17 Matriz de distancias Planta alta.....101
Tabla 4.18 Análisis carga mensual Distribución 1 Planta alta.....104
Tabla 4.19 Análisis carga mensual Distribución 2 Planta alta.....106
Tabla 4.20 Análisis carga mensual Distribución 3 Planta alta.....107
Tabla 4.21 Áreas Bizcochería.....108
Tabla 4.22 Carta From - To – Bizcochería.....109
Tabla 4.23 Matriz de distancias Bizcochería.....110
Tabla 4.24 Razones de importancia de la relación.....110
Tabla 4.25 Análisis de carga mensual – Bizcochería.....112
Tabla 4.26 Áreas de bodega.....112
Tabla 4.27 Carta From - To – Bodegas.....113
Tabla 4.28 Matriz de distancias.....113
Tabla 4.29 Razones de importancia para la relación.....114
Tabla 4.30 Análisis carga mensual – Distribución 1 – Bodegas.....116
Tabla 4.31 Análisis carga mensual – Distribución 2 – Bodegas.....117
Tabla 4.32 Análisis carga mensual – Distribución 3 – Bodegas.....118
Tabla 4.33 Áreas horneo y desmolde.....119
Tabla 4.34 Razones de importancia de la relación.....119
Tabla 4.35 Análisis carga mensual – Distribución 1 - Horneo y desmolde...121

Tabla 4.36 Análisis carga mensual – Distribución 2 – Horneo y desmolde.122
Tabla 4.37 Área de empaque y almacenamiento.....123
Tabla 4.38 Razones de importancia de la relación..... ..123
Tabla 4.39 Análisis carga mensual Distribución 1 – Empaque y almacenamiento.....125
Tabla 4.40 Análisis carga mensual Distribución 2 – Empaque y almacenamiento.....125
Tabla 4.41 Áreas pastelería.....126
Tabla 4.42 Carta From - To – Pastelería.....127
Tabla 4.43 Matriz de distancias Pastelería.....127
Tabla 4.44 Razones de la importancia de la relación.....128
Tabla 4.45 Análisis carga mensual Distribución 1 – Pastelería.....130
Tabla 4.46 Análisis carga mensual Distribución 2 – Pastelería.....131
Tabla 4.47 Áreas panadería.....132
Tabla 4.48 Carta From - To – Panadería.....133
Tabla 4.49 Matriz de distancias Panadería.....133
Tabla 4.50 Razones de importancia de la relación – Panadería.....134
Tabla 4.51 Análisis carga mensual Distribución 1 – Panadería.....136
Tabla 4.52 Análisis carga mensual Distribución 1 – Pastelería.....137
Tabla 4.53 Áreas leudo y horneo.....137
Tabla 4.54 Razones de importancia de la relación.....138
Tabla 4.55 Análisis carga mensual - Leudo y horneo.....139
Tabla 4.56 Actividades de flujo de proceso – Bizcochería - Actual.....144
Tabla 4.57 Resumen de actividades – Bizcochería - Actual.....144
Tabla 4.58 Tiempo total Bizcochería - actual.....144
Tabla 4.59 Actividades de flujo de proceso – Bizcochería - Propuesto.....144
Tabla 4.60 Resumen de actividades – Bizcochería - Propuesto.....145
Tabla 4.61 Tiempo total Bizcochería - Propuesto.....145
Tabla 4.62 Actividades de flujo de proceso – Panadería - Actual.....145
Tabla 4.63 Resumen de actividades – Panadería - Actual.....146

Tabla 4.64 Tiempo total Panadería - Actual.....146
Tabla 4.65 Actividades de flujo de proceso – Panadería – Propuesto.....146
Tabla 4.66 Resumen de actividades – Panadería - Propuesto.....146
Tabla 4.67 Tiempo total Panadería - Propuesto.....146
Tabla 4.68 Actividades de flujo de proceso – Pastelería - Actual.....147
Tabla 4.69 Resumen de actividades – Pastelería - Actual.....147
Tabla 4.70 Tiempo total Pastelería Actual.....147
Tabla 4.71 Actividades de flujo de proceso Pastelería – Propuesto.....147
Tabla 4.72 Resumen de actividades Pastelería – Propuesto.....148
Tabla 4.73 Tiempo total Pastelería - Propuesto.....148
Tabla 4.74 Cronograma de Producción.....154
Tabla 4.75 Costo de mano de obra y sobretiempo sobre costo de ventas.155
Tabla 4.76 Porcentaje de reducción costo de mano de obra.....155

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 3.1 Planta Baja Actual
Plano 3.2 Planta Alta Actual
Plano 4.1 Planta Baja Propuesto
Plano 4.2 Planta Alta Propuesto

RESÚMEN

La empresa en la que se desarrolla esta Tesina de Seminario tiene como actividad principal la producción de bizcochos, panes y pasteles, en donde se analiza todo el proceso productivo, desde la recepción de materia prima hasta el despacho de producto final.

El elevado tiempo de ciclo del producto, las distancias recorridas por la materia prima y el cruce de materiales son factores que ponen en inminente riesgo de contaminación al producto, principalmente por tratarse de un elemento de consumo alimenticio. Lo que a su vez genera preocupación y quejas por parte del cliente principal, quien podría dejar de comprar la producción de bizcochos de no remediarse de inmediato los problemas.

Estos son los motivos que conllevan a la realización de la presente Tesina de Seminario Análisis y Rediseño de la Distribución Física de una Fábrica Panificadora.

Para el desarrollo de este rediseño se realizó un análisis de la situación actual del proceso de producción, considerando los siguientes aspectos: producto y mercado, producción, manipuleo y almacenamiento.

Después de realizar este análisis fue posible detectar con mayor exactitud los problemas que tiene la empresa en cuanto a su distribución

actual y al mismo tiempo incluir o descartar otras posibles causas que puedan generar demoras en la producción.

Con la información obtenida y con la guía del gerente general y el jefe de producción, se analizó la ubicación de las líneas de producción y de las bodegas de materia prima distribuidas en las dos plantas, alta y baja, utilizando para esto la combinación de los métodos de Problema de Asignación Cuadrática (QAP) y Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP).

De esta manera se estableció la nueva distribución de la planta baja y planta alta y mediante la validación de los resultados se pudo comprobar el mejor uso del espacio, la reducción de distancias recorridas y mejor flujo del proceso.

CAPÍTULO 1

1 ANTECEDENTES

1.1 Presentación de la empresa

El estudio se realiza en una planta panificadora del país, situada en la ciudad de Guayaquil, la misma que inició sus actividades en el año 1972 en su punto de venta ubicado en el centro de la ciudad, en donde se elaboraban productos tradicionales de panadería y pastelería.

En vista de las necesidades y oportunidades del mercado, se convirtió en el único proveedor de una empresa multinacional dedicada a la elaboración de productos de consumo masivo, motivo por el cual decidieron instalar una línea de producción exclusiva paralela a sus productos tradicionales.

La nueva línea se ubicó en un edificio de propiedad familiar que se encuentra en el suroeste de la ciudad.

Con el transcurso de los años el incremento de la demanda obligó a trasladar las líneas de pastelería y panadería a dicho edificio, concentrando todas sus operaciones en una sola planta.

La planta panificadora cuenta con tres líneas de producción: Bizcochería, Panadería y Pastelería. El mayor volumen de producción se concentra en la línea de Bizcochería.

La planta cuenta con un total de 12 empleados en el área de producción.

En la actualidad la empresa mantiene su local principal como punto caliente de venta de todos sus productos de panadería y pastelería.

1.2 Justificación del proyecto

Se escogió esta fábrica como objeto de estudio debido a los siguientes problemas:

- El recorrido que sigue tanto el producto terminado como la materia prima genera pérdidas de tiempo por transporte durante el proceso. Estas pérdidas ocurren por la distancia que existe entre las diferentes estaciones de trabajo.

- En la línea bizcochería el área de preparación se encuentra alejada del área de horneo y desmolde, y ésta a su vez distante del área de empaque, lo que genera los siguientes tiempos en el proceso (anexo 1.1):

Resumen-Bizcochería	Operación	Transporte	Almacenaje	Demora	Inspección
Tiempo Utilizado	30,77	15,18	0,00	38,00	0,70

Tabla 1.1 Resumen de tiempo utilizado en actividades de línea bizcochería

% Tiempo de Transporte/Tiempo Total del Proceso	17,94%
Distancia Total recorrida por el producto (m)	104,7

Tabla 1.2 % de Tiempo de transporte línea bizcochería

El porcentaje de tiempo mostrado en la tabla anterior corresponde al tiempo utilizado para transporte del producto en proceso. El tiempo de ciclo de producción de **bizcochos** es aproximadamente 85 minutos. Al eliminar el tiempo por transporte, el tiempo total del ciclo se reduciría en un 18% sobre el tiempo total del proceso.

- Para la línea de panadería el área de preparación se encuentra distante del área de leudo, las cuales están ubicadas en la planta baja, mientras que el área de horneo está en la planta alta. Los tiempos del proceso por tipo de actividad se aprecian en la siguiente tabla (anexo 1.2).

Resúmen	Operación	Transporte	Almacenaje	Demora	Inspección
Tiempo Utilizado	124,74	20,84	0,00	139,20	1,44

Tabla 1.3 Resumen de tiempo utilizado en actividades de línea panadería

% Tiempo de Transporte/Tiempo Total del Proceso	7,28%
Distancia Total recorrida por el producto (m)	94,25

Tabla 1.4 % de Tiempo de transporte línea panadería

El porcentaje de tiempo de las actividades de transporte corresponde al 7,28% sobre el tiempo total del proceso. El tiempo de ciclo de

producción de esta línea es de 286,22 min. Con la eliminación del tiempo por transporte de producto el tiempo total del proceso se reduciría en un 7%.

- En el proceso de preparación de tortas el tiempo de ciclo es aproximadamente 166,19 minutos (anexo 1.3). Al reducir el tiempo de ciclo evitando el transporte éste disminuiría en un 27%.

Resúmen	Operación	Transporte	Almacenaje	Demora	Inspección
Tiempo Utilizado	111,96	44,89	0,00	9,34	0,00

Tabla 1.5 Resumen de tiempo utilizado en actividades de línea pastelería

% Tiempo de Transporte/Tiempo Total del Proceso	27,01%
Distancia Total recorrida por el producto (m)	157,95

Tabla 1.6 % Tiempo de transporte línea de pastelería

En esta línea se encuentran distantes el área de cocina, en donde se elaboran los rellenos para las tortas, la misma que está ubicada en la planta alta, del área de elaboración de tortas, la cual se encuentra en la planta baja.

- Actualmente la empresa está implementando BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) en la fábrica debido a que es un requisito de su principal cliente. Se han detectado en la planta problemas de contaminación, lo cual impediría que pase la auditoría, ocasionando la pérdida del cliente, quien genera ventas de $ 821,541.60 mil dólares anuales, que representan el 76% de las ventas totales. Estas ventas

corresponden a la línea de bizcochería. Este requisito es obligatorio para el cliente y de no lograr la certificación puede terminar el negocio actual de la empresa.

Línea	Ventas 2008	% Ventas
Bizcochos	$ 821.541,60	76%
Panadería	$ 144.057,55	13%
Pastelería	$ 114.400,00	11%
Ventas totales	$ 1.079.999,15	

Tabla 1.7 Ventas totales año 2008

La contaminación se concentra en las siguientes áreas de la fábrica:

- ✓ En la línea de bizcochería, entre el área de desmolde y empaque, se encuentra el área utilizada para recepción de materia prima, despacho de producto terminado, entrada de personal y salida de personal, como se puede observar en el siguiente gráfico.

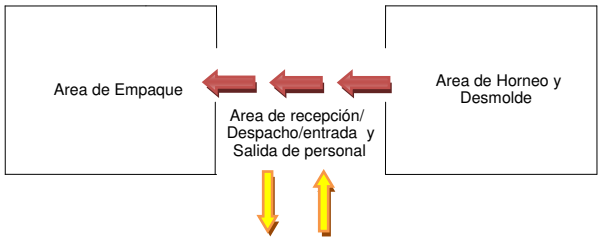


Figura 1.1 Área de recepción/despacho y entrada/salida de personal

No existe un horario establecido para la recepción de materia prima y el despacho de producto terminado, por lo tanto estas operaciones se realizan durante el turno de producción, exponiendo al producto a una contaminación directa.

De acuerdo al Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos procesados de la norma del Decreto Ejecutivo 3253 publicado en el Registro Oficial 696 el 4 de Noviembre de 2002, se incumple con los siguientes artículos del CAPÍTULO I (De las instalaciones), en el Artículo 6 que hace referencia a las condiciones específicas de las áreas, estructuras internas y accesorios, literal b, expresa que: "*Los ambientes de las áreas críticas, deben permitir un apropiado mantenimiento, limpieza, desinfección y desinfestación y minimizar las contaminaciones cruzadas por corrientes de aire, traslado de materiales, alimentos o circulación de personal.*"

De acuerdo al Capítulo II (Materias primas e insumos), en el artículo 20 expresa que "*La recepción de materias primas e insumos debe realizarse en condiciones de manera que eviten su contaminación, alteración de su composición y daños físicos. Las zonas de recepción y almacenamiento estarán separadas de las que se destinan a elaboración o envasado de producto final.*"

- ✓ El almacenaje de la materia prima seca y material de empaque se realiza en la misma bodega. Por ejemplo: harina, esencias y manteca comparte el mismo ambiente que los cartones, cintas de embalaje y fundas.

  De acuerdo al Capítulo II (Materias primas e insumos), en el artículo 21, expresa que "*Las materias primas e insumos deberán almacenarse en condiciones que impidan el deterioro, eviten la contaminación y reduzcan al mínimo su daño o alteración; además deben someterse, si es necesario, a un proceso adecuado de rotación periódica.*"

- ✓ El área de cocina, en donde se realizan los rellenos para la línea de pastelería, se encuentra ubicada junto a una pequeña bodega de materiales de limpieza.

  De acuerdo al Capítulo III (Operaciones de producción), en el Artículo 27, expresa lo siguiente: *"La organización de la producción debe ser concebida de tal manera que el alimento fabricado cumpla con las normas establecidas en las especificaciones correspondientes; que el conjunto de técnicas y procedimientos previstos, se apliquen correctamente y que se evite toda omisión, contaminación, error o confusión en el transcurso de las diversas operaciones."*

- ✓ El almacenaje de huevos y azúcar se realiza en dos bodegas diferentes, externas a la planta, en donde comparten el espacio con maquinarias destinadas para la venta.

  De acuerdo al Capítulo II (Materias primas e insumos), en el Artículo 21, expresa lo siguiente: "*Las materias primas e insumos deberán almacenarse en condiciones que impidan el deterioro, eviten la contaminación y reduzcan al mínimo su daño o alteración; además deben someterse, si es necesario, a un proceso adecuado de rotación periódica.*"

- ✓ Existe una sola estación de lavado de manos, la cual se encuentra ubicada cerca del área de desmolde en la planta baja, alejada de las demás áreas. Si un empleado de otra área debe lavarse las manos tiene que atravesar literalmente toda la planta para realizarlo.

  De acuerdo al Artículo 13 (Higiene y medidas de protección), referente a los requisitos higiénicos de fabricación, declara que "*Todo el personal manipulador de alimentos debe lavarse las manos con agua y jabón antes de comenzar el trabajo, cada vez que salga y regrese al área asignada, cada vez que use los servicios sanitarios y después de manipular cualquier material u objeto que pudiese representar un riesgo de contaminación*

para el alimento. El uso de guantes no exime al personal de la obligación de lavarse las manos."

- ✓ Para cumplir con los requerimientos de producto del principal cliente, el turno de producción debe extenderse de 12 a 15 horas de trabajo, generando un exceso de 3 horas diarias por 7 personas que trabajan directa e indirectamente en la línea de bizcochería, obteniendo un 25% de sobretiempo, evidenciando una posible falta de capacidad en la línea o pérdida en la eficiencia por los recorridos de producto (anexo 1.4). El impacto del sobretiempo sobre los costos totales del producto y sobre las ventas se muestra en el siguiente cuadro.

% Costo Mano de Obra/ Costos Totales	12,59%
% Costo Sobretiempo/ Costo de Mano de Obra	16,49%
% Sobretiempo/ Ventas Totales	1,04%

Tabla 1.8 Impacto del sobretiempo en el costo del producto

Si la planta mejora la eficiencia y logra cumplir la producción durante el turno, el costo de mano de obra se reduciría en un 16,49%.

1.3 Establecimiento de Objetivos del Proyecto

1.3.1 Objetivo general

Aplicar conocimientos de investigación de mercado, ingeniería de métodos, producción y layout en el mejoramiento de la distribución física de una fábrica de productos de panadería y pastelería.

1.3.2 Preguntas de Investigación

¿Qué metodología debería emplearse para analizar la situación actual de la empresa y para el planteamiento de las posibles soluciones?

¿Se encuentran las líneas de producción balanceadas?

¿La capacidad de producción abastece la demanda actual y futura?

¿La empresa está trabajando con los tiempos de ciclo adecuado?

¿Existe cruce de materiales durante el proceso productivo?

¿Existe un sistema de almacenamiento?

¿Es adecuado el sistema de almacenamiento utilizado para el tipo de materia prima y producto terminado?

¿Qué sistema de manejo de inventario se utiliza para el abastecimiento de materia prima?

1.3.3 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

- Investigar metodologías y seleccionar la adecuada para el análisis de la situación actual de la empresa y para el planteamiento de las posibles soluciones.
- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa para obtener toda la información necesaria y para verificar el correcto funcionamiento de la planta.
- Plantear un rediseño de la distribución física de la planta que permita solucionar o disminuir los problemas identificados.

1.3.4 Justificación del estudio

Los motivos por los que se realiza este estudio son:

- ✓ Asegurar la disminución del riesgo por contaminación en las áreas de producción y de esta manera cumplir con los requisitos de la normas BPM que actualmente se infringen.

- ✓ Cumplir con los requerimientos del cliente asegurando la confianza en el consumo del producto.
- ✓ Disminuir los problemas presentes ocasionados por distribución física de las áreas de la planta.
- ✓ Establecer el área y la capacidad de producción que cubran el incremento en la demanda.
- ✓ Validar el uso de metodologías combinadas para el planteamiento de soluciones a problemas similares.
- ✓ Lograr una reducción de costos para la empresa y disminución de los tiempos muertos en el proceso por transporte.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Planteamiento de la hipótesis

- El rediseño de la distribución física de la planta reduce el tiempo de ciclo del proceso aproximadamente en un 18% para la línea de bizcochería, 7% para la línea de panadería y en un 27% para la línea de pastelería, mediante la eliminación o disminución de los tiempos por transporte.
- El rediseño de la distribución física de la planta elimina los problemas de contaminación que se originan por la ubicación de las áreas de horneo /desmolde, empaque y recepción/despacho/entrada/salida del personal,

almacenamiento de materia prima y material de empaque, almacenamiento de huevos y azúcar, ubicación del área de la cocina y bodega de material de limpieza y ubicación de las estaciones de lavado de manos.

- El rediseño de la distribución física de la planta disminuye en un 16,49% el costo de mano de obra mediante la reducción del sobretiempo.

1.4.2 Diseño de la Investigación

El presente proyecto se realizará de la siguiente manera:

Primero se realizará una investigación para describir la importancia del diseño de planta para la elaboración del producto, así como también las diferentes metodologías utilizadas para el diseño de planta. Además se describirá la selección de la metodología a emplear para el estudio, con base en los criterios establecidos.

Luego se realizará el análisis de la situación actual de la empresa. Se describirá el mercado, productos, flujos de proceso, proveedores, manipuleo, almacenamiento, distribución actual, entre otros, con el fin de conocer el estado actual de la empresa, así como los problemas presentes.

Por último se desarrollará el rediseño de la distribución física, a través del análisis de los problemas de la empresa y se establecerán las mejoras proyectadas.

CAPÍTULO 2

2 MARCO TEÓRICO

Introducción

La Distribución de una planta es el proceso utilizado para determinar la mejor ubicación física de los factores disponibles, tales como maquinaria, equipos, equipos auxiliares, muebles, herramientas y espacios necesarios para fabricar un producto, aprovechando la capacidad de los recursos disponibles.

Generalmente la mayoría de las distribuciones de planta se diseñan de forma eficiente cuando empiezan su funcionamiento. A pesar de esto, a medida que el tiempo transcurre y que la organización crece, ésta debe adaptarse a cambios internos y externos por diferentes causas, que van desde al incremento de la producción hasta un giro total del negocio en el cual la distribución inicial se torna poco adecuada. (1)

Es en estos casos cuando un rediseño de planta se vuelve indispensable.

Para realizar una redistribución de planta se utilizan los mismos métodos de diseño de planta, con las restricciones que implica una planta existente.

2.1 Investigación

2.1.1 Motivos para la redistribución de una planta

Los motivos que indican la necesidad de una redistribución son por lo general los cambios siguientes:

- En el volumen de producción, que puede requerir un mayor aprovechamiento del espacio, flexibilidad para aumentar el número de equipos y las necesidades de almacenamiento.

- En la tecnología y en los procesos, que pueden provocar un cambio en el flujo de materiales, y en las necesidades de mano de obra, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, así como en la necesidad de equipos e instalaciones.

- En el producto, que puede hacer necesarias modificaciones similares a las requeridas por un cambio en la tecnología, considerando la demanda del mercado y nuevos productos.
- En las normativas referentes a seguridad laboral, condiciones de trabajo, políticas de manejo de producto. (1)

2.1.2 Ventajas de una buena distribución

Entre las ventajas de tener una buena distribución de la planta están las siguientes:

- Disminución de las distancias a recorrer por los materiales, herramientas, trabajadores y producto terminado.
- Circulación adecuada para el personal, equipos móviles, materiales y productos en elaboración, etc.
- Utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad.
- Seguridad del personal y disminución de accidentes.
- Localización de sitios para inspección, que permitan mejorar la calidad del producto.
- Disminución del tiempo de fabricación.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo.
- Incremento de la productividad y disminución de los costos.
- Disminución de riesgo de contaminación en el caso de productos alimenticios. (2)

2.1.3 Tipos de distribución

La organización del proceso productivo es un factor determinante al momento de decidir el tipo de distribución.

Existen tres tipos de distribución bien diferenciados:

1. Posición fija: Domina el producto. (Avión)

2. Por Proceso: Bajo volumen y alta variedad. Agrupación de máquinas.
3. Por Producto: Alto volumen y baja variedad. Secuencia de máquinas.

Posición Fija

Este tipo de distribución está dirigida a procesos productivos por proyecto. En este caso, por las características del producto que se va a fabricar, éste no puede ser movido y los medios para fabricarlo deben situarse alrededor del mismo, ya sea por su tamaño o porque simplemente debe ser hecho en ese sitio. Por ejemplo: los tanques de recolección de agua que construyen las ciudades, aviones, astilleros. (2)

Por Proceso

La distribución por proceso se conoce también como distribución por función o por taller. Se utiliza cuando se tiene un volumen de producción bajo y una variedad de producto elevado. En este caso se organiza la distribución de manera que las operaciones comunes se encuentren agrupadas. (2)

Cuando se organiza la producción por proceso se debe diferenciar claramente los pasos a los que somete la materia prima para llegar al producto terminado.

Entre las ventajas de la distribución por procesos se puede mencionar:

- Menor inversión en máquinas.- Sólo se necesita la cantidad de máquinas suficientes para producir la máxima carga normal.

- Aprovechamiento de la capacidad de las máquinas.- Pueden mantenerse ocupadas.
- Flexibilidad para ejecutar los trabajos.- Puede asignarse tareas a cualquiera de las máquinas
- Operarios son mucho más hábiles.- Tienen que saber manejar cualquier máquina (grande o pequeña).
- Las averías en una maquinaria no interrumpen toda una serie de operaciones, se soluciona trasladando el trabajo a otra máquina, si está disponible ó alterando ligeramente el programa de producción.

Entre las desventajas de una distribución por proceso o por función están:

- La baja eficiencia de las operaciones y del transporte de los materiales.
- La separación de las operaciones y las distancias que tienen que recorrer para el trabajo, dan como resultado más manipulación de materiales y costos más elevados.
- El tiempo total de fabricación se incrementa debido a que el trabajo tiene que llevarse a un departamento antes de que sea necesario, con objeto de impedir que las máquinas tengan que pararse.
- Sistemas de control de producción mucho más complicado y falta de control visual.

- Mayor esparcimiento de las unidades en departamentos separados, significa más superficie ocupada por la unidad de producto.

Por Producto

También conocida como distribución en línea o en cadena. Este tipo de distribución se utiliza en los casos en que el volumen de producción es elevado mientras que la variedad es mínima. De manera que permite establecer una secuencia de operaciones, colocando una máquina tan cerca como sea posible de su predecesora. Las máquinas y operaciones se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea, en la secuencia en que cada una de ellas va a ser utilizada; el producto recorre la línea de producción de una estación a otra, a medida que sufre las operaciones necesarias. (2)

El flujo de trabajo en este tipo de distribución puede adoptar diversas formas, que se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación.

La línea de producción es la forma más adecuada de producir grandes cantidades de artículos estandarizados a bajo costo

Entre las ventajas de una distribución por producto o distribución en línea están:

- Facilidad para el balanceo de línea.
- Menor manipulación de materiales.
- Escasa existencia de trabajos en curso
- Mínimos tiempos de fabricación

- Simplificación de los sistemas de planificación y control de la producción
- Simplificación de tareas.
- Especialización en el trabajo. Mejor utilización de mano de obra.

Entre las desventajas de una distribución por producto o distribución en línea están:

- Ausencia de flexibilidad en el proceso (un simple cambio en el producto puede requerir cambios importantes en las instalaciones)
- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación
- Inversión muy elevada
- Riesgo que se detenga la producción por la para de una máquina si no se tiene más de una máquina de las mismas características.

2.1.4 Celdas de manufactura

Las celdas de trabajo o células de manufactura, son una herramienta de Lean Manufacturing, las cuales permiten trabajar en grupos bien definidos, estableciendo desde el diseño de la celda de manufactura, el tipo de producto que se va a procesar. Este método, que es una combinación entre la distribución por producto y por proceso, permite ser más versátil, ágil y obtener un mejor control del proceso. (3)

Para instalar una sola línea del flujo de proceso, es necesario localizar junto, en la misma área de la producción, todo el equipo necesario para fabricar el producto. De esta manera en un solo arreglo del proceso, la operación va a realizarse a partir de un equipo al siguiente a lo largo de la misma cadena de producción de una manera de flujo libre, evitando el transporte y la espera en cola de lotes que puedan retrasarse. (3)

Este sistema propone la creación de unidades productivas capaces de funcionar con cierta independencia denominadas *Células de Fabricación Flexibles*. Dichas células son agrupaciones de máquinas y trabajadores que realizan una sucesión de operaciones sobre un determinado producto o grupo de productos. Las salidas de las células pueden ser productos finales o componentes que deben integrarse en producto final o en otros componentes. En este último caso, las células pueden disponerse junto a la línea principal de ensamblaje, facilitando la inclusión del componente en el proceso en el momento y lugar oportunos. La distribución interna de las células puede realizarse a su vez por proceso, por producto o como mezcla de ambas, aunque lo más frecuente es la distribución por producto. (4)

2.1.5 Métodos utilizados para el rediseño de una planta.

Para el diseño o rediseño de una planta existen muchos métodos, en este trabajo se va a diferenciar entre los métodos cualitativos y métodos cuantitativos, y se va a mencionar varios de ellos y las herramientas que utilizan.

Métodos cualitativos.- Son técnicas subjetivas, que establecen la importancia de la cercanía de un departamento a otro de acuerdo a diferentes criterios.

Métodos cuantitativos.- Estos métodos consideran mediciones de procesos y distancias, proporcionando resultados con una base numérica que los sustente. (2)

ALDEP. Seehof y Evans (1967)

Automated Layout Design Program - Programa de diseño de la distribución automatizado.- Este programa solamente maneja problemas de distribución con criterios *cualitativos* y está diseñado para manejar hasta 63 departamentos y un edificio de 3 pisos.

Los datos para ALDEP incluyen una matriz de relaciones y la situación de elementos fijos. El programa ALDEP comienza por seleccionar al azar un departamento y lo coloca en el plan de distribución. En el segundo plan se revisan todos los departamentos restantes y solamente se selecciona al azar

uno que tenga una calificación de relación de alta cercanía (como A o E) y se coloca en la distribución cerca del primer departamento. Este proceso de selección continúa hasta que se han colocado todos los departamentos en el plan de distribución. Se calcula una calificación total para el diagrama mediante la conversión de cada relación de cercanía a una escala numérica y sumando los valores de estas relaciones en el plan de distribución. Se repite varias veces todo el proceso. De cada interacción genera un plan de distribución.

Ventaja.- Permite obtener un gran número de buenas distribuciones.

Desventaja.- Sólo produce soluciones óptimas por accidente, y se requiere de juicio y análisis para llegar a la solución final. (3)

CRAFT. Buffa et al. (1964)

Computerizad Relative Allocation of Facilities - Asignación relativa de instalaciones computarizada.- Este método utiliza una formulación de distribución por criterios *cuantitativos* y puede resolver problemas de hasta 40 departamentos o centros de actividad.

Los datos para CRAFT son una matriz de costos unitarios y una de distribución inicial. El plan de distribución inicial puede ser uno existente o uno inicial arbitrario. Después, mediante el uso de la distribución inicial que se le proporciona, la computadora determina las distancias entre los centroides de los departamentos.

El siguiente paso del programa es calcular el costo de la distribución inicial mediante el uso de la matriz de costo unitario y de las distancias calculadas en la distribución inicial.

El programa CRAFT determina entonces si el costo total inicial puede reducirse mediante el intercambio de departamentos en pares. Cada posible par de departamentos se cambia y se calcula el costo, ya sea en incremento o en disminución. Una vez considerados todos los pares de intercambio, se selecciona el intercambio con el menor costo y se cambian estos departamentos en el diseño inicial. Si se reduce el costo, se imprimen el costo resultante y el diseño nuevo y se repite el procedimiento en cada ronda sucesiva de intercambios hasta que ya no se obtenga reducción de costos adicional.

Con frecuencia, la solución final a la que llega CRAFT depende de los datos del diseño inicial.

Ventaja.- Se puede reducir el efecto de las desviaciones seleccionando varios diagramas iniciales diferentes.

Desventajas.- Éste programa no proporciona una solución de costo mínimo, proporciona una solución muy buena aunque no una solución que se garantice como la óptima. (3)

CORELAP. Buffa et al (1964)

Computerizad Relationship Layout Planning – Planificación de relaciones de distribución computarizada. Este método permite ordenar hasta 45 departamentos.

Las entradas para el CORELAP son la especificación de los tamaños de los departamentos o áreas y algunas dimensiones de la planta.

El programa sitúa en el centro de la distribución al departamento que tiene más relación con el resto y mediante sucesivas interacciones, va colocando los demás departamentos en función de su necesidad de cercanía con los ya ubicados.

Las soluciones obtenidas se caracterizan por la irregularidad en las formas. (3)

SPL - Systematic Plan Layout. Muther (1976)

El SPL, Systematic Plan Layout o Planeación Sistemática de la Distribución en Planta, busca la minimización de distancias recorridas por los materiales, estructuración lógica de procesos, minimización del espacio necesario, satisfacción y seguridad de los operarios y flexibilidad para ampliaciones o modificaciones futuras.

Es un método organizado para realizar la planeación de una distribución. Mediante procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación,

se obtiene un diagrama de relaciones que muestra el grado de importancia de tener a cada departamento adyacente a cada uno de los otros. (5)

Un problema de distribución de planta analizado a través de SPL se fundamenta en cinco elementos básicos conocidos como “alfabeto de las facilidades de ingeniería de planeación” o PQRST:

PRODUCTO (P).- Materias primas, materiales y piezas compradas, artículos semiacabados y terminados que deben fabricarse, incluyendo variaciones y características.

CANTIDAD (Q).- Volumen de cada variedad de productos o artículos utilizados o fabricados, deben valorarse en función de características del producto.

RECORRIDO (R).- Proceso, conjunto de operaciones o manipulaciones sobre los productos en la secuencia o el orden en el que se realizan.

SERVICIOS ANEXOS (S9).- Actividades de soporte y funciones adicionales al proceso de producción que son necesarios en los diferentes departamentos para que puedan cumplir las funciones previstas que se les han encomendado.

EL TIEMPO (T).- Este elemento relaciona producto, cantidad, recorrido y servicio con cuando, cuanto tiempo, que tan pronto y que tan seguido. Permite precisar cuándo deben fabricarse los productos y en que cantidades.

De acuerdo a lo anterior, el tiempo indica la velocidad con que evoluciona el sistema analizado, y de esto depende la velocidad a la que el personal se desplazara de un punto de trabajo a otro.

El análisis de los elementos mencionados permitirá enfocar la clave del problema de distribución y encontrar la solución. El último elemento se considera el más importante para una distribución de planta. (5)

El SPL es un método más bien cualitativo debido a que se rige por criterios subjetivos que establecen ***prioridades de cercanía*** de acuerdo a diferentes motivos, los cuales pueden variar dependiendo de las circunstancias.

Valor	Cercanía
A	Absolutamente necesaria
E	De especial importancia
I	Importante
O	Poco importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Tabla 2.1 Grado de relación entre las áreas

Cod.	Motivo
1	Flujo de materiales
2	Flujo de personas
3	Facilidad de supervisión
4	Facil Acceso
5	Grado de contacto comunicativo
6	Control
7	Conveniencia
8	Utilizan el mismo equipo
9	Molestia por causa de olores

Tabla 2.2 Motivos para prioridad de cercanía

A continuación se establece un ***diagrama de relaciones*** que indican el grado relativo de proximidad deseado o requerido entre máquinas, departamentos o áreas involucradas.

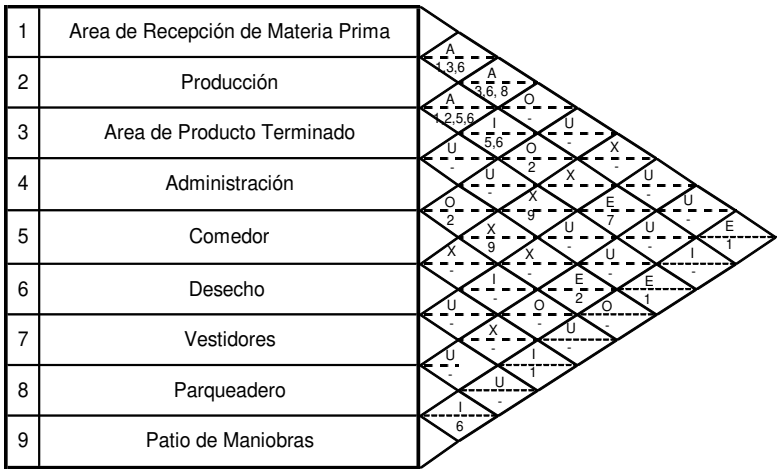


Figura 2.1 Diagrama de relaciones

El proceso continúa dibujando una serie de recuadros del mismo tamaño que representan a los departamentos en el mismo orden en que aparecen en la matriz de relaciones, los cuales serán unidos por arcos cuya representación gráfica muestra las prioridades de cercanía que los relacionan. El diagrama se debe ajustar por prueba y error, situando los departamentos con relación A juntos entre sí y los que tienen relación X lo más alejados posible, incluyendo en el orden de prioridad los departamentos con relación E, I, y O, hasta obtener una distribución satisfactoria. (1)

Una vez que se logre una ubicación de las áreas que cumpla con los criterios, se debe dar forma a la misma considerando las superficies y restricciones de espacio con que cuenta cada departamento, para lograr el arreglo físico de los equipos, maquinaria, servicios, en condiciones reales.

Se pueden conseguir varias alternativas de arreglos físicos, de las cuales se debe escoger la más conveniente, evaluando el costo que cada alternativa representa.

Carta From – To

La carta From – To es una herramienta utilizada por algunos de los métodos de distribución de planta. Esta herramienta permite cuantificar la cantidad de movimientos entre un departamento y otro. Para lo cual se debe realizar lo siguiente:

- Listar las operaciones o departamentos con los que se va a trabajar.
- Ubicar estas operaciones en fila y columnas formando una matriz cuadrada.
- Medir la cantidad de movimientos entre las operaciones tanto de ida como de regreso.

DESDE / HACIA	A	B	C
A	--	30	25
B	20	--	40
C	15	50	--

Tabla 2.3 Carta From - To

A mayor cantidad de movimientos entre los departamentos, mayor necesidad de cercanía entre los departamentos.

Análisis Carga - Distancia

Este análisis evalúa distribuciones alternativas con base en la suma de la distancia actual multiplicada por la carga en unidades de cada alternativa. Es normal que a ello se le aplique la variante del costo del manejo de materiales multiplicando directamente el número de cargas por el costo de manejo de los materiales. (6)

QAP.- Quadratic Assignment Plan

Antes de explicar el concepto y aplicación del QAP, hay que recalcar que este método se basa en un algoritmo, por lo que se va a explicar en qué consiste un algoritmo y un algoritmo genético.

Un algoritmo es una serie de pasos organizados que describe el proceso que se debe seguir para dar solución a un problema específico.

Un algoritmo genético es un método de búsqueda dirigida basada en la probabilidad.

Los algoritmos genéticos pueden utilizarse para resolver problemas de búsqueda y optimización. Permiten obtener soluciones a un problema que no tiene ningún método de resolución descrito de forma precisa, o cuya solución exacta es conocida pero demasiado complicada para calcularse en un tiempo aceptable. En estos casos es cuando se trabaja con restricciones múltiples, complejas, y en ocasiones contradictorias, que deben ser satisfechas simultáneamente. (7)

El Problema de Asignación Cuadrática (QAP) es un problema de optimización combinatorio que puede establecerse como un conjunto de *n* elementos distintos (áreas, departamentos, estaciones de trabajo) que deben ser ubicados en *n* localidades de forma óptima.

El objetivo del QAP es encontrar la asignación de elementos a lugares, consiguiendo minimizar una función que se puede expresar en costos, flujos o distancias.

El Problema de Asignación Cuadrática puede considerarse uno de los más complejos y dificultosos de los problemas de asignación, en donde, relacionar dos asignaciones particulares tiene un costo asociado; por ejemplo, cuando el costo de localizar el elemento *i* en la localidad *k* y el elemento *j* en la localidad *l* es una función de la distancia entre las dos localidades *k* y *l*, y el grado de interacción entre las dos facilidades *j* e *i*.

Formalmente, el QAP puede ser definido por tres matrices *n*x*n*:

- $D = \{d_{ij}\}$ es la distancia entre la localidad *i* y la localidad *j.*
- $F = \{f_{hk}\}$ es el flujo entre los elementos *h* y *k*, es decir la cantidad de interacción (tráfico) existente entre los elementos analizados.
- $C = \{c_{hi}\}$ es el costo de asignar la facilidad *h* en la localidad *i*.

El problema se enfoca en encontrar una solución de manera que ésta minimice la cantidad de interacciones entre los departamentos (Elementos)

2.2 Selección del método a utilizarse

Para seleccionar el método o métodos a utilizarse en el rediseño de la fábrica panificadora se han considerado los siguientes criterios:

Confiabilidad.- Que los resultados que se generen sean confiables.

Facilidad de aplicación.- Que el método a aplicar sea manejable y entendible.

Herramienta.- Que se pueda contar con la disposición de la herramienta – software cuando sea necesario.

A estos criterios se les ha asignado un peso o porcentaje:

- Confiabilidad → 50%.
- Facilidad de la aplicación → 25%
- Herramienta → 25%.

Y se ha establecido niveles para cada criterio, que varían de cero a diez, siendo cero (0) el nivel más bajo y diez (10) el nivel más alto, se los agrupa por rangos:

- Bajo.- Desde cero hasta tres (0 – 3)
- Medio.- Desde cuatro hasta siete (4 – 7)
- Alto.- Desde ocho hasta diez (8 – 10)

El método o métodos que obtengan el mayor porcentaje, serán seleccionados para realizar este proyecto.

Método	Ventajas / Desventajas	Observación	Criterios de selección			Método seleccionado
			Confiabilidad	Facilidad de aplicación	Herramienta	
ALDEP	Ventaja: Permite obtener un gran número de buenas distribuciones	Analizar las distribuciones obtenidas puede significar una pérdida de tiempo si ninguna se aproxima a la distribución óptima.	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
	Desventaja: Sólo produce soluciones óptimas por accidente		3	5	0	2.75
CRAFT	Ventaja: Permite obtener más de un resultado ingresando diferentes diagramas	Los resultados pueden variar dependiendo del disgrama inicial que se seleccione.	Medio	Medio	Bajo	Medio
	Desventaja: Proporciona una solución muy buena, pero no garantiza que sea la optima.		6	4	0	4
CORELAP	Ventaja: Considera las dimensiones reales de las áreas o departamentos	Ajustar las formas de las áreas puede modificar el diagrama de solución.	Medio	Bajo	Bajo	Medio
	Desventaja: Los resultados que genera por lo general presentan formas irregulares		7	3	0	4.25
SPL	Ventaja: Permite incluir en el análisis criterios subjetivos que pueden ser de vital importancia para la cercanía de un área y otra.	Ajustar las áreas a las dimensiones reales puede alterar los diagramas propuestos, sin embargo se mantienen los criterios iniciales.	Medio	Alto	Alto	Alto
	Desventaja: Los criterios subjetivos puedn variar dependiendo de la persona que realice el análisis		7	9	10	8.25
QAP	Ventaja: Genera un resultado óptimo minimizando la cantidad de movimientos entre departamentos	Al ajustar los departamentos a las dimensiones reales puede alterar el resultado.	Alto	Medio	Alto	Alto
	Desventaja: Considera todos los departamentos de igual dimensión		9	7	10	8.75

Tabla 2.4 Matriz de selección de método

2.3 Método seleccionado

De acuerdo a la tabla anterior se puede evidenciar que los métodos que cumplen con los criterios de selección en porcentajes más altos son SPL y QAP.

Por lo tanto se utilizará metodología de QAP para tener una orientación de la ubicación de los departamentos y luego se utilizará la metodología SPL para comparar con los resultados del QAP y definir la distribución física final que satisfaga los requerimientos de la empresa.

CAPÍTULO 3

3 REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA

Introducción

La identificación de los problemas existentes en la empresa, debidos al diseño y distribución física de la planta, se debe realizar mediante un análisis que permita tener un mejor detalle de los procesos productivos, la ubicación de las estaciones de trabajo, el manejo de materiales, los equipos auxiliares, entre otros aspectos, considerando además la demanda del mercado.

Este análisis implica la utilización de métodos y técnicas para recopilar datos, hechos y establecer generalizaciones prácticas.

Los puntos a analizar son los siguientes: Mercado, Proceso productivo, Estructura organizacional, Manipuleo y Almacenamiento.

3.1 Análisis de la situación actual

3.1.1 Análisis del Producto

El sector industrial de la panadería y pastelería es un mercado relativamente amplio, a pesar de la existencia de los pequeños productores, debido a las costumbres alimenticias en nuestro país. Esto se ve reflejado en un consumo elevado y sectorizado de distintos tipos de panes y postres.

Debido a la gran variedad de productos de panadería y pastelería, se los ha agrupado por el tipo de masa o forma de cada uno de ellos, por lo tanto tenemos:

Línea Panadería

	Peso	% Vtas
Panes Alargados de sal	80 g	40
Panes Redondos de dulce	80 g	40
Panes de Rosa mixtos	80 g	20

Tabla 3.1 Productos de panadería

Línea Pastelería

	Peso	% Vtas
Tortas redondas Vainilla 28 cm	3 Kg	40
Tortas redondas Chocolate 28 cm	3 Kg	60

Tabla 3.2 Productos de pastelería

Línea Bizcochería

	Diámetro	Espesor	Peso	% Vtas
Bizcocho redondo	180.2 mm	10-12 mm	90-120 g	100

Tabla 3.3 Productos de la Línea

Los porcentajes de ventas de cada producto corresponden al total de las ventas de cada línea.

Las variedades de la Línea Panadería se realizan con el mismo tipo de masa, lo único que varía es la presentación, al igual que las tortas. A continuación se describe la lista de materiales de cada producto:

Lista de materiales Productos Panadería

Materia Prima	Harina
	Sal
	Levadura
	Mejoradror S-500
	Agua
	Huevos
	Manteca
	Azucar
Empaque	Gavetas

Lista de materiales Productos Bizcochería

Materia Prima	Huevo
	Harina
	Azúcar
Empaque	Base de papel
	Funda
	Cinta
	Cartón

Lista de materiales Productos Pastelería

Materia Prima Bizcocho	Harina Blanda
	Huevos
	Polvo de Hornear
	Esencia de vainilla Negra
	Azucar
	Sponge ludafa
	Agua
	Cocoa alcalina
	Color caramelo
	Es. Vainilla blanca
Materia Prima Decorado	Manjar
	Chocolate popular en rollos
	Cerezas
	Leche en polvo
	Gelatina sin sabor
	Maicena
	Marva blanca
	Azucar impalpable
	Leche Condensada
Empaque	Cajas

Tabla 3.4 Lista de materiales de productos por línea

3.1.2 Análisis del Mercado y Clientes

Actualmente la Línea Panadería y Pastelería representa aproximadamente el 13% del total de las ventas. Estos productos llegan al consumidor final a través de un punto de venta propio de la empresa, en donde se ofrece al cliente las diversas presentaciones de panes y tortas. En el caso de los productos de la Línea Bizcochería, representan el 87% de las ventas totales, siendo estos productos exclusivos para un único cliente.

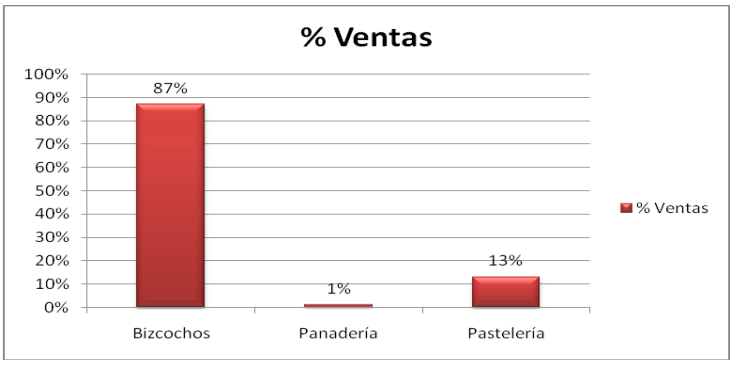


Figura 3.1 Porcentaje de ventas por producto

Para el caso de los productos de la Línea Pastelería y Panadería como principales competidores están: California, Pastelo, Mi Panadería, DonRemi, Dolupa, El Saloncito y otras Panaderías.

En cuanto a la Línea Bizcochería, actualmente cubren el 100% de la demanda del cliente. A pesar de que existen otros competidores que podrían ofrecer el producto, la empresa tiene la ventaja de ser el único proveedor de la multinacional y de mantener un contrato a largo plazo con el cliente, siempre que se cumpla con los requerimientos y especificaciones del producto, el cual es utilizado como parte de su producto final.

Los productos de las Líneas Panadería y Pastelería son consumidos por el cliente final, ya que los mismos cómo se mencionó anteriormente, son vendidos a través de un punto de venta propio de la empresa.

3.1.3 Análisis del Proceso productivo

Como se ha mencionado antes, en el proceso de producción se identifican las siguientes líneas de productos:

- Panadería
- Pastelería
- Bizcochería

A continuación se describirá brevemente cada una de ellas.

Línea Panadería

Dentro de sus principales actividades se encuentran:

Actividades
Pesaje
Amasado
Formado
Leudo
Horneo
Empaque

Tabla 3.5 Actividades de panadería

La línea cuenta con dos operarios, uno de ellos se encarga principalmente del horneo de los productos y el otro operario se encarga de la elaboración de los mismos. En el siguiente diagrama se establecerán a detalle las actividades que se realizan en este proceso y el tipo de actividad.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO			
PROCESO	PRODUCCIÓN DE PAN		
EMPIEZA EN	Recepción de materia prima	TERMINA EN	Empaque

Evento	Simbolo de evento
Recepción de materia prima	
Pesado de harina, levadura, sal y manteca	
Traslado de materia prima pesada a amasado	
Amasado	
Pesado de agua	
Traslado de agua a amasado	
Amasado	
Traslado de masa a balanza	
Pesado de masa	
División de masa	
Formado	
Traslado a leudo	
Leudo	
Traslado a horno	
Empaque	

Figura 3.2 Diagrama de flujo de proceso de panadería

RESULTADOS			
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	TOTAL	% ACTIVIDAD
	OPERACIÓN	10	62,50%
	TRANSPORTE	5	31,25%
	INSPECCION	0	0,00%
	DEMORA	0	0,00%
	ALAMACENAMIENTO	0	0,00%
		15	

Tabla 3.6 Resumen de actividades de panadería

Línea Pastelería

Dentro de sus principales actividades se encuentran:

Actividades
Pesaje
Batido
Horneado
Decorado
Empaque

Tabla 3.7 Actividades de pastelería

Esta línea tiene 2 operarios, en este caso ambos se dedican de forma equitativa a las mismas actividades.

A continuación se puede apreciar a detalle las actividades que se realizan en este proceso y el tipo de actividad.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO			
PROCESO	PRODUCCIÓN DE PASTELES		
EMPIEZA EN	Recepción de materia prima	TERMINA EN	Empaque
Evento	Simbolo de evento		
Recepción de materia prima			
Pesado de harina, huevo, emulsificante y saborizante			
Batido			
Llenado de modes			
Pesado de moldes			
Traslado a horno			
Horno			
Traslado a cámara de enfriamiento			
Almacenamiento			
Traslado a pastelería			
Decorado			
Empaque			

Figura 3.3 Diagrama de flujo de procesos de pastelería

RESULTADOS			
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	TOTAL	% ACTIVIDAD
	OPERACIÓN	7	43,75%
	TRANSPORTE	3	18,75%
	INSPECCION	1	6,25%
	DEMORA	0	0,00%
	ALAMACENAMIENTO	1	6,25%
		12	

Tabla 3.8 Resumen de actividades de pastelería

Línea Bizcochería

En esta línea se destacan las siguientes actividades:

Actividades
Pesaje
Batido
Llenado
Horneado
Desmolde
Empacado

Tabla 3.9 Actividades
Línea Bizcochería

En esta línea trabajan 7 operarios, de los cuales, 1 se encarga del batido, 2 del llenado, 1 transporta los coches, 2 se encargan del horneo y desmolde y 1 del empaque.

En el siguiente diagrama se pueden observan las actividades a detalle.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO			
PROCESO	PRODUCCIÓN DE BIZCOCHO		
EMPIEZA EN	Recepción de materia prima	TERMINA EN	Almacenamiento en cámara de refrigeración
Evento	Simbolo de evento		
Recepción de materia prima			
Pesado de acuerdo a estandar			
Batido			
Tranporte a llenado			
Llenado			
Pesado de molde (muestras)			
Traslado a horno			
Horno			
Traslado a desomolde			
Desmolde			
Enfriamiento			
Traslado a Empaque			
Empaque			
Almacenamiento temporal			
Traslado a Cámaras de refrigeración			
Almacenamiento en cámara de refrigeración			

Figura 3.4 Diagrama de flujo de procesos de bizcochería

RESULTADOS			
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	TOTAL	% ACTIVIDAD
	OPERACIÓN	7	43,75%
	TRANSPORTE	5	31,25%
	INSPECCION	1	6,25%
	DEMORA	0	0,00%
	ALAMACENAMIENTO	3	18,75%
		16	

Tabla 3.10 Resumen de actividades de bizcochería

En el siguiente gráfico se puede observar la distribución del tipo de actividad para cada una de las líneas.

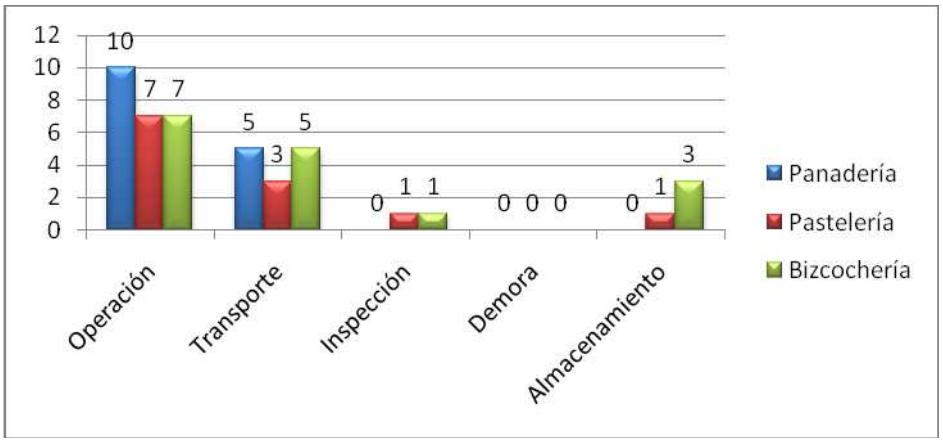


Figura 3.5 Actividades por área

Cómo se puede apreciar en todas las líneas se presenta un número considerable de actividades de transporte en relación a las demás actividades del proceso, siendo así para la Línea Panadería 5 actividades de transporte para un total de 15 actividades, para la Línea Pastelería 3 actividades de transporte para un total de 12 actividades y para la Línea Bizcochería 5 actividades para un total de 16 actividades.

Equipos utilizados

Los equipos, mesas de trabajo y moldes utilizados para la elaboración de los productos son los siguientes:

Línea Panadería	
2	Amasadora
1	Romana
1	Mesa de Trabajo
1	Divisora Manual
1	Divisora Automática
1	Formadora
1	Rebanadora
2	Mesas de Trabajo
15	Coches de Fermentación
2	Coches de Horneo grande
2	Coches de horneo pequeña
120	Latas
1	Cámara de fermentación controlada grande
1	Cámara de fermentación controlada pequeña
1	Horno pequeño

Línea Pastelería	
1	Balanza
1	Mesa de trabajo
1	Cámara de Refrigeración grande
1	Cámara de Refrigeración pequeña
2	Mesas de almacenaje
1	Mesa de almacenaje
1	Batidora grande
1	Batidora pequeña
2	Coches pequeños
2	Coches grandes
30	Latas
10	Moldes grandes
10	Moldes pequeños
1	Cámara de refrigeración de semielaborados

Línea Bizcochería	
1	Balanza digital grande
2	Batidoras
1	Llenadora
1	Balanza digital pequeña
4	Coches
40	Latas
2	Mesas de Trabajo grandes
1	Mesa de Trabajo pequeña
1000	Moldes
1	Cámara de almacenamiento refrigerado
15	pallets plásticos
1	Cámara de refrigeración
1	Horno

Tabla 3.11 Equipos utilizados en cada línea de producción

El uso de los hornos es compartido entre las áreas, especialmente entre las Líneas Bizcochería y Pastelería. Para el caso de la Línea Panadería, utiliza el mismo horno que las Líneas Pastelería y Bizcochería

durante las primeras horas de la mañana, en las que es más fuerte su volumen de producción ya que el producto debe ser despachado al punto de venta, y durante el resto del día utiliza un horno pequeño.

Planificación de producción

La empresa produce bajo el sistema make to order, es decir según los pedidos que realiza el cliente.

Para el caso de la Línea Panadería y Pastelería los pedidos se realizan semanalmente, con variaciones o ajustes que se realizan un día u horas antes de la producción. Al producir estas líneas producto para los puntos de venta de la misma compañía, es posible la flexibilidad en cuanto a los pedidos.

Para el caso de la Línea Bizcochería la orden de pedido se recibe cada mes, indicando la cantidad de producto y fechas de entrega estimadas semanalmente. Los ajustes y/o confirmación para esta producción se realizan los jueves de la semana anterior a la producción.

Cabe recalcar que en la planta no se cuenta con un método de planificación de producción específico, actualmente la planificación se basa sólo en la experiencia.

3.1.4 Análisis de la Estructura organizacional

La estructura organizacional de la empresa está constituida de la siguiente manera:

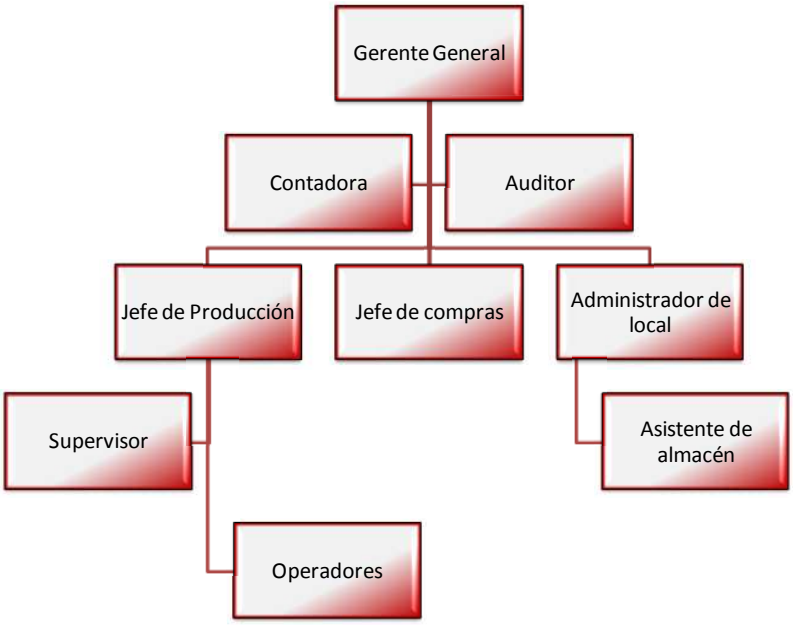


Figura 3.6 Organigrama de la compañía

Como se puede apreciar en el organigrama en el área de producción, los operadores reportan directamente al Jefe de Producción, quien cuenta con un Supervisor. El Jefe de Producción a su vez reporta directamente al Gerente General de la empresa, al igual que el Jefe de compras y el Administrador de local. Este tipo de estructura permite una comunicación abierta y más fluida hacia el Gerente General.

3.1.5 Análisis del Almacenamiento y Manipuleo

Almacenamiento

El almacenamiento de producto se realiza de la siguiente manera:

1. Almacenamiento del Producto Terminado se realiza en una cámara de refrigeración.
2. Almacenamiento de la Materia Prima Seca, para lo cual se cuenta con una bodega.
3. Almacenamiento de la Materia Prima refrigerada se almacena en una cámara de refrigeración.
4. Almacenamiento del producto Semielaborado se realiza para la Línea Panadería en una cámara de fermentación controlada y para la Línea Pastelería en una cámara de refrigeración
5. Almacenamiento de huevos y azúcar se realiza en un galpón fuera de la planta.
6. Almacenamiento del material de empaque se realiza en la misma bodega de secos.

Para el caso de la materia prima, la frecuencia de recepción varía según el producto, por ejemplo, los huevos se reciben diariamente, el azúcar se recibe una vez por mes, la harina se recibe dos veces por semana y los demás productos se reciben una vez por semana. En la tabla a continuación se presenta los productos y la frecuencia de recepción de cada uno.

Materia Prima	Frencuencia
Harina	Quincenal
Huevos	Diario
Azucar	Mensual
Sal	Semestral
Levadura	Semanal
Mejoradror S-500	Mensual
Manteca	Semanal
Polvo de Hornear	Mensual
Esencia de vainilla Negra	Mensual
Sponge ludafa	Quincenal
Cocoa alcalina	Mensual
Color caramelo	Mensual
Manjar	Semanal
Chocolate popular en rollos	Mensual
Cerezas	Mensual
Leche en polvo	Mensual
Gelatina sin sabor	Mensual
Maicena	Quincenal
Marva blanca	Semanal
Azucar impalpable	Mensual
Es. Vainilla blanca	Mensual
Leche Condensada	Semanal

Tabla 3.12 Frecuencia de recepción de materia prima

El pedido tanto de la materia prima como del material de empaque, se realiza de acuerdo a las cantidades programadas de producción para la siguiente semana, para lo cual se verifica el stock de manera visual y con base en la experiencia se solicita las cantidades que se estima necesarias. La empresa no cuenta con un sistema que facilite esta actividad, ni con un sistema de control de inventarios. El promedio de las cantidades solicitadas al mes se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Materia Prima	Panadería		Bizcochería		Pastelería		Total		Presentación			Consumo	
Harina	2728	Kg	3087	Kg	163	Kg	5978	Kg	sacos	50	Kg	120	sacos
Huevos	3000	Unds	200000	Unds	10000	Unds	213000	Unds	cubetas	30	unds	7100	cubetas
Azucar	321	Kg	3087	Kg	288	Kg	3696	Kg	sacos	50	Kg	74	sacos
Sal	44	Kg					44	Kg	sacos	50	Kg	1	sacos
Levadura	47	Kg					47	Kg	Caja	6	Kg(12paq)	8	Cajas
Mejoradror S-500	19	Kg					19	Kg	funda	5	Kg	4	funda
Manteca	156	Kg					156	Kg	Tacho	55	Kg	3	Tacho
Polvo de Hornear					5	Kg	5	Kg	Funda	5	kg	1	Funda
Esencia de vainilla Negra					5	Kg	5	Kg	poma	1	kg	5	poma
Sponge ludafa					15	Kg	15	Kg	tacho	4	kg	4	tacho
Cocoa alcalina					9	Kg	9	Kg	funda	5	kg	2	funda
Color caramelo					1	Kg	1	Kg	poma	1	Kg	1	poma
Manjar					270	Kg	270	Kg	tacho	5	kg	54	tacho
Chocolate popular en rollos					27	Kg	27	Kg	Barra	5	kg	6	Barra
Cerezas					22	Kg	22	Kg	tacho	5	Kg	5	tacho
Leche en polvo					40	Kg	40	Kg	Funda	2	kg	21	Funda
Gelatina sin sabor					5	Kg	5	Kg	Funda	1	kg	6	Funda
Maicena					32	Kg	32	Kg	Funda	1	Kg	33	Funda
Marva blanca					238	Kg	238	Kg	caja	30	kg	8	caja
Azucar impalpable					119	Kg	119	Kg	Funda	5	kg	24	Funda
Es. Vainilla blanca					1	Kg	1	Kg	poma	1	Kg	1	poma
Leche Condensada					76	Kg	76	Kg	Caja	4,2	kg	19	caja

Tabla 3.13 Cantidad de materia prima solicitada al mes

El despacho del producto terminado, para el caso de la Línea Bizcochería se realiza una vez por semana, para la Línea Panadería y Pastelería es a diario. El promedio de las cantidades despachadas se puede apreciar en la siguiente tabla:

Producto	Unds/mes	Unds/semana	Frecuencia de despacho	Undsx Despacho	Und de despacho
Bizcochos	99220	24805	semanal	276	Cajas
Panes Alargados de sal	24010	6002	diario	17	Gavetas
Panes Redondos de dulce	24010	6002	diario	17	Gavetas
Panes de Rosa mixtos	12005	3001	diario	8	Gavetas
Tortas redondas Vainilla 28 cm	813	203	diario	34	Unds
Tortas redondas Chocolate 28 cm	271	68	diario	11	Unds

Tabla 3.14 Promedio de cantidades despachadas

El control de las bodegas está a cargo del Jefe de Producción, debido a que no existe una persona que despache la materia prima, en su lugar cada operario va a retirar las cantidades necesarias para la producción, la mayor parte a primera hora y luego según las necesidades que se presenten.

Debido a la necesidad de almacenar el material de empaque en otra área se debe considerar la creación de una nueva bodega considerando la cantidad de producto a almacenar. Aproximadamente se reciben 1500 cajas para cumplir con la producción mensual.

La cantidad de papel de molde y fundas de empaque corresponden a las mismas cantidades, pero el espacio físico utilizado es mucho menor al utilizado por el cartón.

La planta cuenta con un rack disponible que puede ser utilizado en esta bodega para almacenar los cartones y así aprovechar el espacio volumétrico.

Manipuleo

La unidad de carga utilizada varía según el producto y según la etapa del proceso en el que se encuentre. Las unidades de carga y cantidad de producto que se mueve durante el mes se pueden observar en la siguiente tabla:

Proceso	Producto	Unidad de Carga	Cantidad que se		De donde a donde se mueve	# Mov	Frecuencia
Recepción	**Harina**	Saco 50 Kg.	60	Sacos	Camión-Pallet	60	2 veces / mes
		Pallet (30 sacos)	2	Pallet	Pallet-Elevador-Bodega	2	2 veces / mes
		Saco 50 Kg.	60	Sacos	Pallet-Racks	60	2 veces / mes
	Azúcar	Saco 50 Kg.	74	Sacos	Camión-Racks(BodAzúcar)	74	1 vez / mes
		Saco 50 Kg.	18	Sacos	Racks(BodAzúcar)-Pallet	18	4 veces / mes
		Pallet	1	Pallet	Pallet-Entrada-Elevador-Bodega	1	4 veces / mes
		Saco 50 Kg.	18	Sacos	Pallet-Racks	18	2 veces / mes
	Huevos	Unidad (Huevo)	7100	Unidad	Cubetas - gavetas	7100	30 veces/mes
		Gaveta(180H)	39	Gaveta	Entrada - Rack(BodHuevos)	39	30 veces/mes
		Gaveta(180H)	39	Gaveta	Racks-Quebradora	39	30 veces/mes
		Balde	26	Balde	Quebradora - Pallet	26	30 veces/mes
		Pallet (26 baldes)	1	Pallet	Pallet - Entrada - Cámara refrig.	1	30 veces/mes
	Manteca	Balde (55kg)	3	Balde	Camión - Pallet	3	1 vez / mes
		Pallet	1	Balde	Pallet-Elevador-Bodega	1	1 vez / mes
		Balde (55kg)	3	Balde	Pallet-Racks	3	1 vez / mes
Bizcochería	**Harina**	Saco 50 Kg.	4	Sacos	Rack-Pallet	4	30 veces / mes
	Azúcar	Saco 50 Kg.	4	Sacos	Rack-Pallet	4	30 veces / mes
	Harina/Azúcar	Pallet (4 sacos)	1	Pallet	Bodega-Elevador-Pesado	1	30 veces / mes
	Harina	Tazón 3 Kg.	56	Tazón	Pesado-Batido	56	30 veces / mes
	Azúcar	Tazón 3 Kg.	56	Tazón	Pesado-Batido	56	30 veces / mes
	Huevo	Balde	4	Balde	Camara refrig - Pesado	4	30 veces / mes
	Huevo	Tazón 3 Kg.	112	Tazón	Pesado - Batido	112	30 veces/mes
Panadería	**Harina**	Saco 50 Kg.	3	Sacos	Rack-Pallet	3	30 veces / mes
	Azúcar	Saco 50 Kg.	1	Sacos	Rack-Pallet	1	30 veces / mes
	Harina/Azúcar	Pallet (4 sacos)	1	Pallet	Bodega-Elevador-Pesado	1	30 veces / mes
	Harina	Saco 20.5 Kg.	42	Saco Pq	Pallet - Balanza	42	30 veces / mes
	Harina	Saco 20.5 Kg.	42	Saco Pq	Balanza-Amasadora	42	31 veces / mes
	Azúcar	Tazón 1 Kg.	25	Saco Pq	Pallet - Balanza	25	30 veces / mes
	Azúcar	Tazón 1 Kg.	25	Saco Pq	Balanza-Amasadora	25	31 veces / mes
	Agua	Balde	25	Balde	Cisterna - Pallet	25	30 veces / mes
	Agua	Balde	50	Balde	Pallet - Balanza	50	30 veces / mes
	Manteca	Balde	50	Balde	Bodega-Pesado	50	30 veces / mes
Pastelería	**Harina**	Saco 50 Kg.	2	Sacos	Rack-Pallet	4	30 veces / mes
	Azúcar	Saco 50 Kg.	2	Sacos	Rack-Pallet	4	30 veces / mes
	Harina/Azúcar	Pallet (4 sacos)	4	Pallet	Bodega-Elevador-Pesado	1	30 veces / mes
	Huevo	Balde	2	Balde	Cámara refrig - Pesado	2	30 veces / mes
	Harina	Tazón 3 Kg.	42	Tazón	Pesado - Balanza	42	30 veces / mes
	Harina	Tazón 3 Kg.	42	Tazón	Balanza - Batido	42	30 veces / mes
	Azúcar	Tazón 3 Kg.	42	Tazón	Pesado - Balanza	42	30 veces / mes
	Azúcar	Tazón 3 Kg.	42	Tazón	Balanza - Batido	42	30 veces / mes
	Huevo	Tazón 3 Kg.	42	Tazón	Pesado - Balanza	42	30 veces / mes
	Huevo	Tazón 3 Kg.	42	Tazón	Balanza - Batido	42	30 veces / mes

Tabla 3.15 Cantidad de producto que se manipula en cada proceso al mes

El personal encargado de la recepción de la materia prima es el de la Línea Bizcochería debido a que tiene mayor número de empleados que las otras dos líneas.

Adicional a esto la recepción de materia prima no tiene un horario establecido, lo cual interrumpe el trabajo de las líneas.

En el siguiente gráfico se muestra el flujo de materiales de la planta.

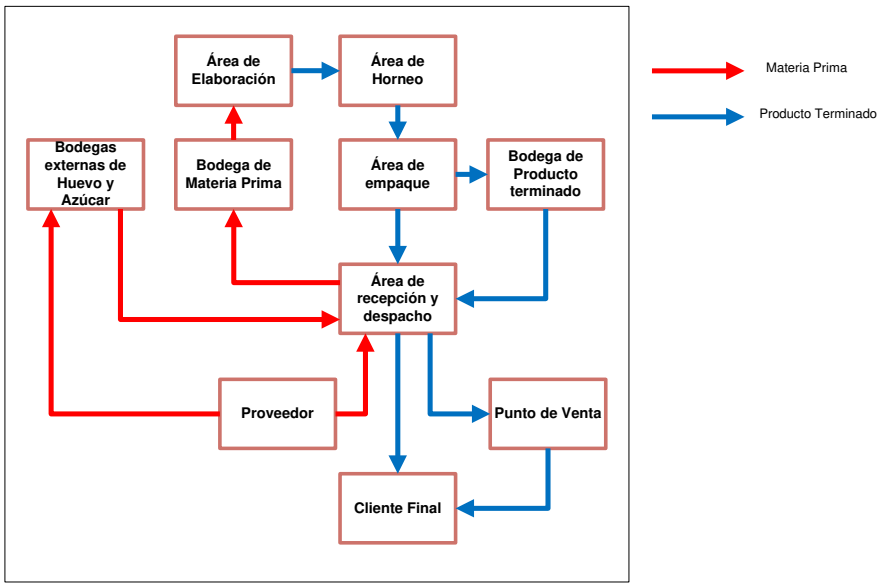


Figura 3.7 Flujo de materiales en la planta

Para transportar la materia prima se utiliza una mula hidráulica, en donde se coloca un pallet, sobre el cual los operarios colocan lo necesario para la producción. También cuenta con un carrito manual, con el cual se abastecen las líneas de producción durante el día.

El producto terminado una vez empacado es colocado en pallets y luego transportado a almacenamiento con ayuda de la mula hidráulica.

Para transportar los huevos a las líneas de producción se utilizan tachos.

Para el caso del producto en proceso existen coches de acuerdo a la línea de producción.

3.2 Distribución Actual

Actualmente la planta se encuentra distribuida de la siguiente manera (Plano 3.1 – Plano 3.2):

Planta Baja

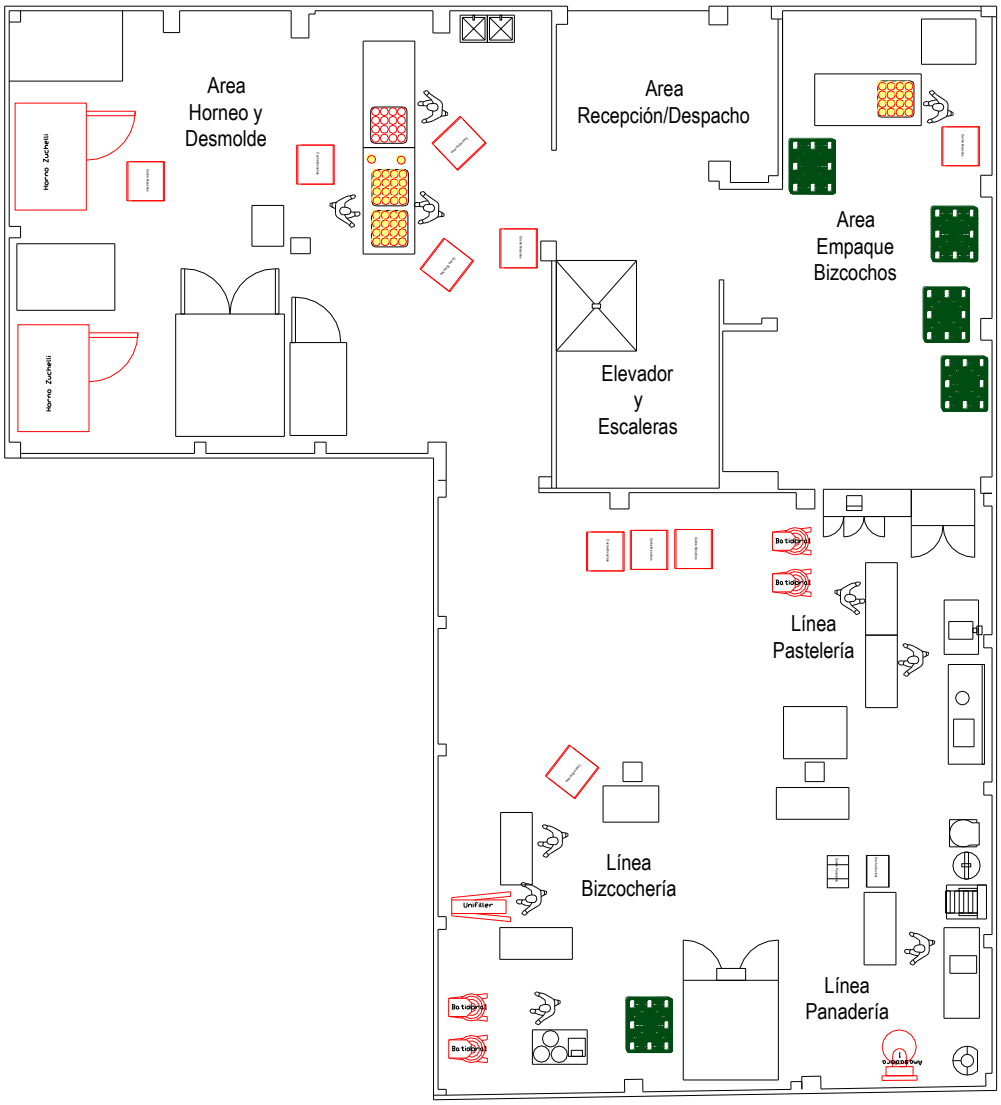


Figura 3.8 Distribución actual planta baja

Planta Alta

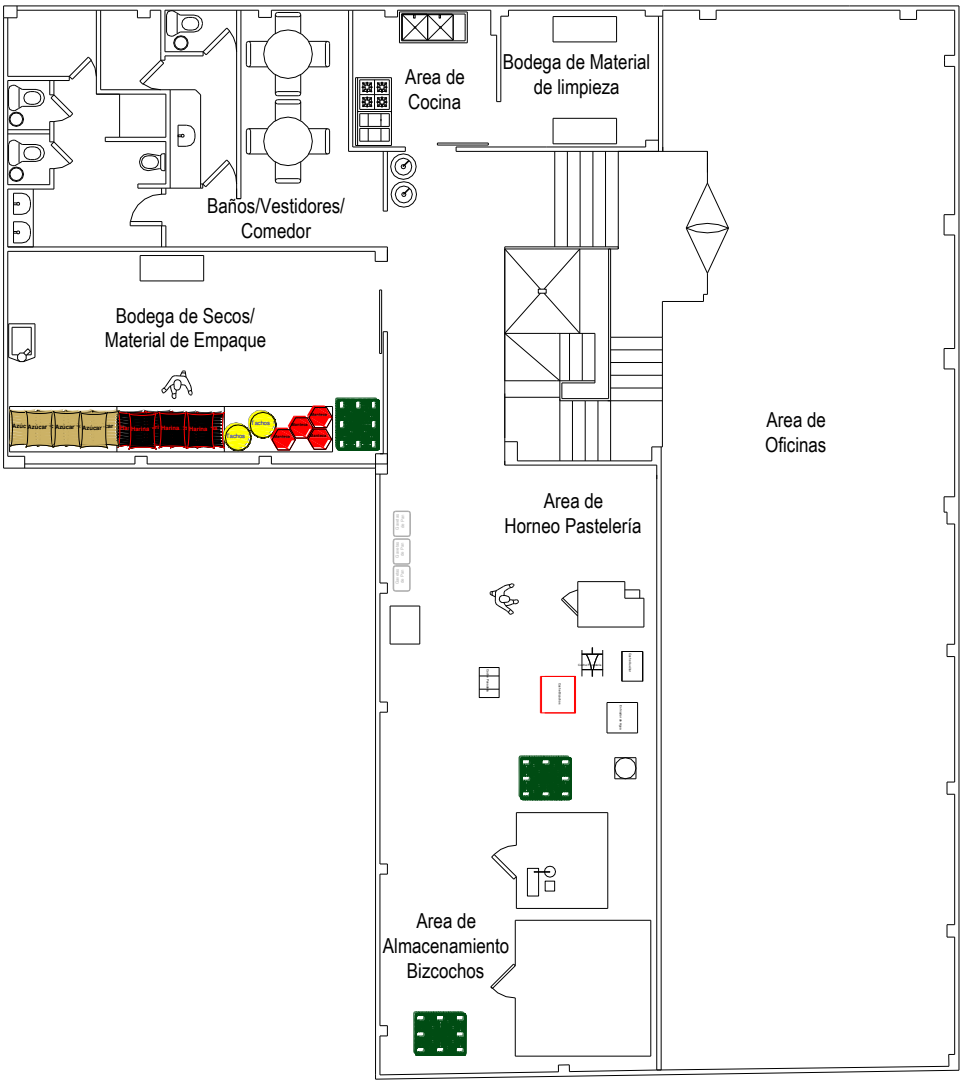
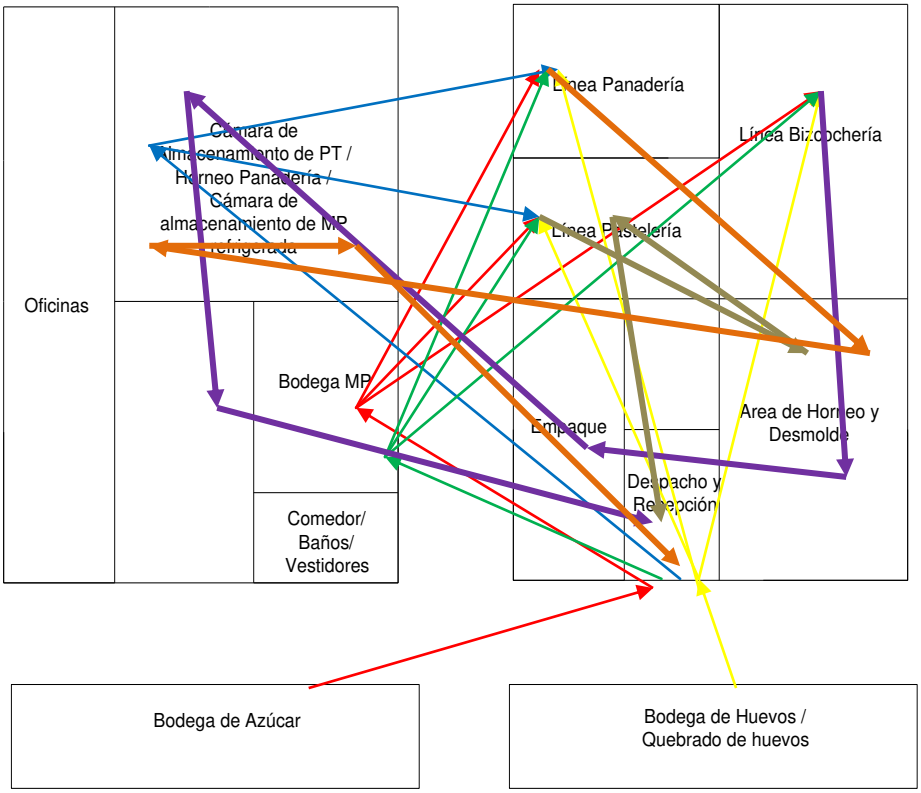


Figura 3.9 Distribución actual planta alta

Adicional a las dos plantas la empresa cuenta con dos bodegas externas, una de azúcar y otra de huevos.

En el gráfico que se muestra a continuación, de manera general se esquematiza la relación entre las áreas y el recorrido que realizan los productos.



Simbología	
→	Recorrido Azúcar
→	Recorrido Huevos
→	Recorrdio MP seca
→	Recorrido MP refrigerados
→	Recorrido PT panadería
→	Recorrido PT pastelería
→	Recorrido PT bizcochería

Figura 3.10 Recorrido actual de los productos

La fábrica cuenta con dos plantas y dos bodegas externas. En la planta baja se encuentran ubicadas las áreas de elaboración de la Línea Panadería, Bizcochería y Pastelería, área de horneo y desmolde, recepción y despacho de producto y área de empacado. En la planta alta están las áreas de bodega de materia prima de secos, área de horneo de la Línea Panadería, cámara de almacenamiento del producto terminado de la Línea Bizcochería, área de almacenamiento de materia prima refrigerada, área de cocina, área de limpieza y lavaderos, oficinas, baños y vestidores.

En una de las bodegas externas se almacena azúcar y en la otra bodega se almacena los huevos y se encuentra ubicada el área de quebrado de huevos.

Las líneas trazadas en la figura 3.10 son el recorrido que realiza la materia prima hasta llegar a cada línea y el recorrido del producto terminado luego de la transformación sufrida durante el proceso.

Debido a la estructura del edificio y a la ubicación de las áreas, resultan largos recorridos de producto y riesgo de contaminación para el producto final.

A continuación se analizará cada una de las líneas y su relación con las demás áreas de la planta.

Línea Bizcochería

La Línea Bizcochería se encuentra ubicada en la planta baja, el recorrido que realiza el producto actualmente es el siguiente:

- Huevos (1) que se encuentran ubicados en una bodega externa a **52,97** metros de la línea.
- Harina (2) y Azúcar (3) que se almacenan en la bodega de materias primas en la planta alta a **28,94** metros de la línea.
- El bizcocho pasa de la línea (4) al área de horneo (5) y recorre una distancia de **18,51** metros.
- Luego pasa a la siguiente etapa del proceso que es el desmolde (6) que se encuentra a **5.47** metros.
- Una vez desmoldado, este pasa al área de enfriamiento y empaque (7), que se encuentra a **11,00** metros de distancia.
- Ya empacado el producto es almacenado en una cámara de refrigeración (8) ubicada en la planta alta a **23,2** metros.
- Para el despacho el producto debe bajar al área de recepción/despacho (9) que se encuentra a **24,36** metros de distancia.

En total el producto recorre **164,45** metros desde que inicia el proceso hasta que es despachado al cliente. Estos recorridos se pueden observar en el gráfico siguiente:

Figura 3.11 Recorrido del producto – Línea Bizcochería

Línea Panadería

Esta línea se encuentra ubicada en la planta baja, el recorrido que realiza el producto es el siguiente:

- Huevos (1) que se encuentran ubicados en una bodega externa a **61,05** metros de la línea.
- Harina (2), Sal, emulsificantes y manteca (3), las que se encuentran en la bodega de materias primas en la planta alta a **33,54** metros.
- Una vez formado el pan en la línea (4) y colocado en los coches, es llevado a la cámara de leudo (5) a **26,88** metros.
- Luego es llevado al horneo (6) ubicado en la planta alta a **22,12** metros.
- Ya horneado el producto es empacado (7), para ello recorre **3,73** metros.
- Finalmente es despachado (8), en este punto recorre **15,18** metros de distancia.

Los productos de esta línea recorren en total una distancia de **162,5** metros como se puede observar en el siguiente gráfico.

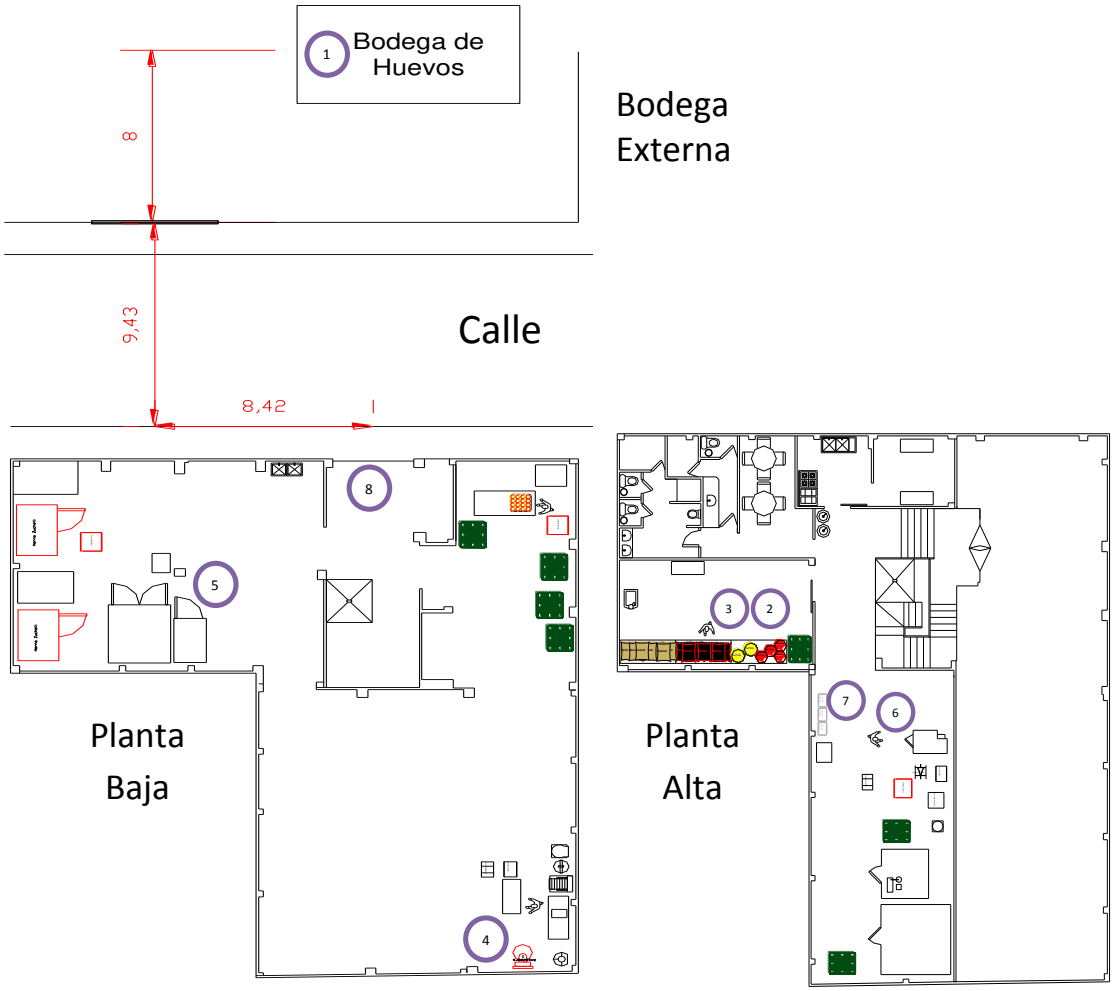


Figura 3.12 Recorrido del producto – Línea panadería

Línea Pastelería

La línea Pastelería se encuentra ubicada en la planta baja, el recorrido que realiza el producto se detalla a continuación:

- Huevos (1) que se encuentran ubicados en una bodega externa a **49,76** metros de la línea.
- Harina (2) y productos alérgenos (3) que se almacena en la bodega de materias primas en la planta alta a **22,39** metros de la línea.
- Productos refrigerados (4) que se encuentran almacenados en una cámara de refrigeración ubicada en la planta alta a **28,45** metros.
- Ya armado el producto (5), este debe ser enviado al área de horneo (6) ubicada en la planta alta a **23,69** metros.
- Una vez horneado debe regresar a la línea y recorrer la misma distancia, **23,69** metros.
- El relleno de las tortas debe ser preparado en la cocina (7) que también se encuentra en la planta alta, una vez listo el relleno debe bajar a la línea y recorrer **22,51** metros de distancia.
- Con el bizcocho y el relleno de la torta se elabora el producto en la línea, se empaca y se despacha, para lo cual recorre una distancia de **25,17** metros hasta el área de recepción/despacho (8).

En total el producto recorre una distancia de 195,65 metros como se muestra en el plano. En el siguiente gráfico se puede apreciar los recorridos detallados:

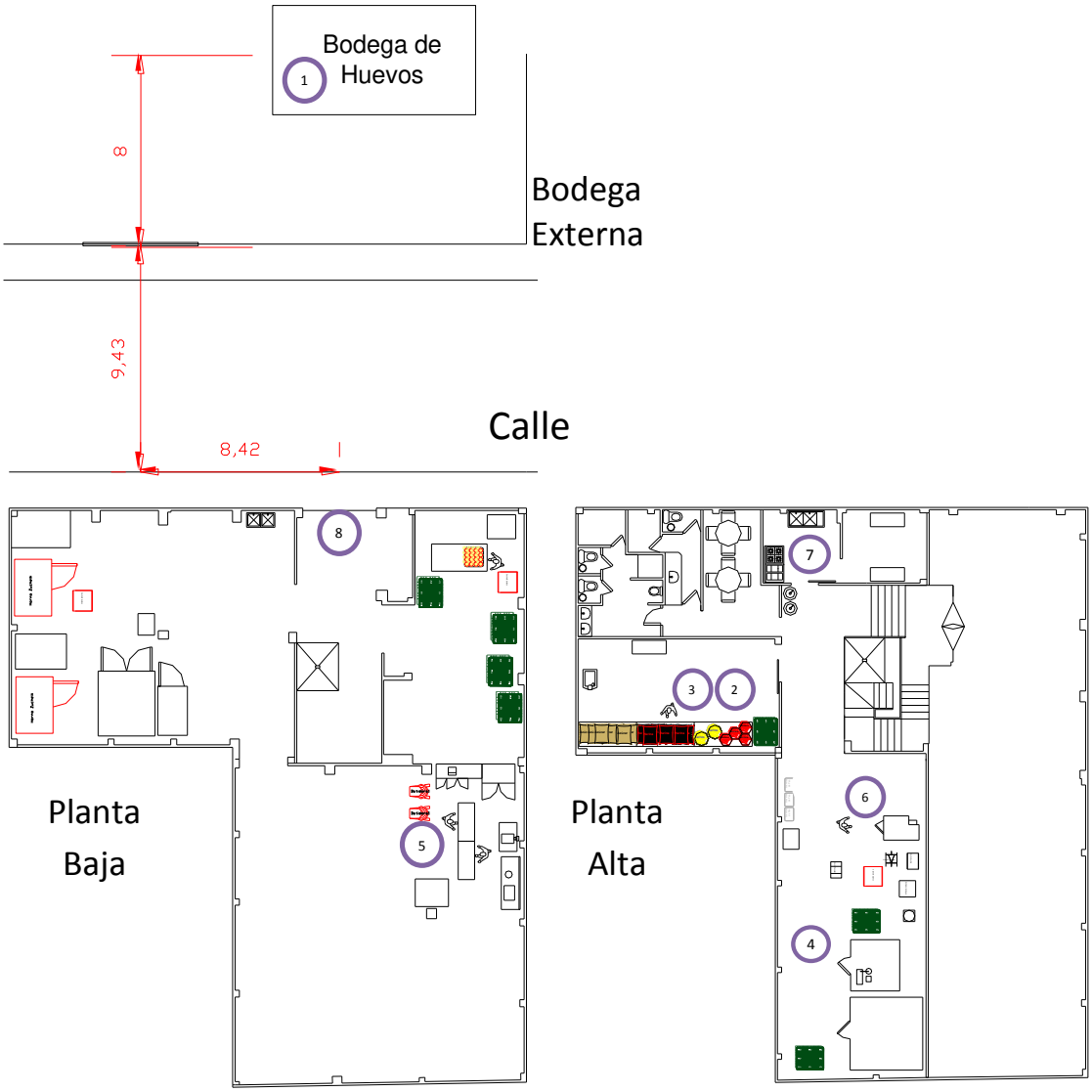


Figura 3.13 Recorrido del producto – Línea Pastelería

3.3 Verificación de las necesidades de la planta

Para establecer las necesidades de la planta se realizaron los siguientes estudios:

3.3.1 Cálculo de la capacidad de la planta

El cálculo de la capacidad de la planta se realizó para cada línea, de esta manera se pudo determinar si la capacidad actual instalada satisface o no la demanda del cliente a largo plazo.

Para el cálculo de la proyección de la demanda de cada línea se utilizó el método de Análisis de registros históricos de acuerdo al crecimiento del último año, debido a que la empresa ya tiene algunos años de operación.

A continuación se presenta el estudio realizado para cada línea.

Línea Bizcochería

Para realizar el cálculo de la capacidad de la planta se contó con la siguiente información:

Histórico de Ventas

Mercado	
Años	Demanda (Unds)
2005	1.044.160
2006	1.420.000
2007	1.382.680
2008	1.438.840

Tabla 3.16 Histórico de ventas
Línea bizcochería

Luego se realizó una proyección estimada mediante el método, de acuerdo al crecimiento del último año, cómo se muestra en la gráfica a continuación:

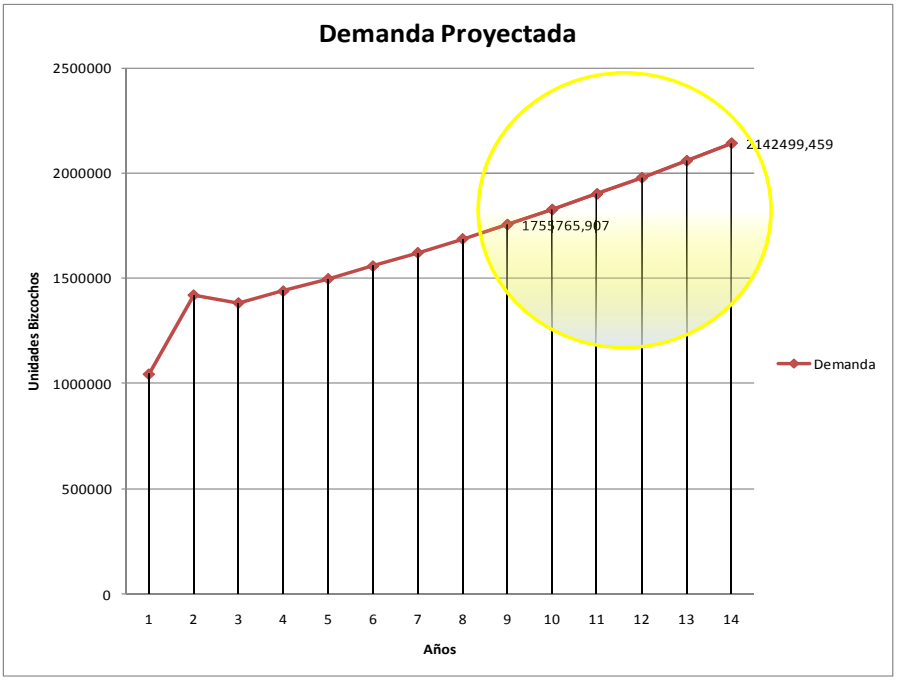


Figura 3.14 Demanda proyectada – Línea bizcochería

	Año	Demanda
1	2005	1044160
2	2006	1420000
3	2007	1382680
4	2008	1438840
5	2009	1497281
6	2010	1558096
7	2011	1621381
8	2012	1687236
9	2013	1755766
10	2014	1827079
11	2015	1901290
12	2016	1978514
13	2017	2058875
14	2018	2142499

Tabla 3.17 Proyección de la demanda
Línea bizcochería

El costo de la maquinaria para el año 2018 sería de ***$146,840.00***, el precio de cada unidad de producto es ***$0.68***. Se realizaron los cálculos correspondientes a la proyección estimada, entre los 5 y 10 años próximos (anexo 3.1) y se determinó que se podría extender la capacidad a 2,005,418 unidades al año, lo cual indica que es más conveniente para la compañía invertir en maquinaria y equipos para alcanzar esta capacidad futura y poder satisfacer la demanda proyectada que lo que dejaría de ganar al no contar con la capacidad suficiente.

Línea Panadería

El Histórico de ventas de esta línea se puede apreciar en la siguiente tabla:

Mercado	
Años	**Demanda (Kg)**
2005	50.153
2006	52.571
2007	53.999
2008	57.623

Tabla 3.18 Histórico de ventas
Línea panadería

La proyección se estimó de acuerdo al crecimiento del último año, cómo se muestra en el siguiente gráfico:

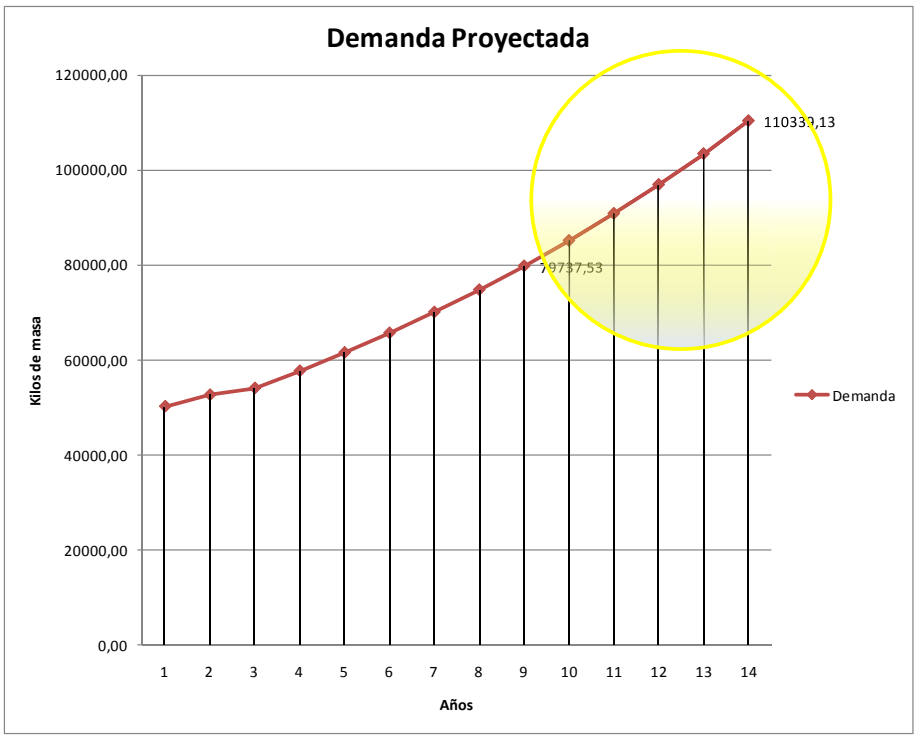


Figura 3.15 Demanda proyectada – Línea panadería

	Año	Demanda
1	2005	50152,70
2	2006	52571,48
3	2007	53998,62
4	2008	57623,02
5	2009	61490,69
6	2010	65617,96
7	2011	70022,25
8	2012	74722,16
9	2013	79737,53
10	2014	85089,53
11	2015	90800,76
12	2016	96895,33
13	2017	103398,97
14	2018	110339,13

Tabla 3.19 Proyección de la demanda
Línea panadería

El costo de la maquinaria para el año 2018 sería de ***$140,000.00***, el Precio de cada kilo de masa es ***$2.50***. Luego de realizar el análisis se determinó que debe mantenerse la capacidad actual (anexo 3.2), la cual es 331,056 Kg/año, con la que se podría satisfacer la demanda proyectada. Es decir, la empresa no debería invertir en maquinaria para esta línea.

Línea Pastelería

En la siguiente tabla se muestra el histórico de ventas de esta línea, dicha información se utilizó para realizar el correspondiente análisis:

Mercado	
Años	**Demanda (Unds)**
2005	10.140
2006	11.440
2007	12.480
2008	13.000

Tabla 3.20 Histórico de ventas
Línea pastelería

En el gráfico que se muestra a continuación se presenta la demanda proyectada tomando en cuenta el crecimiento del último año.

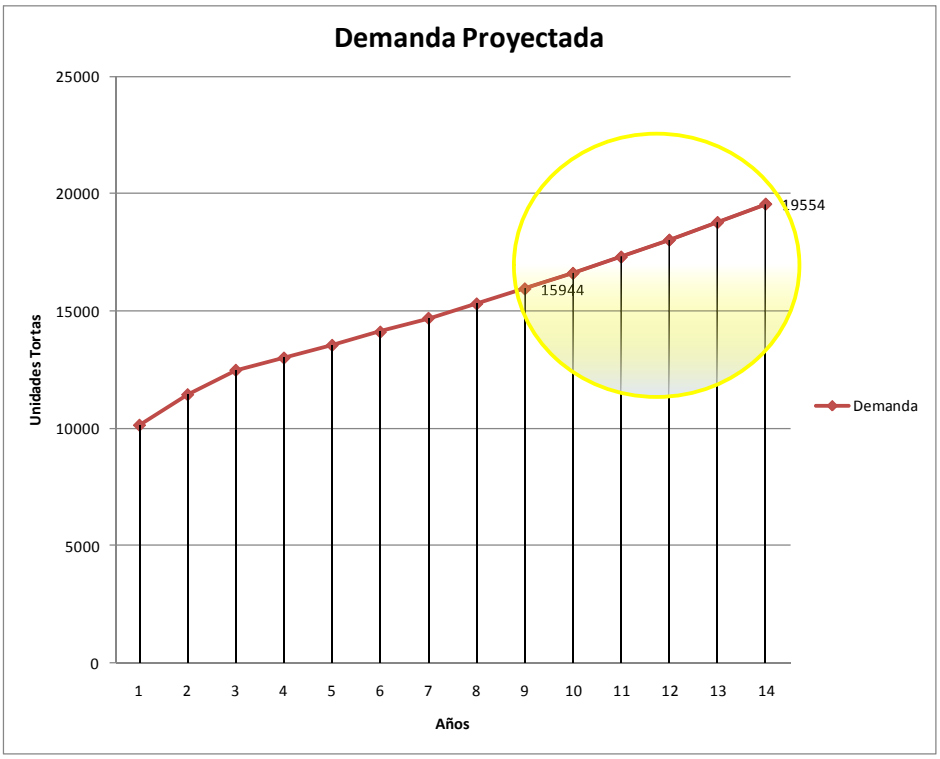


Figura 3.16 Demanda proyectada – Línea pastelería

	Año	Demanda
1	2005	10140
2	2006	11440
3	2007	12480
4	2008	13000
5	2009	13542
6	2010	14106
7	2011	14694
8	2012	15306
9	2013	15944
10	2014	16608
11	2015	17300
12	2016	18021
13	2017	18772
14	2018	19554

Tabla 3.21 Proyección de la demanda
Línea pastelería

El costo de la maquinaria para el año 2018 sería de ***$59,085.00***, el Precio de cada unidad es ***$8.80***. De acuerdo al resultado, la capacidad debe manterse, la cual es 146,642 Unds/año, es decir que la empresa no debería invertir en maquinaria para esta línea (anexo 3.3).

3.3.2 Balanceo de línea

Para determinar la capacidad de las líneas de producción de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de la capacidad instalada de la planta se utiliza el método de balanceo de línea. Los criterios utilizados para realizar el balanceo son los siguientes:

Criterios	
Turnos	1
HorasxTurno	11
Ausentismo	7%
Mantenimiento	5%
Días al año	264

Tabla 3.22 Criterios para balanceo de línea

Los porcentajes de Ausentismo y de Mantenimiento fueron suministrados por la Gerencia de la Planta con base en los registros de asistencia del personal y las horas asignadas al año para el mantenimiento de equipos e instalaciones.

De acuerdo a estos criterios se calculó el fondo de tiempo, el mismo que aplica para todas las líneas:

Fondo de Tiempo		
F_t	2700,72	horas/año
F_p	2758,8	horas/año

Tabla 3.23 Fondo de tiempo

La demanda obtenida para cada línea es la siguiente:

Demanda anual		
Bizcochería	2.005.418	Unds/año
Panadería	74.722	Kg/año
Pastelería	15.306	Unds/año

Tabla 3.24 Demanda anual por línea

Con los datos mostrados se realizó el balanceo por cada línea como se muestra a continuación:

Línea Bizcochería

	Proceso	Normas de Producción			Capacidad real unitaria		Personas/Equipos	
1	Pesaje	N_t	540	unds/h	1.458.389	Unds/año	1	2
2	Batido	N_p	243	unds/h	670.388	Unds/año	3	3
3	Llenado	N_t	830	unds/h	2.242.813	Unds/año	1	1
4	Esparcido y apilado	N_t	1.475	unds/h	3.982.629	Unds/año	1	1
5	Horneado	N_p	2.160	unds/h	5.959.008	Unds/año	0	1
6	Desmolde	N_t	379	unds/h	1.023.573	Unds/año	2	2
7	Preparación de moldes	N_t	2.910	unds/h	7.859.095	Unds/año	0	1
8	Empaque	N_t	476	unds/h	1.285.543	Unds/año	2	2

Tabla 3.25 Balanceo de línea de bizcochería

De acuerdo a la nueva cantidad de equipos y personas, se obtuvo las siguientes capacidades por cada uno de ellos:

Proceso	Capacidad obtenida	
Pesaje	2.916.778	Unds/año
Batido	2.011.165	Unds/año
Llenado	2.242.813	Unds/año
Esparcido y apilado	3.982.629	Unds/año
Horneado	5.959.008	Unds/año
Desmolde	2.047.146	Unds/año
Preparación de moldes	7.859.095	Unds/año
Empaque	2.571.085	Unds/año

Tabla 3.26 Capacidad obtenida bizcochería

La nueva capacidad de la planta sería 2,011,165 Unds/años, con la cual se cubre la demanda actual y proyectada.

Comparando la cantidad de personas y equipos por cada etapa del proceso obtenidos luego del balanceo frente con lo que actualmente cuenta la planta se establecieron las siguientes necesidades:

Proceso	Personal/Equipos necesarios	Personal/Equipos actual	Necesidad
Pesaje (P)	2	1	1
Batido (E)	3	2	1
Llenado (P)	1	1	0
Esparcido y apilado (P)	1	1	0
Horneado (E)	1	1	0
Desmolde (P)	2	2	0
Preparación de moldes (P)	1	1	0
Empaque (P)	2	1	1

Tabla 3.27 Necesidades de personal y equipos – Línea bizcochería

Por lo tanto para que la planta cubra la nueva capacidad se debe incrementar una batidora para el proceso de batido y 2 personas, una para el pesaje y otra para el empaque.

Línea Panadería

	Proceso	Normas de Producción			Capacidad real unitaria		Personas/Equipos	
1	Pesaje	Nt	555	Kg/h	1.497.711	Kg/año	0	1
2	Amasado	Np	120	Kg/h	331.056	Kg/año	0	1
3	Disión de masa	Nt	1.293	Kg/h	3.492.355	Kg/año	0	1
5	Formado	Np	49	Kg/h	134.850	Kg/año	1	1
6	Leudo	Nt	422	Kg/h	1.140.784	Kg/año	0	1
7	Horneo	Nt	138	Kg/h	373.348	Kg/año	0	1
8	Empaque	Nt	176	Kg/h	474.246	Kg/año	0	1

Tabla 3.28 Balanceo de línea de panadería

De acuerdo a la nueva cantidad de equipos y personas obtenidas, se muestran las siguientes capacidades por cada uno de ellos:

Proceso	Capacidad obtenida	
Pesaje	1.497.711	Kg/año
Amasado	331.056	Kg/año
Disión de masa	3.492.355	Kg/año
Formado	134.850	Kg/año
Leudo	1.140.784	Kg/año
Horneo	373.348	Kg/año
Empaque	474.246	Kg/año

Tabla 3.29 Capacidad obtenida panadería

La capacidad de la planta sería 134,850 Kg/año, que es con la que actualmente se maneja. Los recursos asignados para esta línea cubren perfectamente la capacidad, y al tener las distintas actividades una tasa alta por operario, se pueden compartir las mismas, es decir, las 2 personas que actualmente trabajan en la línea realizarían en conjunto las actividades de pesaje, división de masa, formado y empaque.

Línea Pastelería

Proceso		Normas de Producción			Capacidad real unitaria		Personas/Equipos	
1	Pesaje	Nt	540	unds/h	1.458.389	Unds/año	0	1
2	Batido	Np	144	unds/h	397.267	Unds/año	0	1
3	Horneo	Nt	36	unds/h	97.226	Unds/año	0	1
5	Decorado y Empaque	Np	12	unds/h	33.106	Unds/año	0	1

Tabla 3.30 Balanceo de línea - Pastelería

De acuerdo a la nueva cantidad de equipos y personas obtenidas, se muestran las siguientes capacidades por cada uno de ellos:

Proceso	Capacidad obtenida	
Pesaje	1.458.389	Unds/año
Batido	397.267	Unds/año
Horneo	97.226	Unds/año
Decorado y Empaque	33.106	Unds/año

Tabla 3.31 Capacidad obtenida pastelería

La capacidad de la planta sería 33,106 Uns/año, que es la capacidad con que cuenta actualmente. Los recursos asignados para esta línea cubren perfectamente la capacidad.

3.3.3 Análisis de movimientos mediante el método de Carta From – To

Obtener datos cuantitativos del coste de movimientos entre áreas no es siempre factible, en estos casos los factores cualitativos son los que se consideran más relevantes al tomar la decisión.

La Carta From – To nos permite realizar un análisis más bien cualitativo de los movimientos entre las estaciones de trabajo, mediante el análisis de la cantidad de movimientos entre las áreas.

Para este estudio se realizará una Carta From – To mensual para materias primas debido a la frecuencia de recepción y una Carta From – To diaria por cada línea de producción y se comparará con la ubicación actual de las áreas.

Materia_Prima

De acuerdo a la recopilación de información la materia prima llega a la empresa en frecuencias diferentes.

La materia prima ingresa al proceso productivo en la unidad de carga original.

- Azúcar y harina → Saco 50 Kg.
- Huevos → Cubetas
- Material de empaque → Paca
- Alérgenos y esencias → Cartones consolidados

MATERIA PRIMA	Recepción	BMP (Huevos)	BMP (Harina y varios)	BMP (Azúcar)	Material de empaque	Alergenos y escencias	Bizcochería	Panadería	Pastelería	Total
Recepción	….	1100	100	100	4					**1304**
BMP (Huevos)		….					22	22	22	**66**
BMP (Harina y varios)			….				22	22	22	**66**
BMP (Azúcar)			8	….			22	22	22	**74**
Material de empaque					….		22	22	22	**66**
Alergenos y escencias						….			22	**22**
Bizcochería	104						….			**104**
Panadería	882							….		**882**
Pastelería	917								….	**917**
Total	**1903**	**1100**	**108**	**100**	**4**	**0**	**88**	**88**	**110**	

Tabla 3.32 Carta From - To – Materia prima

Línea Bizcochería

Este producto se empaca en cartones de 90 unidades cada uno, de acuerdo al promedio de producción de bizcochos se elaboran 55 cartones de bizcochos diarios.

La unidad de carga varía de un proceso a otro, desde tazones de 3 kg, luego un coche con 96 unidades, después un coche con cuatrocientas unidades, y finalmente pallets con cartones de 90 unidades cada uno.

BIZCOCHERIA	BMP (Huevos)	BMP (Harina, azúcar y varios)	Pesado	Batido	Llenado	Horneo	Desmolde	Enfriamiento	Empaque	BPT	**Total**
BMP (Huevos)	…		1								**1**
BMP (Harina, azúcar y varios)		…	1								**1**
Pesado			…	55							**55**
Batido				…	55						**55**
Llenado					…	55					**55**
Horneo						…	55				**55**
Desmolde					8		…	12			**20**
Enfriamiento								…	12		**12**
Empaque							11		…	2	**13**
BPT										…	**0**
Total	**0**	**0**	**2**	**55**	**63**	**55**	**66**	**12**	**12**	**2**	

Tabla 3.33 Carta From - To – Línea bizcochería

Línea Panadería

El producto se entrega en gavetas de 60 panes cada una. El promedio de producción actual es de 192 Kg. al día, lo que equivale a 40 gavetas diarias.

La unidad de carga inicia con sacos de 25 Kg en los cuales se pesa los materiales. Luego pasa a coches de 100 unidades y al final se entregan gavetas con 60 panes.

PANADERIA	Agua	BMP (Harina, azúcar y varios)	Pesado	Amasado	Pesado de masa	División	Formado	Leudo	Horno	Despacho	Total
Agua	…		1								1
BMP (Harina, azúcar y varios)		…	1								1
Pesado			…	80							80
Amasado				…	240						240
Pesado de masa					…	200					200
División						…	200				200
Formado							…	40			40
Leudo								…	40		40
Horno							36		…	67	103
Despacho										…	0
Total	**0**	**0**	**2**	**80**	**240**	**200**	**236**	**40**	**40**	**67**	

Tabla 3.34 Carta From - To – Línea panadería

Línea Pastelería

El producto se entrega por unidades. La producción promedio actual es de 42 tortas decoradas al día.

La unidad de carga inicia con tazones de 3 Kg en los cuales se pesa los materiales. Luego pasa a coches de 6 unidades y al final se entregan los pasteles por unidades.

PASTELERIA	BMP (Huevos)	BMP (Harina, azúcar y varios)	Pesado	Batido	Llenado	Horneo	Cocina	Desmolde y decorado	Empaque	Despacho	Total
BMP (Huevos)	…		8								8
BMP (Harina,azúcar y varios)		…	1								1
Pesado			…	14							14
Batido				…	7						7
Llenado					…	7					7
Horneo						…		7			7
Cocina							…	7			7
Desmolde y decorado							7	…	42		49
Empaque									…	42	42
Despacho										…	0
Total	**0**	**0**	**9**	**14**	**7**	**7**	**7**	**14**	**42**	**42**	

Tabla 3.35 Carta From - To – Línea pastelería

Todas las áreas

Una vez realizado el análisis por línea de producción se ha considerado necesario comprobar de que manera deberían ubicarse las diferentes áreas. Por lo cual se ha realizado una Carta From - To de todas las áreas

identificadas que intervienen en el proceso productivo de la planta panificadora.

TODAS LAS AREAS		BMP (Huevos)	BMP Refrigerados (Huevo y otros)	BMP Secos (Harina, azúcar y varios)	BMP Material de empaque	Línea Bizcochería	Línea Panadería	Línea Pastelería	Cocina	Leudo		Horneo		Empaque bizcochería	Almacenamiento Bizcochería	Despacho	**Total**
										Leudo Producción	Leudo Almacenamiento	Horneo y Desmolde Bizcochería	Horneo Panadería y pastelería				
BMP (Huevos)		....	22														22
BMP Refrigerados (Huevo y otros)			....			22		22									44
BMP Secos (Harina, azúcar y varios)				....		22	22	22									66
BMP Material de empaque					....	22	22	22									66
Línea Bizcochería						....						1119					**1119**
Línea Panadería							....			882	294						**1176**
Línea Pastelería								....					153			153	**306**
Cocina								153	....								**153**
Leudo	Leudo Producción									....			882				**882**
	Leudo Almacenamiento										....					294	**294**
Horno	Horneo y Desmolde											....		252			**252**
	Horneo Panadería y pastelería							153					....			882	**1035**
Empaque bizcochería														....	44		44
Almacenamiento Bizcochería															....	44	44
Despacho																....	0
Total		0	22	0	0	66	44	**372**	0	**882**	**294**	**1119**	**1035**	**252**	44	**1372**	

Tabla 3.36 Carta From - To – Todas las áreas

Resultados Carta From - To

Materia Prima

Para materia prima la Carta From - To indica que la recepción debe estar cerca de las tres bodegas principales, la bodega de azúcar cerca de la bodega de harina y varios, así como también las áreas de La Línea

Bizcochería, Panadería y Pastelería deberían estar próximas al área de Recepción que en este caso sería despacho.

Recepción	Bodega de huevos
	Bodega de azúcar
	Bodega de harina y varios
Bodega de azúcar	Bodega de harina y varios
Bizcochería	Recepción
Panadería	
Pastelería	

Tabla 3.37 Resultados Carta From - To Bodegas

Actualmente el manejo de materia prima muestra deficiencias en cuanto a ubicación.

- La recepción se encuentra alejada de las bodegas principales
- La bodega de azúcar está separada de la bodega de harina por una calle.
- La bodega de huevos está ubicada en un galpón fuera de la planta, la materia prima se mueve desde esta bodega a la planta a diario.
- El final de las líneas de producción, en las que se encuentra el producto terminado, están apartadas del área de recepción - despacho.

Líneas de producción

Como se muestra en la Carta From – To de cada línea, las áreas que deben estar lo más próximas posibles, debido a la cantidad de movimientos del producto durante el proceso de producción, son las siguientes:

Bizcochería	
Pesado	Batido
Batido	Llenado
Llenado	Horno
Horno	Desmolde
Desmolde	Enfriamiento
	Empaque
Empaque	Almacenamiento (BPT)
	Desmolde

Panadería	
Pesado	Amasado
Amasado	Pesado de masa
Pesado de masa	División
División	Formado
Formado	Leudo
Leudo	Horno
Horno	Despacho
	Formado

Pastelería	
BMP (Huevos)	Pesado
Batido	
	Llenado
Horneo	
	Desmolde y decorado
Cocina	
Empaque	
	Despacho

Tabla 3.38 Resultados Carta From - To – Líneas de producción

A pesar de lo indicado con los resultados de la Carta From-To, lo observado durante las visitas a las instalaciones de la planta panificadora revela que las áreas no están ubicadas de forma correcta, lo cual genera pérdidas de tiempo debido al recorrido que debe realizar el producto en proceso de una estación de trabajo a otra.

Línea Bizcochería:

- El área de horno de la Línea Bizcochería que debería estar a continuación de llenado se encuentra alejada.
- Desmolde está cerca de Enfriamiento y Empaque, pero el área de entrada y salida se interpone.
- La separación entre Empaque y Almacenamiento es tal que, empaque está en la planta baja y almacenamiento en el primer piso.

Línea Panadería:

- Leudo debería estar junto a formado, pero se encuentra junto al horno de la Línea Bizcochería.
- El horno de la Línea Panadería se encuentra en el primer piso, alejada del resto de los equipos de la línea.
- El área de despacho está en la planta baja, mientras el horno de la Línea Panadería, de donde salen las gavetas directamente con producto listo para la entrega, está en el primer piso.
- Los coches deben volver de horno a formado, como se dijo antes están en diferentes pisos.

Línea Pastelería:

- Se utiliza el mismo horno que para el pan, está separado del llenado y de desmolde y decorado por un piso.
- El empaque de pasteles está separado del área de despacho por el área de empaque de bizcochos.

Todas las áreas

De acuerdo a los resultados de la Carta From - To, las áreas que deberían estar juntas son las siguientes:

Figura 3.17 Esquema línea bizcochería de acuerdo a la Carta From – To.

El gráfico muestra que las áreas en el orden indicado deben estar juntas. Se puede observar que estás áreas corresponden a la Línea Bizcochería las cuales actualmente están separadas.

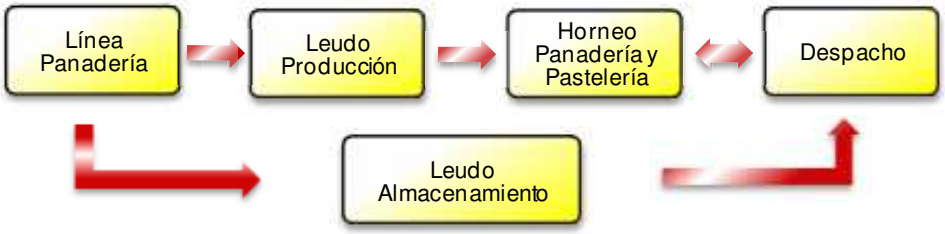


Figura 3.18 Esquema línea panadería de acuerdo a la Carta From – To.

Al observar el gráfico, se puede concluir que las áreas deben estar juntas por la cantidad de movimientos que se dan a diario entre ellas, y corresponden a la Línea Panadería.

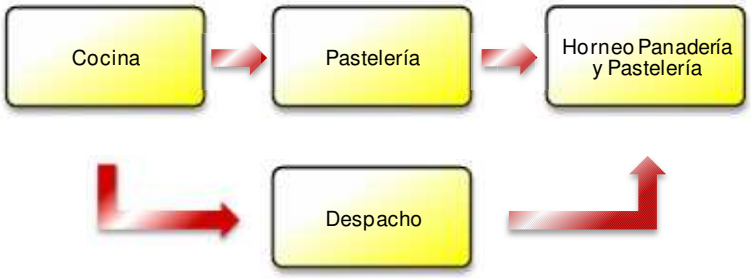


Figura 3.19 Esquema línea bizcochería de acuerdo a la Carta From – To.

De acuerdo a la Carta From - To, el gráfico indica que las áreas constituyen la línea de producción de Pastelería.

Se puede observar además que las Líneas Panadería y Bizcochería comparten el horno, por lo que sería recomendable que este horno se ubique de forma tal que pueda abastecer ambas líneas sin entorpecer el proceso de cada una.

Por otra parte todas las líneas tienen en común el área de despacho.

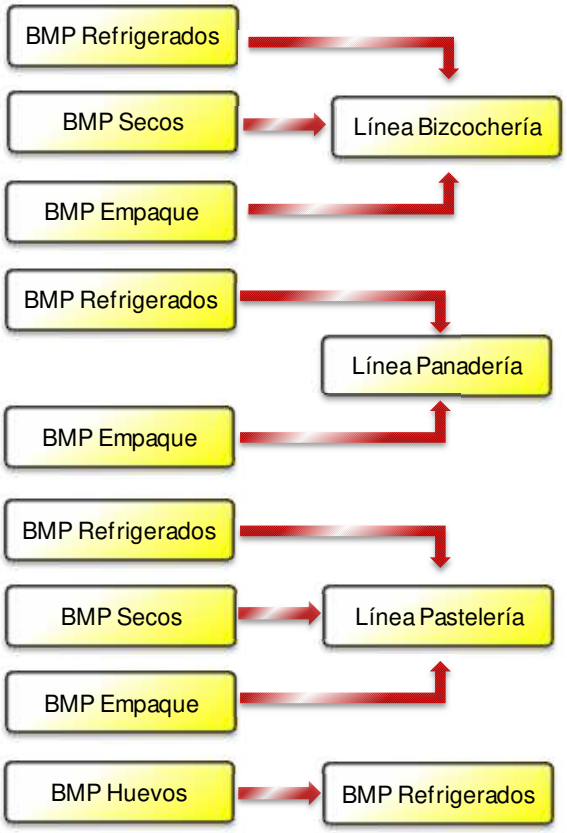


Figura 3.20 Esquema bodegas – área de acuerdo a la Carta From – To.

Por otro lado el análisis de la Carta From-To indica que las diferentes bodegas deberían estar en lo posible cerca del proceso productivo de todas las líneas, y la bodega de huevos cerca de la bodega de refrigerados.

Hoy por hoy, solo la bodega de refrigerados se encuentra cerca del inicio del proceso de La Línea Bizcochería, todas las demás bodegas de materia prima se encuentran distantes del inicio de las líneas de producción.

Para estos casos, a pesar que los movimientos se realizan una o dos veces al día, la distancia de recorrido es considerable, lo que incrementa el tiempo de set up y el riesgo de contaminación.

3.4 Problemas presentes

Luego de realizar el análisis de la situación se obtuvieron los siguientes problemas:

- El recorrido que sigue tanto el producto terminado como la materia prima, generan pérdidas de tiempo por transporte durante el proceso. Estas pérdidas ocurren por la distancia que existe entre las diferentes estaciones de trabajo. Esto se pudo observar durante la justificación del problema y en el análisis del proceso.
- El área de entrada/salida – recepción/despacho se encuentra entre el desmolde y empaque y genera contaminación.
- El almacenaje de la materia prima seca y material de empaque se realiza en la misma bodega.

- El almacenaje de los huevos, harina y azúcar se realiza en bodegas externas a la planta, lo que puede generar problemas de contaminación al momento de abastecer estas materias primas.
- El área de cocina, en donde se realizan los rellenos para la Línea Pastelería, se encuentra ubicada junto a una pequeña bodega de materiales de limpieza.
- Las pérdidas de tiempo durante el proceso de producción, debido a los recorridos, se ven reflejadas en la utilización de horas extras de los empleados y por lo tanto en el incremento del costo de mano de obra.

CAPÍTULO 4

4. REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA

Introducción

Cuando el espacio de trabajo es insuficiente es posible que se reduzca la productividad e incluso se generen riesgos de seguridad, mientras que el espacio excesivo es costoso y también puede reducir la productividad y provocar aislamientos innecesarios.

Contar con un buen estudio de la distribución en planta de una fábrica es un elemento necesario e imprescindible debido que una mala disposición genera movimientos innecesarios, lo que provoca retrasos y gastos de energía.

La distribución en planta incluye decisiones acerca de la disposición física de las estaciones de trabajo para cualquier actividad dentro de una instalación. Una correcta distribución permite que las personas y el equipo trabajen con mayor eficacia.

2.2 Análisis de los problemas de la empresa

Luego de la identificación de los problemas presentes en la planta a través del diagnóstico de la situación actual, se realizó una reunión con el Gerente de General y el Jefe de Producción de la empresa para tomar una decisión respecto a las posibles soluciones para atacar dichos problemas.

Por tratarse de un problema específicamente de distribución se propusieron dos alternativas:

1. Diseño de una nueva planta para mantener todas las áreas en un mismo piso.
2. Redistribución física de las áreas en la planta actual.

Debido que la primera alternativa genera una mayor inversión y mayor tiempo para llevarse a cabo el Gerente General decidió descartarla, tomando como única solución la redistribución física.

En la siguiente tabla se muestra la solución encontrada para atacar cada uno de los problemas expuestos en el capítulo anterior.

Problema 1

Problemas presentes	Solución
El recorrido que sigue tanto el producto terminado como la materia prima, generan pérdidas de tiempo por transporte durante el proceso. Estas pérdidas ocurren por la distancia que existe entre las diferentes estaciones de trabajo. Esto se pudo observar durante la justificación del problema y en el análisis del proceso.	Realizar rediseño de la distribución física de todas las áreas considerando el número de movimientos al día.

Tabla 4.1 Análisis de problema 1

Problema 2

Problemas presentes	Solución
El área de entrada/salida – recepción/despacho se encuentra entre el desmolde y empaque y genera contaminación.	Considerar las normas BPM al momento de realizar el rediseño de la distribución física para evitar irumpir con las mismas.

Tabla 4.2 Análisis de problema 2

Problema 3

Problemas presentes	Solución
El almacenaje de la materia prima seca y material de empaque se realiza en la misma bodega.	Contemplar en el rediseño de la distribución de la planta un área para el almacenaje del material de empaque en una bodega propia. Para el cálculo del espacio se considerará el análisis realizado en el diagnóstico, en donde se estimó el consumo mensual del material.

Tabla 4.3 Análisis de problema 3

Problema 4

Problemas presentes	Solución
El almacenaje de los huevos, harina y azúcar se realizan en bodegas externas a la planta, lo que puede generar problemas de contaminación al momento de abastecerse.	Ubicar las bodegas de harina, azúcar y almacenaje de huevos dentro de la planta para evitar la contaminación al momento del abastecimiento. De igual manera se considerará el análisis realizado en el capítulo anterior.

Tabla 4.4 Análisis de problema 4

Problema 5

Problemas presentes	Solución
El área de cocina, en donde se realizan los rellenos para la línea de pastelería, se encuentra ubicada junto a una pequeña bodega de materiales de limpieza.	Asignar un área exclusiva para el almacenaje del material de limpieza y ubicar la cocina en el área de Pastelería.

Tabla 4.5 Análisis de problema 5

Problema 6

Problemas presentes	Solución
Para cumplir con los requerimientos de producto del principal cliente, el turno de producción debe extenderse de 12 horas a 15 horas de trabajo, generando un exceso de 3 horas diarias por 7 personas que trabajan directa e indirectamente en la línea de bizcochería, obteniendo un 25% de sobretiempo, evidenciando una posible falta de capacidad en la línea o pérdida en la eficiencia por los recorridos de producto.	Definir un horario de entrega y recepción de producto. Eliminación de los recorridos largos por transporte. Asignación de responsabilidades de recepción al personal de Panadería. Habilitar horno para las líneas de Panadería y Pastelería. Incrementar una persona en la línea de bizcochería en el área de empaque de bizcochos.

Tabla 4.6 Análisis de problema 6

Cabe mencionar que cada una de estas soluciones fue revisada y evaluada por el Gerente de Planta y el Jefe de Producción, para lo cual expresaron conformidad y aceptación de las mismas.

4.2 Diseño de la distribución Planteada

Para realizar el rediseño de la distribución física de la planta se utilizará la metodología de SPL y QAP, así como la combinación de las mismas.

Las áreas identificadas dentro de la planta son las siguientes:

1. Oficinas
2. Línea Panadería
3. Línea Pastelería
4. Línea Bizcochería
5. Horneo y Desmolde Bizcochería
6. Horneo Panadería y Pastelería
7. Leudo Producción
8. Leudo Almacenamiento
9. Empaque Bizcochería
10. Almacenamiento Bizcochería
11. Recepción/Despacho
12. Escalera/Elevador
13. Baños
14. Comedor y Vestidores
15. Lavadero y Bodega de limpieza
16. Cocina Pastelería
17. Bodega de Materia Prima Seco

18. Bodega de Materia Prima Refrigerado
19. Bodega y Almacenamiento de Huevos
20. Bodega de Material de Empaque

Se estableció por parte de la gerencia, fijas en su ubicación actual las siguientes áreas.

1. Oficinas
2. Empaque Bizcochería
3. Recepción/Despacho
4. Escalera/Elevador
5. Baños
6. Comedor y Vestidores
7. Lavadero y Bodega de Limpieza

De igual manera para efectos de la aplicación de la metodología se consideraron la unificación de las siguientes áreas, de acuerdo a su relación y requerimientos de la gerencia, para lo cual:

- Unificación de las Bodegas de Materia Prima de Secos, Bodega de Refrigerados, Bodega de Huevos y almacenamiento y Bodega de Material de Empaque.
- Cocina y Pastelería dentro de la misma área ya que es parte del proceso de la elaboración de las tortas.
- Baños, vestidores y comedor, debido a que se encuentran en una misma área y están definidas cómo áreas fijas.

- Unificación del área de Leudo Producción, Leudo Almacenamiento junto con el área de Horneo de Panadería y Pastelería, por su continuidad dentro del proceso.
- Almacenamiento de Bizcochería junto con empaque de Bizcochería para asegurar la inocuidad del producto terminado.

El área de oficinas se mantendrá en su ubicación actual debido a la infraestructura e instalaciones con las que cuenta y que es un área totalmente independiente ubicada en un mezzanine.

Luego de estas definiciones las áreas a distribuir son las siguientes:

1. Bodegas
2. Despacho/Recepción
3. Empaque/Almacenamiento Bizcochería
4. Línea Bizcochos
5. Horneo y Desmolde de Bizcochos
6. Baños, Vestidores y comedor
7. Lavadero y Material de Limpieza
8. Elevador y Escaleras
9. Línea Panadería
10. Leudo y Horneo Panadería y Pastelería
11. Línea Pastelería y cocina

Debido que la empresa posee dos plantas para la ubicación de sus áreas, se utilizó la información suministrada por la Carta From – To, en donde se muestra la cantidad de movimientos que existe entre cada una de ellas.

A continuación se muestra la Carta From - To de dichas áreas.

TODAS LAS ÁREAS	Bodegas	Despacho / Recepción	Empaque / Almacenamiento	Línea Bizcochería	Línea Panadería	Línea Pastelería y cocina	Leudo y horneo	Horneo y Desmolde	Baños, vestidores y comedor	Lavadero y material de limpieza	Elevador y esacaleras	Total
Bodegas	….			88	66	88						242
Despacho / Recepción	1300	….							11			1311
Empaque / Almacenamiento		8	….									8
Línea Bizcochería	88			….				1119	308			1515
Línea Panadería	66				….		286		88			440
Línea Pastelería y Cocina	88	153				….	153		88	44		526
Leudo y horneo		286					….					286
Horneo y desmolde			242		286							528
Baños, vestidores y comedor				462	132	132		….				726
Lavadero y material de limpieza									….			0
Elevador y escaleras										….		0
Total	1542	447	242	550	484	220	439	1119	495	44	0	

Tabla 4.7 Carta From - To – Todas las áreas

Luego del análisis de los movimientos entre cada área se determinó que las áreas ubicadas en la planta alta serían las siguientes:

- Baños/Vestidores/Comedor
- Material de limpieza y lavadero
- Elevador y escaleras
- Línea Panadería
- Leudo y Horneo Panadería/Pastelería
- Línea Pastelería y Cocina

De igual manera es importante mencionar que por la distribución del espacio para la aplicación del método QAP se utilizaron dos áreas cómo fijas, ya que no pueden ser empleadas por encontrarse una pequeña terraza.

Las áreas ubicadas en la planta baja son:

- Bodegas
- Despacho/Recepción/Elevador
- Empaque/Almacenamiento Bizcochería
- Línea Bizcochos
- Horneo y Desmole de Bizcochos

De la misma forma que en el caso anterior se empleó un área como fija por la distribución de la planta baja.

Para la aplicación del método QAP se asignará una distancia teórica igual para todas las áreas, y así determinar la mejor ubicación. Luego se aplicará el método SPL, que determinará la ubicación de las áreas de acuerdo a criterios subjetivos del Gerente y Jefe de Planta y a los movimientos entre cada una de ellas. Con estos resultados se analizará el recorrido del producto, y la distribución que presente la menor distancia será la seleccionada para la nueva distribución de las áreas.

A continuación se desarrollará el estudio realizado para cada planta de la fábrica.

Planta Baja

Para el análisis de la distribución de la planta baja mediante el método QAP y SPL se tomarán las siguientes áreas:

Bodegas
Despacho/Recepción/Elevador
Empaque/Almacen. Bizcochos
Línea Bizcochos
Horneo y Desmolde

Tabla 4.8 Áreas planta baja

Rediseño de la ubicación de las áreas en la planta Baja utilizando método QAP

Para la evaluación de la planta baja se inició identificando el espacio disponible. El gráfico a continuación muestra la disposición de las áreas para el efecto del estudio.

1	2	3
4	5	6

Figura 4.1 Áreas disponibles

Las áreas sombreadas corresponden a la asignación fija de las áreas establecidas al inicio del capítulo.

Luego se elaboró la Carta From - To de las áreas asignadas a esta planta, en la que se muestran los movimientos existentes entre ellas (frecuencia mensual), la cual se puede apreciar a continuación:

From To Planta Baja	Bodegas	Despacho/Recepción/ Elevador	Empaque/ Almacenamiento B	Línea Bizcochos	Horneo y Desmolde	Fijo	Total
Bodegas			22	66			88
Despacho/Recepción Elevador	1300			462			1762
Empaque/ Almacenamiento B	22	8					30
Línea Bizcochos	66	308			1122		1496
Horneo y Desmolde			242				242
Fijo					0		0
BPT	**1388**	**316**	**264**	**528**	**1122**	**0**	

Tabla 4.9 Carta From - To – Planta Baja

A continuación se establecen las distancias que existen entre cada una de las áreas a través de la siguiente matriz:

	1	2	3	4	5	6
1	…	5	5	5	10	15
2	5	…	10	10	5	10
3	5	10	…	15	10	5
4	5	10	15	…	10	5
5	10	5	10	10	…	5
6	15	10	5	5	5	…

Tabla 4.10 Matriz de distancias Planta baja

Se establece una matriz de asignación para identificar las posibles combinaciones de ubicación. En esta matriz también se identifican las áreas fijas establecidas previamente. Por lo tanto, tenemos:

MATRIZ DE ASIGNACIÓN

		1	2	3	4	5	6
A	Bodegas						
B	Despacho/Recepción Elevador						
C	Empaque/ Almacenamiento B						
D	Línea Bizcochos						
E	Horneo y Desmolde						
F	Fijo						

Tabla 4.11 Matriz de asignación Planta baja

Por último se estableció una matriz de relaciones, en donde cada celda asignada posee una fórmula que calcula la distancia total para cada combinación establecida.

El objetivo del método aplicado es minimizar la distancia total recorrida, a través de las posibles combinaciones de la distribución de las áreas. Para encontrar la ubicación que minimice dicho recorrido se utilizó la herramienta Solver, de lo cual se obtuvo el siguiente resultado:

Bodegas	Despacho/ Recepción/ Elevador	Empaque/ Almacenamiento Bizcochos
Fijo	Línea Bizcochería	Horneo y Desmolde

Figura 4.2 Distribución QAP Planta baja

A continuación se comparará los resultados obtenidos con la aplicación del método SPL y de esta manera se escogerá la distribución más adecuada para los requerimientos de la empresa.

Rediseño de la ubicación de las áreas en la Planta Baja utilizando método SPL

Para realizar el rediseño con este método primero se procedió a definir el grado de relación y las razones para que los departamentos se encuentren cerca, quedando de la siguiente manera:

3. Grado de relación

Valor	No Valor	No. Líneas	Cercanía
A	4		Absolutamente necesario
E	3		De especial importancia
I	2		Importante
O	1		Poco Importante
U	0		Sin importancia
X	– 2		No deseable

4. Razones (importancia de la relación)

Cod.	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Supervisión
3	Fácilo Acceso
4	Grado de contacto comunicativo
5	Conveniencia
6	Uso de los mismos equipos
7	Uso del mismo personal
8	Contaminación
9	Flujo de personas

Tabla 4.12 Grado y razones de importancia de la relación Planta baja

Una vez realizada las respectivas definiciones se realizó el diagrama de relaciones:

Diagrama de relaciones Planta Baja

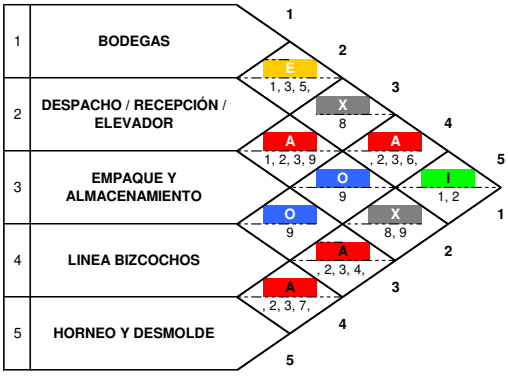


Figura 4.3 Diagrama de relaciones Planta baja

A continuación se presentan las posibles ubicaciones de las áreas que cumplan con los criterios que propone la matriz de relaciones, teniendo presente que existen áreas fijas, cuya ubicación no se puede modificar.

Se establece en primera instancia una combinación entre las áreas que se permite mover en un diagrama de bloques y luego un ajuste a la medida real de dichas áreas.

Debido a las ubicaciones fijas y los criterios indicados por la matriz de relaciones, se presentan únicamente dos propuestas para la ubicación de las áreas. A pesar que son áreas fijas, se cumple la cercanía entre las áreas de despacho-recepción y empaque-almacenamiento.

Distribución 1

En la primera distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Despacho y recepción – Bodegas
- Línea bizcochos – Horneo y desmolde
- Horneo y desmolde – Empaque y almacenamiento

No cumple con la cercanía entre:

- Bodegas y Línea de bizcochos

Siendo así:

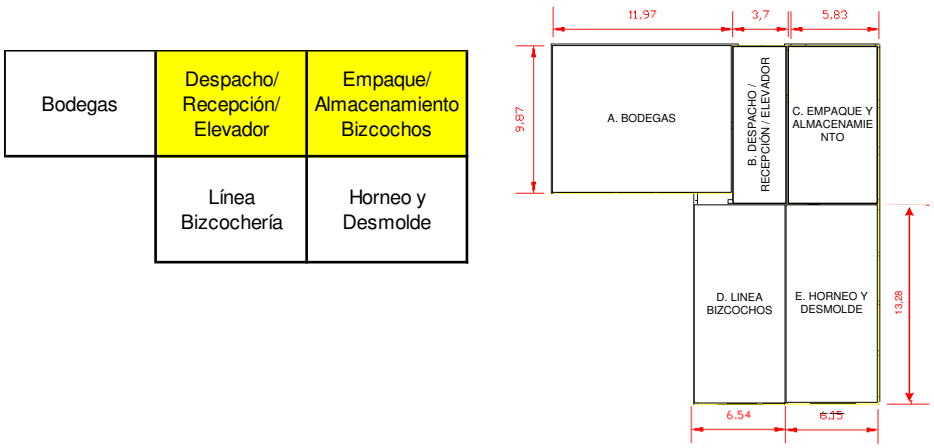


Figura 4.4 Ajuste a dimensiones reales Distribución 1 – Planta baja

Evaluando las distribuciones de acuerdo al número de movimientos indicados en la Carta From - To de áreas de la planta baja y la distancia que se recorrería entre las áreas, se obtiene lo siguiente:

DISTRIBUCIÓN 1			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	1300	8.225	8323.7
A-C	44	12.99	2857.8
A-D	132	18.77	4129.4
B-C	8	4.765	419.32
B-D	770	13.385	1766.82
C-E	242	11.965	13831.54
D-E	1122	6.345	2087.505
			33416.085

Tabla 4.13 Análisis carga mensual Distribución 1 Planta Baja

Distribución 2

En la segunda propuesta de distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Despacho y recepción – Bodegas
- Bodegas – Horneo y desmolde
- Horneo y desmolde – Empaque y almacenamiento

No cumple con la cercanía entre:

- Bodegas – Línea de bizcochos
- Línea bizcochos – Horneo y desmolde

A continuación se muestra la ubicación.

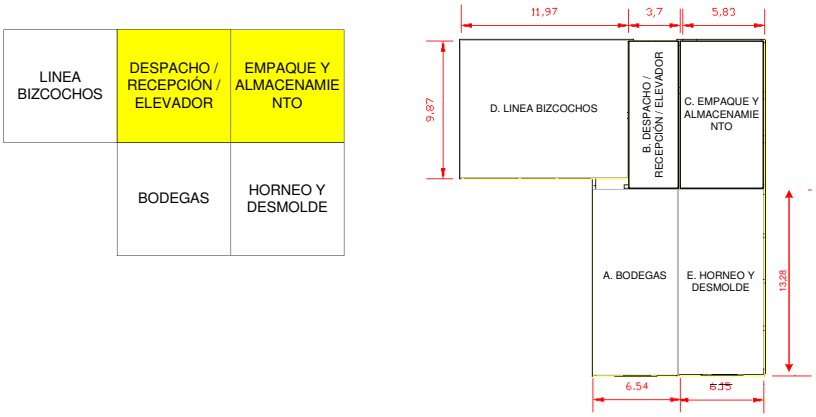


Figura 4.5 Ajuste a dimensiones reales Distribución 2 – Planta baja

La distancia que se recorrería entre las áreas es la siguiente:

DISTRIBUCIÓN 2			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	1300	13.385	13545.62
A-C	44	12.32	2710.4
A-D	132	18.77	4129.4
B-C	8	4.765	419.32
B-D	770	8.225	1085.7
C-E	242	11.965	13831.54
D-E	1122	25.115	8262.835
			43984.815

Tabla 4.14 Análisis carga mensual Distribución 2 Planta Baja

Los resultados demuestran que la primera distribución representa menor carga mensual, por lo que se recomienda utilizar dicha distribución. Cabe recalcar que dicha distribución coincide con el resultado obtenido mediante el método QAP.

Resultado obtenido

QAP

Bodegas	Despacho/ Recepción/ Elevador	Empaque/ Almacenamiento Bizcochos
Fijo	Línea Bizcochería	Horneo y Desmolde

SPL

BODEGAS	DESPACHO / RECEPCIÓN / ELEVADOR	EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO
	LINEA BIZCOCHOS	HORNEO Y DESMOLDE

Figura 4.6 Comparación entre método QAP y SPL Planta baja

Planta Alta

Para el análisis de la distribución de la planta alta mediante el método QAP y SPL se tomarán las siguientes áreas:

Baños, vestidores y comedor
Material de limpieza y lavaderos
Elevador y escaleras
Línea Panadería
Leudo Y Horneo
Línea Pastelería y Cocina

Tabla 4.15 Áreas Planta alta

Rediseño de la ubicación de las áreas en la Planta Alta utilizando método QAP

Para la evaluación de la planta alta se inició identificando el espacio disponible. El gráfico a continuación muestra la disposición de las áreas para el efecto del estudio.

1	2
3	4
5	6
7	8

Figura 4.7 Áreas disponibles
Planta Alta

Luego se elaboró la Carta From - To de las áreas asignadas a esta planta, en la que se muestran los movimientos existentes entre ellas (frecuencia mensual):

From To Planta Alta	Baños, vestidores y comedor	Material de limpieza y lavaderos	Elevador y escaleras	Línea Panadería	Leudo y Horneo	Línea Pastelería y Cocina	FIJO	FIJO	TOTAL
Baños, vestidores y comedor			462	132		132			**726**
Material de limpieza y lavaderos		…				44			**44**
Elevador y escaleras	550		…	66		88			**704**
Línea Panadería	88		66	…	1156				**1310**
Leudo Y HORNEO			1156		…				**1156**
Línea Pastelería y Cocina	88	44	241		153	…			**526**
FIJO							…		**0**
FIJO								…	
TOTAL	**726**	**44**	**1925**	**198**	**1309**	**264**	**0**	**0**	

Tabla 4.16 Carta From - To – Planta Alta

A continuación se establecen las distancias que existen entre cada una de las áreas a través de la siguiente matriz:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	…	5	5	10	10	15	15	20
2	5	…	10	5	15	10	20	15
3	5	10	…	5	5	10	10	15
4	10	5	5	…	10	5	15	10
5	10	15	5	10	…	5	5	10
6	15	10	10	5	5	…	10	5
7	15	20	10	15	5	10	…	5
8	20	15	10	10	10	5	5	…

Tabla 4.17 Matriz de distancias Planta alta

De igual manera se estableció una matriz de asignación para identificar las posibles combinaciones de ubicación. En esta matriz también se identifican las áreas fijas establecidas previamente.

Por último se estableció una matriz de relaciones, en donde cada celda asignada posee una fórmula que calcula la distancia total para cada combinación establecida.

El resultado obtenido es el siguiente:

BAÑOS VESTIDORES COMEDOR	BODEGA DE LIMPIEZA
PASTELERÍA Y COCINA	ELEVADOR Y ESCALERAS
	LEUDO Y HORNEO
	PANADERÍA

Figura 4.8 Distribución QAP Planta Alta

A continuación se comparará los resultados obtenidos con la aplicación del método SPL y de esta manera se escogerá la distribución más adecuada para los requerimientos de la empresa.

Rediseño de la ubicación de las áreas en la planta Alta utilizando método SPL

Para aplicar este método en la planta alta se consideraron los mismos grados de relación y las mismas razones que para la planta baja.

El diagrama de relaciones queda de la siguiente manera:

Figura 4.9 Diagrama de relaciones Planta alta

De acuerdo al método de SPL se han considerado las siguientes combinaciones de las áreas, teniendo presente que existen áreas fijas, y por lo tanto no es posible modificar la ubicación de esas áreas.

Se establece en primera instancia una combinación entre las áreas que se permite mover en un diagrama de bloques y luego un ajuste a la medida real de dichas áreas.

Distribución 1

En la primera distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Cocina y Pastelería – Bodega de Limpieza y Lavadero
- Panadería – Leudo y Horneo
- Elevador y escaleras – Cocina y Pastelería

- Elevador y escaleras – Leudo y Horneo

No cumplen la cercanía las áreas:

- Panadería – Elevador y escaleras.
- Cocina y Pastelería – Leudo y Almacenamiento.

A continuación se muestra la ubicación.

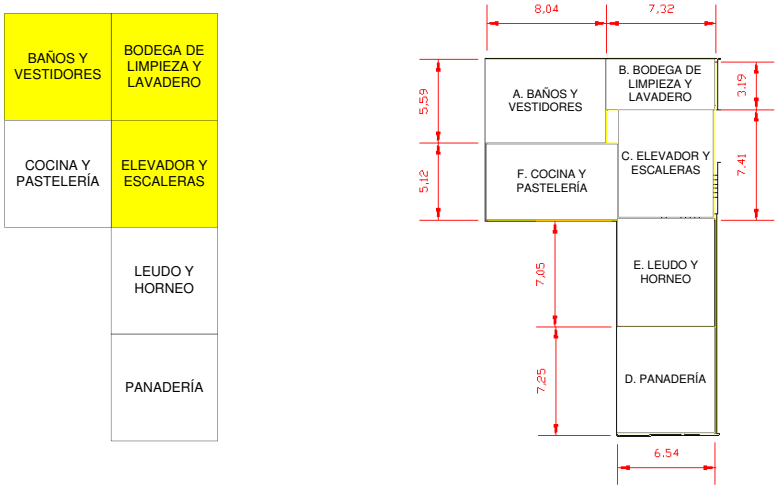


Figura 4.10 Ajuste a dimensiones reales Distribución 1 – Planta alta

La distancia que se recorrería entre las áreas es la siguiente:

DISTRIBUCIÓN 1			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-C	1012	14.965	15144.58
A-D	220	26.66	5865.2
A-F	220	5.355	1178.1
B-F	88	13.455	1184.04
C-D	132	14.38	1898.16
C-E	1156	7.23	8357.88
C-F	329	8.435	2775.115
D-E	1156	7.15	8265.4
E-F	153	13.375	2046.375
			46714.85

Tabla 4.18 Análisis carga mensual Distribución 1 Planta Alta

Distribución 2

En la segunda propuesta de distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Cocina y Pastelería – Bodega de Limpieza y Lavadero
- Cocina y Pastelería – Elevador y escaleras
- Panadería – Leudo y Horneo
- Panadería – Elevador y escaleras

No cumplen la cercanía las áreas:

- Cocina – Leudo y Horneo
- Leudo y Horneo – Elevador y escaleras

A continuación se muestra la ubicación.

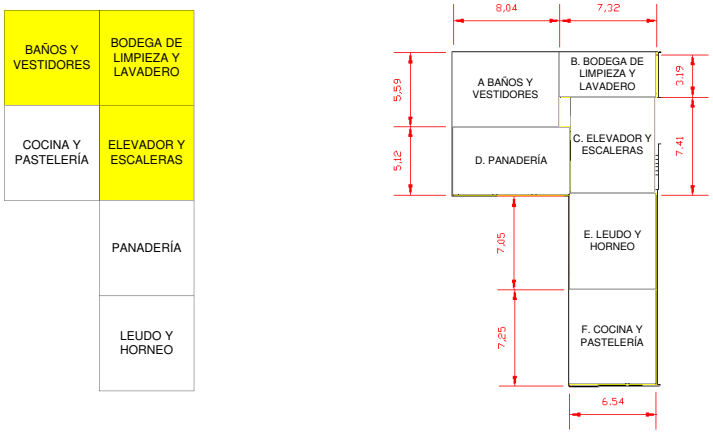


Figura 4.11 Ajuste a dimensiones reales Distribución 2 Planta alta

La distancia que se recorrería entre las áreas es la siguiente:

DISTRIBUCIÓN 2			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-C	1012	14.965	15144.58
A-D	220	5.355	1178.1
A-F	220	26.66	5865.2
B-F	88	19.68	1731.84
C-D	132	8.435	1113.42
C-E	1156	7.23	8357.88
C-F	329	14.38	4731.02
D-E	1156	13.765	15912.34
E-F	153	7.15	1093.95
			55128.33

Tabla 4.19 Análisis carga mensual Distribución 2 Planta alta

Distribución 3

En la tercera propuesta de distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Cocina y Pastelería – Leudo y Horneo
- Elevador y escaleras – Leudo y Horneo
- Elevador y escaleras – Panadería

No cumplen con la cercanía las áreas:

- Cocina – Bodega de Limpieza
- Panadería – Elevador y escaleras.

Desventaja:

- Panadería próxima a Bodega de limpieza y lavadero, lo que no es recomendable.

La ubicación sería de la siguiente manera:

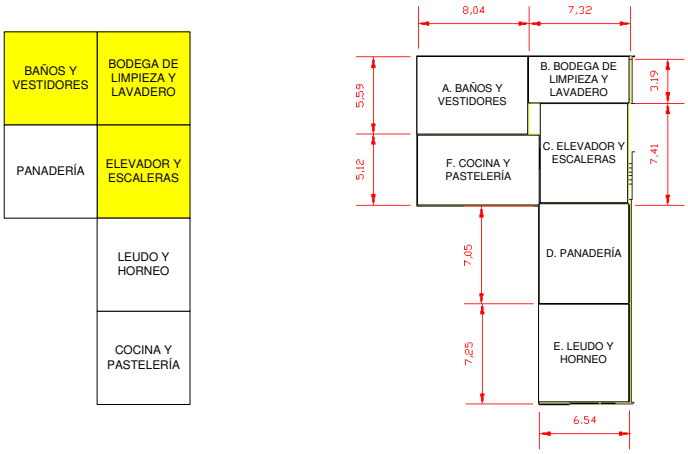


Figura 4.12 Ajuste a dimensiones reales Distribución 3 Planta alta

De acuerdo a esta ubicación la distancia que se recorrería entre las áreas es la siguiente:

DISTRIBUCIÓN 3			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-C	1012	14.965	15144.58
A-D	220	26.66	5865.2
A-F	220	5.355	1178.1
B-F	88	13.845	1218.36
C-D	132	7.23	954.36
C-E	1156	14.38	16623.28
C-F	329	8.825	2903.425
D-E	1156	7.15	8265.4
E-F	153	20.525	3140.325
			55293.03

Tabla 4.20 Análisis carga mensual Distribución 3 Planta alta

De acuerdo a los resultados obtenidos la primera distribución propuesta representa la menor cantidad de carga mensual para las áreas de la planta alta. Esta distribución es también la sugerida por QAP.

Resultado obtenido

QAP

BAÑOS VESTIDORES COMEDOR	BODEGA DE LIMPIEZA
PASTELERÍA Y COCINA	ELEVADOR Y ESCALERAS
	LEUDO Y HORNEO
	PANADERÍA

SPL

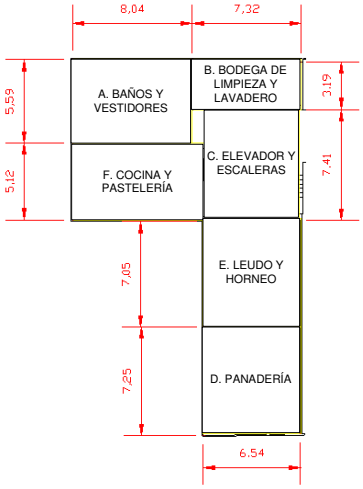


Figura 4.13 Comparación entre método QAP y SPL Planta Alta

El mismo ejercicio se realizará para cada una de las áreas definidas.

Línea Bizcochería

Para el análisis de la distribución de la Línea Bizcochería mediante el método QAP y SPL se tomarán las siguientes áreas:

Batido
Pesaje
Llenado
Cámara de Refrigeración
Coches
Entrada
Salida

Tabla 4.21 Áreas Bizcochería

Rediseño de la ubicación de la Línea Bizcochería utilizando método QAP

El espacio disponible para cada sección de la línea es el siguiente:

1	2
3	4
5	6
7	8

Figura 4.14 Áreas disponibles

Las áreas sombreadas corresponden a la asignación fija para entrada y salida de la línea y un espacio disponible.

La Carta From - To en la que se muestran los movimientos se muestra a continuación:

From To Bizcochería	Batido	Pesaje	Llenado	Cámara de Refrigeración	Coches	Entrada	Salida	FIJO	**TOTAL**
Batido	--	0	1122	0	0	0	0	0	**1122**
Pesaje	3366	--	0	0	0	66	0	0	**3432**
Llenado	1122	0	--	0	6311	0	0	0	**7433**
Cámara de Refrigeración	0	16	0	--	0	1	0	0	**17**
Coches	0	0	6311	0	--	0	1052	0	**7363**
Entrada	0	66	0	1	0	--	0	0	**67**
Salida	0	0	0	0	1052	0	--	0	**1052**
FIJO	0	0	0	0	0	0	0	…	**0**
TOTAL	**4488**	**82**	**7433**	**1**	**7363**	**67**	**1052**	**0**	

Tabla 4.22 Carta From - To – Bizcochería

A continuación se establecen las distancias en la siguiente matriz:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	…	5	5	10	10	15	15	20
2	5	…	10	5	15	10	20	15
3	5	10	…	5	5	10	10	15
4	10	5	5	…	10	5	15	10
5	10	15	5	10	…	5	5	10
6	15	10	10	5	5	…	10	5
7	15	20	10	15	5	10	…	5
8	20	15	10	10	10	5	5	…

Tabla 4.23 Matriz de distancias Bizcochería

Luego de establecer la matriz de asignación y la matriz de relaciones, el resultado obtenido es el siguiente:

entrada	camara
pesaje	
batidoras	salida
llenado	coches

Figura 4.15 Distribución QAP Bizcochería

Con este resultado se obtiene el mínimo recorrido por cada sección de la matriz.

Rediseño de la ubicación de la Línea Bizcochería utilizando método SPL

Las razones de importancia de cercanía que se han determinado son:

Razones (importancia de la relación)

Cod.	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de personas
3	Supervición
4	Fácil acceso
5	Uso de los mismos equipos
6	Uso del mismo personal
7	Uso de las mismas instalaciones
8	Contaminación

Tabla 4.24 Razones de importancia de la relación

Se obtuvo el siguiente diagrama de relaciones:

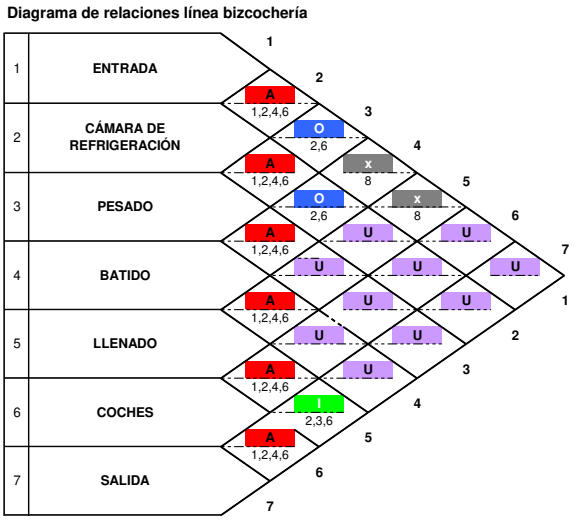


Figura 4.16 Diagrama de relaciones Bizcochería

Para ubicar las áreas se define como áreas fijas la entrada y salida de la línea. Al ubicar las áreas de acuerdo a las indicaciones del diagrama se obtuvo una única propuesta de distribución que cumple con los criterios y ajustando a las medidas reales se tiene lo siguiente:

entrada	camara
pesaje	
batidoras	salida
llenado	coches

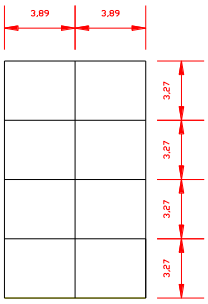


Figura 4.17 Ajuste a dimensiones reales bizcochería

Ajustado a las medidas reales la distancia que se recorrería entre las áreas es la siguiente:

DISTRIBUCIÓN LINEA DE BIZCOCHERÍA			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	3366	3.89	13093.74
A-C	2244	3.27	7337.88
B-D	16	10.43	166.88
B-F	132	9.81	1294.92
C-E	12622	6.54	82547.88
D-F	2	7.16	14.32
E-G	2104	7.16	15064.64
			106426.52

Tabla 4.25 Análisis de carga mensual – Bizcochería

Este resultado es igual a la distribución propuesta por el método QAP.

Resultado obtenido

QAP

entrada	camara
pesaje	
batidoras	salida
llenado	coches

SPL

entrada	camara
pesaje	
batidoras	salida
llenado	coches

Figura 4.18 Comparación entre métodos QAP y SPL Bizcochería

Bodegas

Para el análisis de la distribución de las Bodegas mediante el método QAP y SPL se tomarán las siguientes áreas:

Entrada Recepción
Bodega Secos
Bodega Refrigerados
Bodega de Huevos
Bodega Material de Empaque
Salida a Líneas

Tabla 4.26 Áreas de bodega

Rediseño de la ubicación de la Bodegas utilizando método QAP

El espacio disponible para cada sección de la línea es la siguiente:

1	2	3
4	5	6

Figura 4.19 Áreas disponibles

Las áreas sombreadas corresponden a la asignación fija para entrada y salida de la línea.

La Carta From - To de Bodegas se muestra a continuación:

From To Bodegas	Entrada Recepción	Bodega Secos	Bodega Refrigerados	Bodega de Huevos	Bodega Material de Empaque	Salida a Líneas	Total
Entrada Recepción		230	13	858	20	0	1121
Bodega Secos	0		0	0	0	506	506
Bodega Refrigerados	0	0		0	0	44	44
Bodega de Huevos	0	0	0		0	132	132
Bodega Material de Empaque	0	0	0	0		44	44
Salida a Líneas	0	0	0	0	0		0
BPT	**0**	**230**	**13**	**858**	**20**	**726**	

Tabla 4.27 Carta From - To – Bodegas

A continuación se establecen las distancias en la siguiente matriz:

	1	2	3	4	5	6
1	...	5	5	5	10	15
2	5	...	10	10	5	10
3	5	10	...	15	10	5
4	5	10	15	...	10	5
5	10	5	10	10	...	5
6	15	10	5	5	5	...

Tabla 4.28 Matriz de distancias

Luego de establecer la matriz de asignación y la matriz de relaciones, el resultado obtenido es el siguiente:

Refrigerado	Huevos	Entrada/ Recepción
Empaque	Secos	Salida líneas

Figura 4.20 Distribución QAP – Bodegas

Con este resultado se obtiene el mínimo recorrido por cada sección de la matriz.

Rediseño de la ubicación de la Bodegas utilizando método SPL

Las razones de importancia de cercanía establecidas son:

Razones (importancia de la relación)

Cod.	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de personas
3	Supervición
4	Fácil acceso
5	Uso de los mismos equipos
6	Uso del mismo personal
7	Uso de las mismas instalaciones
8	Frecuencia de recepción

Tabla 4.29 Razones de importancia para la relación

Se obtuvo el siguiente diagrama de relaciones:

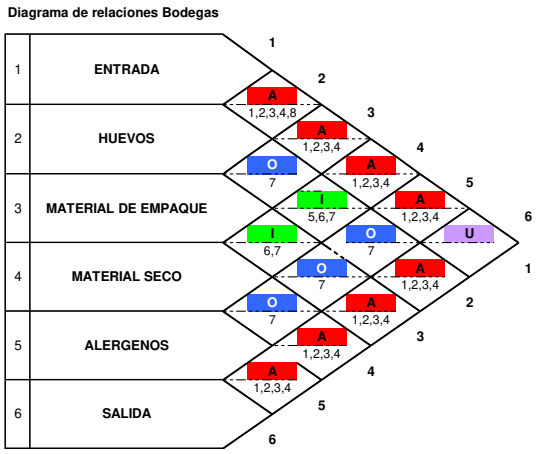


Figura 4.21 Diagrama de relaciones de bodegas

Al ubicar las áreas de acuerdo a las indicaciones del diagrama se obtuvieron las siguientes propuestas de distribución que cumplen en lo posible con los criterios:

Distribución 1

En la primera distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Huevos – Entrada
- Material de empaque – Entrada
- Material de empaque – Salida
- Secos – Salida

No cumple con la cercanía entre:

- Huevos – Secos
- Alérgenos – Entrada
- Alérgenos – Salida

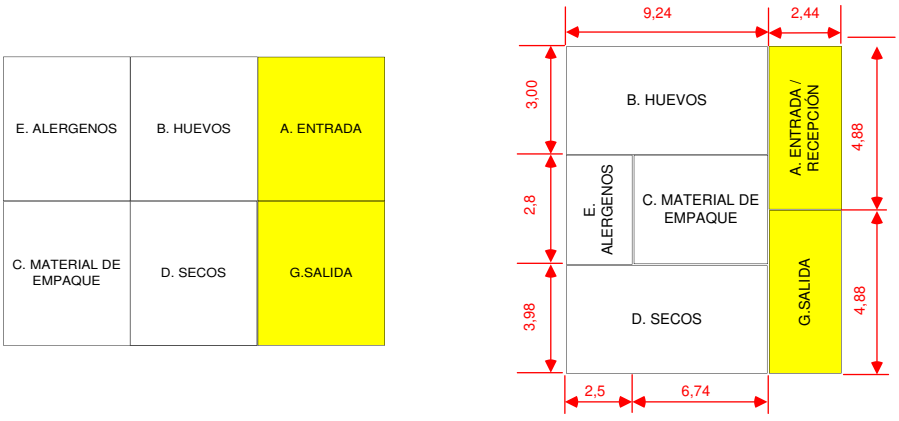


Figura 4.22 Ajuste a dimensiones reales Distribución 1

Evaluando dicha distribución de acuerdo al número de movimientos indicados en la Carta From - To y la distancia que se recorrería entre la entrada y la salida de cada bodega, se obtiene el siguiente resultado:

BODEGAS - DISTRIBUCIÓN 1			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	230	6.78	1559.4
A-C	13	6.35	82.55
A-D	858	11.67	10012.86
A-E	20	11.17	223.4
B-F	506	11.66	5899.96
C-F	44	7.03	309.32
D-F	132	6.29	830.28
E-F	44	11.65	512.6
			19430.37

Tabla 4.30 Análisis carga mensual – Distribución 1 Bodegas

Distribución 2

En la segunda propuesta de distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Huevos – Entrada
- Alérgenos – Entrada
- Alérgenos – Salida
- Secos – Salida

No cumple con la cercanía entre:

- Huevos – Secos
- Material de empaque – Entrada

- Material de empaque – Salida

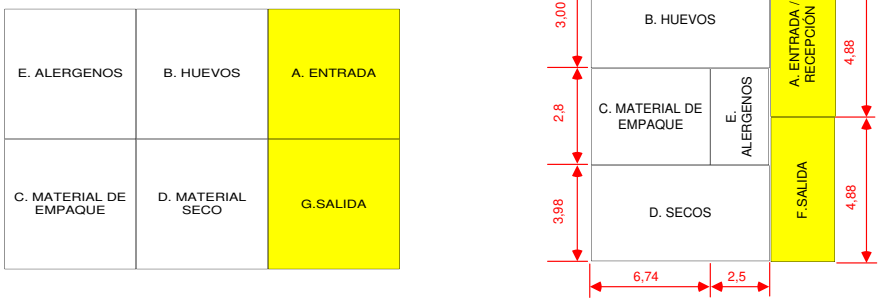


Figura 4.23 Ajuste a dimensiones reales Distribución 2

Evaluando dicha distribución de acuerdo al número de movimientos indicados en la Carta From - To y la distancia que se recorrería entre la entrada y la salida de cada bodega, se obtiene el siguiente resultado:

BODEGAS - DISTRIBUCIÓN 2			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	230	6.78	1559.4
A-C	13	9.05	117.65
A-D	858	11.67	10012.86
A-E	20	4.43	88.6
B-F	506	11.66	5899.96
C-F	44	9.53	419.32
D-F	132	6.29	830.28
E-F	44	4.91	216.04
			19144.11

Tabla 4.31 Análisis carga mensual – Distribución 2 Bodegas

Distribución 3

En la tercera propuesta de distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Huevos – Entrada
- Secos – Entrada

- Secos – Salida
- Material de empaque – Salida

No cumple con la cercanía entre:

- Alérgenos – Entrada
- Alérgenos – Salida

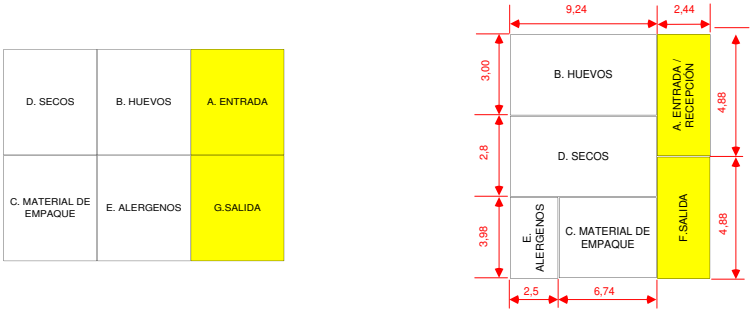


Figura 4.24 Ajuste a dimensiones reales Distribución 3

Evaluando dicha distribución de acuerdo al número de movimientos indicados en la Carta From - To y la distancia que se recorrería entre la entrada y la salida de cada bodega, se obtiene el siguiente resultado:

BODEGAS - DISTRIBUCIÓN 3			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	230	6.78	1559.4
A-C	13	10.42	135.46
A-D	858	8.28	7104.24
A-E	20	15.04	300.8
B-F	506	11.66	5899.96
C-F	44	5.04	221.76
D-F	132	8.28	1092.96
E-F	44	9.66	425.04
			16739.62

Tabla 4.32 Análisis carga mensual – Distribución 3 Bodegas

Los resultados del análisis de Carga – Distancia indican la tercera distribución representa la menor carga mensual.

Resultado obtenido

QAP

Refrigerado	Huevos	Entrada/ Recepción
Empaque	Secos	Salida líneas

SPL

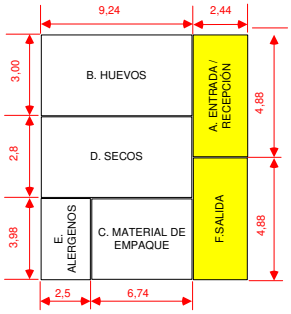


Figura 4.25 Comparación de métodos QAP y SPL Bodegas

Horneo y Desmolde

El análisis de esta área se realizará únicamente con la utilización del método SPL, para lo cual se tomaron las siguientes secciones:

Entrada
Horno
Desmolde
Salida

Tabla 4.33 Áreas horneo y desmolde

Las razones de importancia de cercanía son las siguientes:

Razones (importancia de la relación)

Cod.	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de personas
3	Supervición
4	Fácil acceso
5	Uso del mismo personal
6	Uso de las mismas instalaciones

Tabla 4.34 Razones de importancia de la relación

Se obtuvo el siguiente diagrama de relaciones:

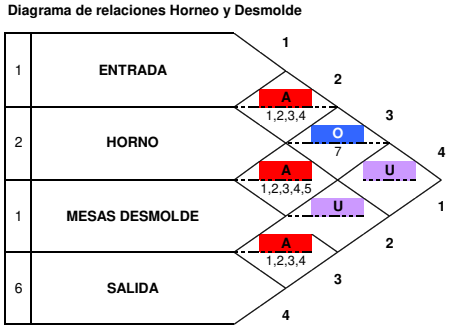


Figura 4.26 Diagrama de relaciones horneo y desmolde

Para ubicar las áreas se define como áreas fijas la entrada del producto en proceso que llega desde la línea de bizcochería.

Inicialmente se obtuvo una sola propuesta debido a que se consideran todos los espacios del mismo tamaño, pero con las medidas reales se pudo conseguir una opción más de distribución.

<u>Distribución 1</u>

En la primera distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Entrada – Horneo
- Horneo – Mesas de desmolde
- Mesas de empaque – Salida
- Secos – Salida

De acuerdo a esta distribución, la ubicación cumple con todos los criterios de cercanía.

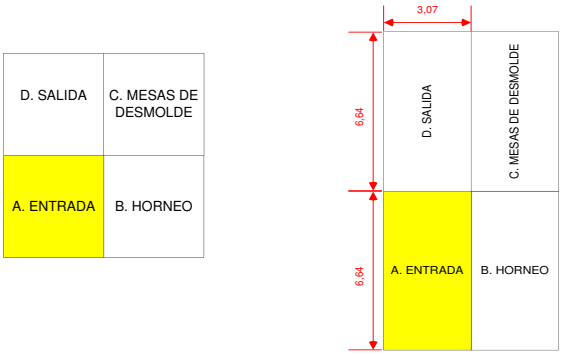


Figura 4.27 Ajuste a dimensiones reales Distribución 1

Evaluando la distribución de acuerdo al número de movimientos indicados en la Carta From - To de Horneo y Desmolde y la distancia que se recorrería entre cada área se obtiene el siguiente resultado:

HORNEO Y DESMOLDE - DISTRIBUCIÓN 1			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	1052	3.07	3229.64
A-C	1052	9.71	10214.92
B-C	1052	6.64	6985.28
C-D	526	3.07	1614.82
			22044.66

Tabla 4.35 Análisis carga mensual Distribución 1
Horneo y desmolde

Distribución 2

En la segunda propuesta de distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Entrada – Horneo
- Horneo – Mesas de desmolde

- Mesas de empaque – Salida
- Secos – Salida

Al igual que la primera distribución, la ubicación cumple con todos los criterios de cercanía.

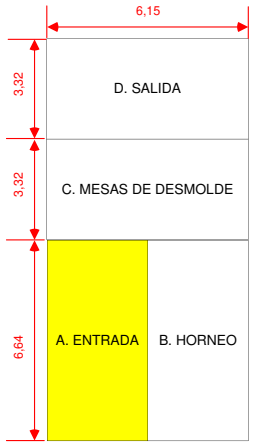


Figura 4.28 Ajuste a dimensiones reales Distribución 2

Evaluando la distribución se obtiene el siguiente resultado:

HORNEO Y DESMOLDE - DISTRIBUCIÓN 2			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	1052	3.07	3229.64
A-C	1052	6.515	6853.78
B-C	1052	6.515	6853.78
C-D	526	3.32	1746.32
			18683.52

Tabla 4.36 Análisis carga mensual Distribución 2
Horneo y desmolde

Se obtiene entonces que la segunda distribución propuesta representa la menor carga mensual en el área de horneo y desmolde.

Resultado obtenido

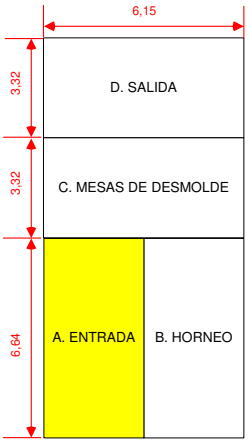


Figura 4.29 Distribución seleccionada Horneo y desmolde

Empaque/Almacenamiento de Bizcochos

De igual manera para el análisis de esta área se utilizará el método SPL:

Entrada
Mesa de Empaque
Cámara de Almacenamiento
Salida

Tabla 4.37 Área de empaque y almacenamiento

Las razones de importancia de cercanía que se consideran en este caso son las siguientes:

Cod.	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de personas
3	Supervición
4	Fácil acceso
5	Uso del mismo personal
6	Contaminación

Tabla 4.38 Razones de importancia de la relación

Se obtuvo el siguiente diagrama de relaciones:

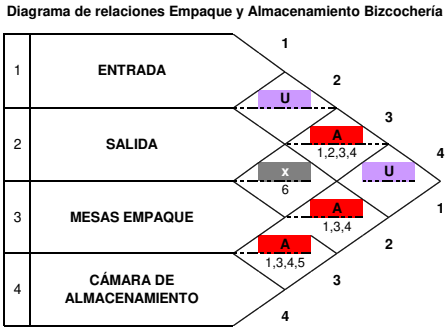


Figura 4.30 Diagrama de relaciones Empaque y almacenamiento

Para ubicar las áreas se consideran áreas fijas la entrada y la salida de empaque y almacenamiento, por lo cual se puede obtener sólo dos propuestas de distribución.

Para ambas distribuciones se ha considerado la cercanía en entre las áreas:

- Entrada – Mesa de empaque
- Mesa de empaque – Cámara de almacenamiento
- Cámara de almacenamiento - Salida

Distribución 1

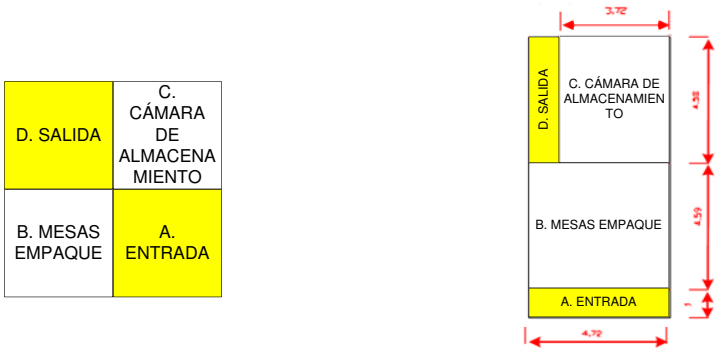


Figura 4.31 Ajuste de dimensiones reales Distribución 1 Empaque y almacenamiento

Evaluando la distribución se obtiene el siguiente resultado:

EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO - DISTRIBUCIÓN 1			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	242	2.795	676.39
B-C	8	5.085	40.68
C-D	8	2.36	18.88
			735.95

Tabla 4.39 Análisis carga mensual Distribución 1
Empaque y almacenamiento

Distribución 2

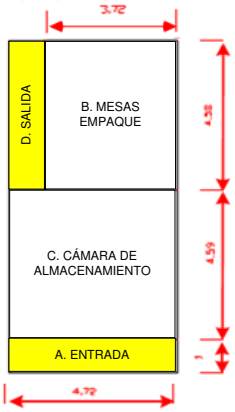


Figura 4.32 Ajuste de dimensiones reales Distribución 2 Empaque y almacenamiento

Evaluando la distribución se obtiene el siguiente resultado:

EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO - DISTRIBUCIÓN 2			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	242	7.38	1785.96
B-C	8	4.585	36.68
C-D	8	6.445	51.56
			1874.2

Tabla 4.40 Análisis carga mensual Distribución 2
Empaque y almacenamiento

De acuerdo a este análisis la distribución con un menor recorrido es la primera.

Resultado obtenido

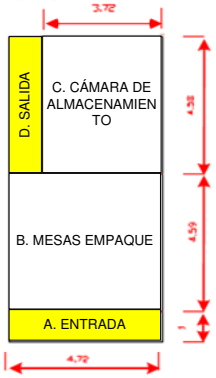


Figura 4.33 Distribución seleccionada Empaque y almacenamiento

Línea Pastelería

Para el análisis de la distribución de la Línea Pastelería mediante el método QAP y SPL se considerarán las siguientes secciones:

Cocina
Pesaje
Batido y llenado
Decorado y empaque
Entrada
Salida

Tabla 4.41 Áreas pastelería

Rediseño de la ubicación de la Línea Pastelería utilizando método QAP

El espacio disponible para cada sección de la línea es el siguiente:

1	2	3
4	5	6

Figura 4.34 Áreas disponibles Pastelería

Las áreas sombreadas corresponden a la asignación fija para entrada y salida de la línea.

La Carta From - To se muestra a continuación:

From To Pastelería	Cocina	Pesaje	Batido y llenado	Decorado y empaque	Entrada	Salida	Total
Cocina				154			154
Pesaje			308				308
Batido y llenado						154	154
Decorado y empaque						924	924
Entrada	154	308		924			1386
Salida				154			154
BPT	154	308	308	1232	0	1078	

Tabla 4.42 Carta From - To – Pastelería

A continuación se establecen las distancias en la siguiente matriz:

	1	2	3	4	5	6
1	…	5	10	5	10	15
2	5	…	5	10	5	10
3	10	5	…	15	10	5
4	5	10	15	…	5	10
5	10	5	10	5	…	5
6	15	10	5	10	5	…

Tabla 4.43 Matriz de distancias Pastelería

Luego de establecer la matriz de asignación y la matriz de relaciones, el resultado obtenido es el siguiente:

Pesaje	Cocina	Entrada/ Recepción
Batido y Llenado	Decorado y Empaque	Salida líneas

Figura 4.35 Distribución QAP Panadería

Con este resultado se obtiene el mínimo recorrido por cada sección de la matriz.

Rediseño de la ubicación de Pastelería utilizando método SPL

Las razones de importancia de cercanía son las siguientes:

Razones (importancia de la relación)

Cod.	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de personas
3	Supervición
4	Fácil acceso
5	Uso del mismo personal
6	Uso de las mismas instalaciones

Tabla 4.44 Razones de la importancia de la relación

Se obtuvo el siguiente diagrama de relaciones:

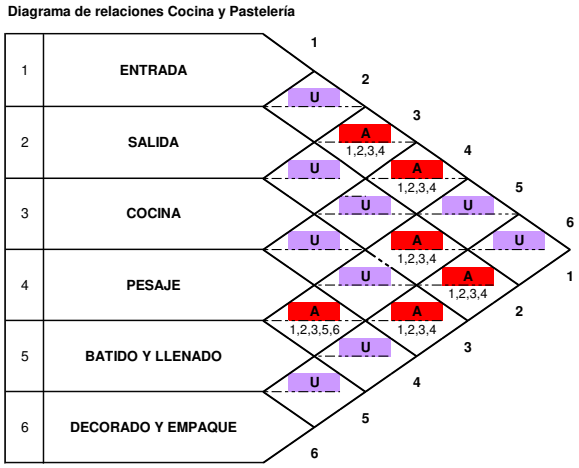


Figura 4.36 Matriz de relaciones Pastelería

Para ubicar las áreas se consideran áreas fijas la entrada y la salida de la línea. Se obtuvieron las siguientes propuestas de distribución que cumplen con los criterios:

Distribución 1

En la primera distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Entrada – Cocina
- Cocina – Decorado y empaque
- Decorado y empaque - Salida
- Pesaje – Batido y llenado

No cumple la cercanía entre las áreas:

- Entrada – Pesaje
- Batido y llenado – Salida

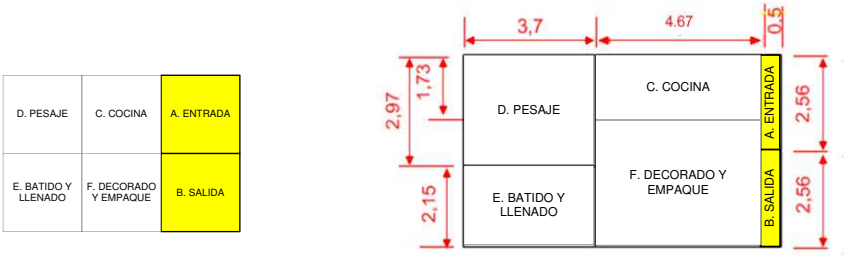


Figura 4.37 Ajuste de dimensiones reales Distribución 1 Pastelería

Evaluando esta distribución obtenemos lo siguiente:

COCINA Y PASTELERÍA - DISTRIBUCIÓN 1			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-C	154	3	462
A-D	308	4.39	1352.12
A-F	924	4.73	4370.52
B-E	154	6.975	1074.15
B-F	1078	3	3234
C-F	154	2.56	394.24
D-E	308	2.56	788.48
			10492.79

Tabla 4.45 Análisis carga mensual Distribución 1 Pastelería

Distribución 2

En la segunda propuesta de distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Entrada – Pesaje
- Pesaje – Batido y Llenado
- Batido y llenado – Salida
- Cocina – Decorado y empaque

No cumple la cercanía entre las áreas:

- Entrada – Cocina
- Decorado y empaque – Salida

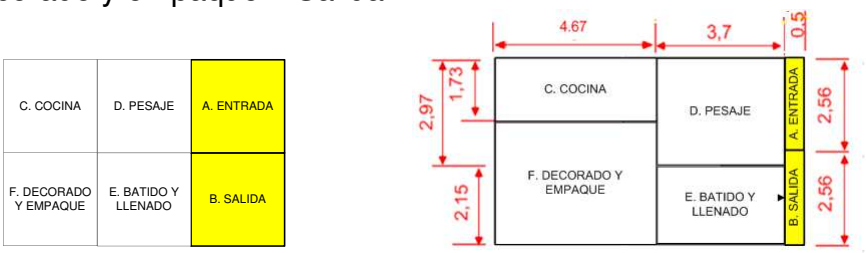


Figura 4.38 Ajuste de dimensiones reales Distribución 2 Pastelería

Evaluando esta distribución obtenemos lo siguiente:

COCINA Y PASTELERÍA - DISTRIBUCIÓN 2			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-C	154	4.39	676.06
A-D	308	2.79	859.32
A-F	924	9.745	9004.38
B-E	154	2.305	354.97
B-F	1078	6.7	7222.6
C-F	154	2.56	394.24
D-E	308	2.56	788.48
			18117.33

Tabla 4.46 Análisis carga mensual Distribución 2 Pastelería

Distribución 3

En la tercera propuesta de distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Entrada – Pesaje
- Pesaje – Batido y Llenado
- Decorado y empaque – Salida
- Cocina – Decorado y empaque

No cumple la cercanía entre las áreas:

- Entrada – Cocina
- Batido y llenado - Salida

Aunque se puede lograr este arreglo de ubicaciones, al plantearlo con las medidas reales es poco factible realizarlo, por lo tanto no se lo debe considerar.

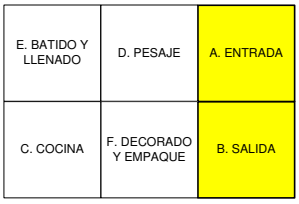


Figura 4.39 Distribución 3 - Pastelería

La distribución óptima es la primera, la cual coincide con lo sugerido con el método QAP.

Resultado obtenido

QAP

Pesaje	Cocina	Entrada/ Recepción
Batido y Llenado	Decorado y Empaque	Salida líneas

SPL

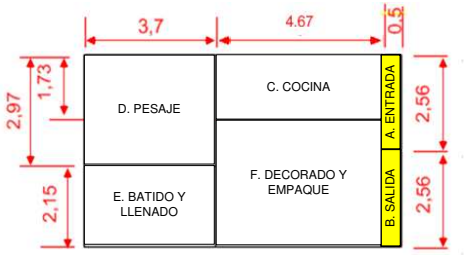


Figura 4.40 Comparación de métodos QAP y SPL Pastelería

Línea Panadería

Para el análisis de la distribución de la Línea Panadería mediante el método QAP y SPL se considerarán las siguientes secciones:

Pesaje
Amasado
Divisora
Formado
Entrada
Salida

Tabla 4.47 Áreas panadería

Rediseño de la ubicación de la Línea Panadería utilizando método QAP

El espacio disponible para cada sección de la línea es el siguiente:

1	2
3	4
6	5

Figura 4.41 Áreas disponibles Panadería

Las áreas sombreadas corresponden a la asignación fija para entrada y salida de la línea.

La Carta From - To se muestra a continuación:

From To Panadería	Pesaje	Amasado	Divisora	Formado	Entrada	Salida	Total
Pesaje		572	4290	0	22	0	4884
Amasado	858						858
Divisora				4290			4290
Formado						286	286
Entrada	22						22
Salida				286			286
BPT	880	572	4290	4576	22	286	

Tabla 4.48 Carta From - To - Panadería

A continuación se establecen las distancias en la siguiente matriz:

	1	2	3	4	5	6
1	…	5	5	10	10	15
2	5	…	10	5	15	10
3	5	10	…	5	5	10
4	10	5	5	…	10	5
5	10	15	5	10	…	5
6	15	10	10	5	5	…

Tabla 4.49 Matriz de distancias Panadería

Luego de establecer la matriz de asignación y la matriz de asignación, el resultado obtenido es el siguiente:

Entrada	Salida
Divisora	Formado
Pesaje	Amasado

Figura 4.42 Distribución QAP Panadería

Con este resultado se obtiene el mínimo recorrido por cada sección de la matriz.

Rediseño de la ubicación de Panadería utilizando método SPL

Las razones de importancia de cercanía son las siguientes:

Razones (importancia de la relación)

Cod.	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de personas
3	Supervición
4	Fácil acceso
5	Uso del mismo personal
6	Uso de las mismas instalaciones

Tabla 4.50 Razones de importancia de la relación Panadería

Se obtuvo el siguiente diagrama de relaciones:

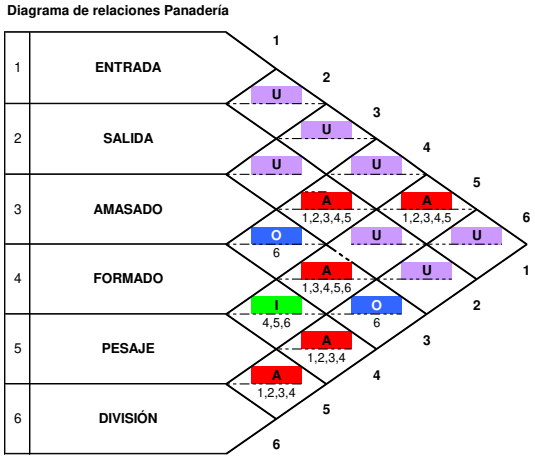


Figura 4.43 Matriz de relaciones Panadería

Para ubicar las áreas se consideran áreas fijas la entrada y la salida de la línea. Se obtuvieron las siguientes propuestas de distribución que cumplen con los criterios:

Distribución 1

En la primera distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Pesaje – Amasado
- Pesaje – División
- División - Formado
- Formado – Salida

No cumple la cercanía entre las áreas:

- Entrada – Pesaje

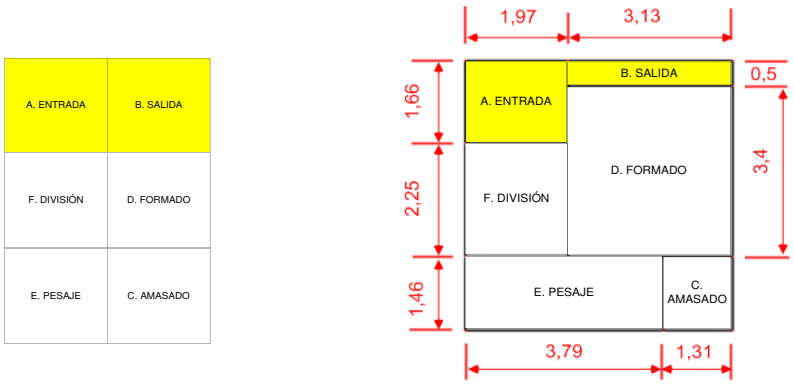


Figura 4.44 Ajuste a dimensiones reales Distribución 1 Panadería

Evaluando esta distribución obtenemos lo siguiente:

PANADERÍA - DISTRIBUCIÓN 1			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-E	88	4.72	415.36
B-D	572	1.95	1115.4
C-E	1430	2.55	3646.5
D-F	4290	3.125	13406.25
E-F	4290	2.765	11861.85
			28914.6

Tabla 4. 51 Análisis carga mensual Distribución 1 Panadería

Distribución 2

En la segunda propuesta de distribución se ha considerado la cercanía entre las áreas:

- Entrada – Pesaje
- Pesaje – Amasado
- División – Formado

No cumple la cercanía entre las áreas:

- Pesaje – División

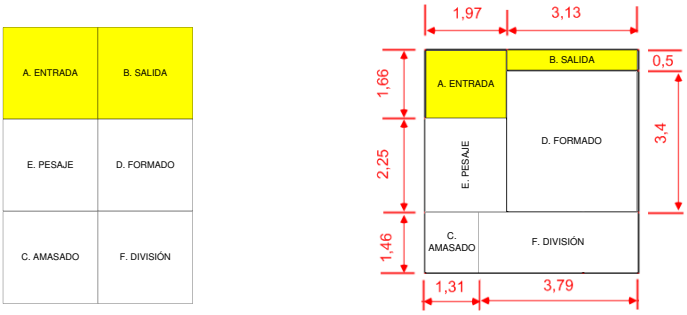


Figura 4.45 Ajuste a dimensiones reales Distribución 2 Panadería

Evaluando esta distribución obtenemos lo siguiente:

PANADERÍA - DISTRIBUCIÓN 2			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-E	88	1.955	172.04
B-D	572	1.95	1115.4
C-E	1430	2.185	3124.55
D-F	4290	2.76	11840.4
E-F	4290	4.075	17481.75
			32446.7

Tabla 4.52 Análisis carga mensual Distribución 2 Panadería

De este resultado se puede concluir que mediante el método SPL es más conveniente utilizar la primera distribución, al igual que la distribución sugerida por el método QAP.

Resultado obtenido

QAP

Entrada	Salida
Divisora	Formado
Pesaje	Amasado

SPL

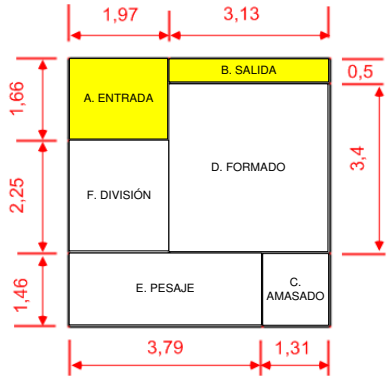


Figura 4.46 Comparación de métodos QAP y SPL Panadería

Leudo y Horneo

Este análisis se realizó únicamente a través del método SPL. Las secciones de esta área son las siguientes:

Entrada
Leudo
Horneo
Salida

Tabla 4.53 Áreas leudo y horneo

Las razones de importancia de cercanía que se consideran en este caso son las siguientes:

Razones (importancia de la relación)

Cod.	MOTIVO
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de personas
3	Supervición
4	Fácil acceso
5	Uso del mismo personal

Tabla 4.54 Razones de importancia de la relación

Se obtuvo el siguiente diagrama de relaciones:

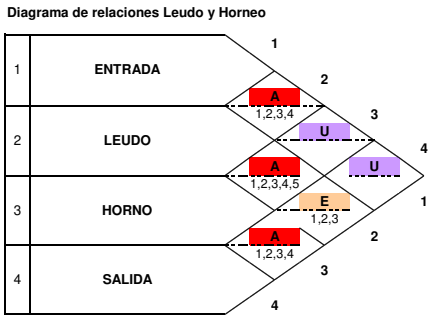


Figura 4.47 Matriz de relaciones Leudo y horneo

Para ubicar las áreas se consideran áreas fijas la entrada y la salida.

Se ha considerado la cercanía en entre las áreas:

- Entrada – Leudo
- Leudo – Horneo
- Horneo - Salida

El diagrama cumple con todos los criterios pero al mismo tiempo no es posible proponer más de una distribución.

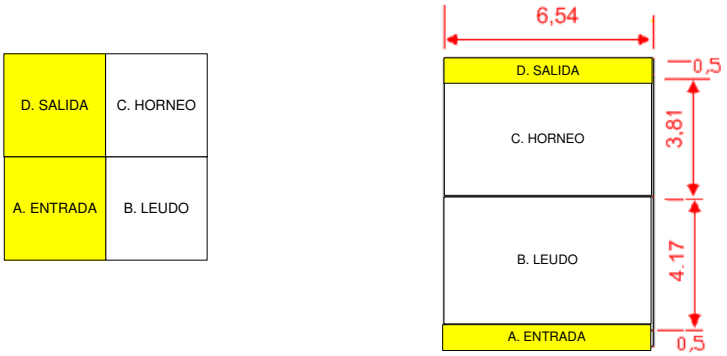


Figura 4.48 Ajuste de medidas – Leudo y Horneo

En el análisis de Carga – Distancia se obtiene la siguiente carga mensual:

LEUDO Y HORNEO - DISTRIBUCIÓN			
AREAS	**CANTIDAD DE MOVIMIENTOS**	**DISTANCIA**	**CARGA MENSUAL**
A-B	286	2.32	663.52
A-C	154	6.325	974.05
B-C	286	3.975	1136.85
B-D	143	6.145	878.735
C-D	143	2.155	308.165
			3961.32

Tabla 4.55 Análisis carga mensual Leudo y horneo

Luego del análisis realizado la distribución de la planta quedaría de la siguiente manera:

Planta Baja

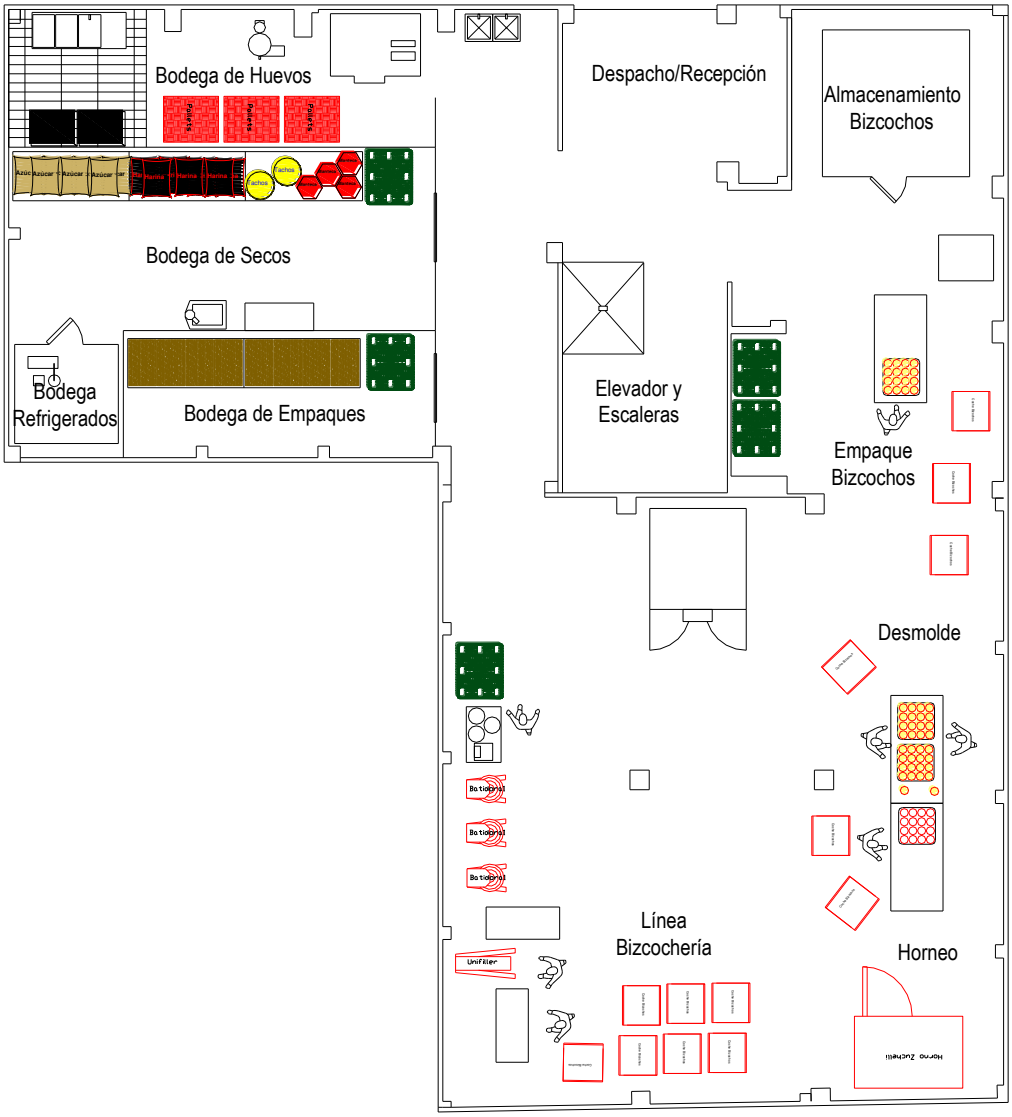


Figura 4.49 Plano Planta Baja

Planta Alta

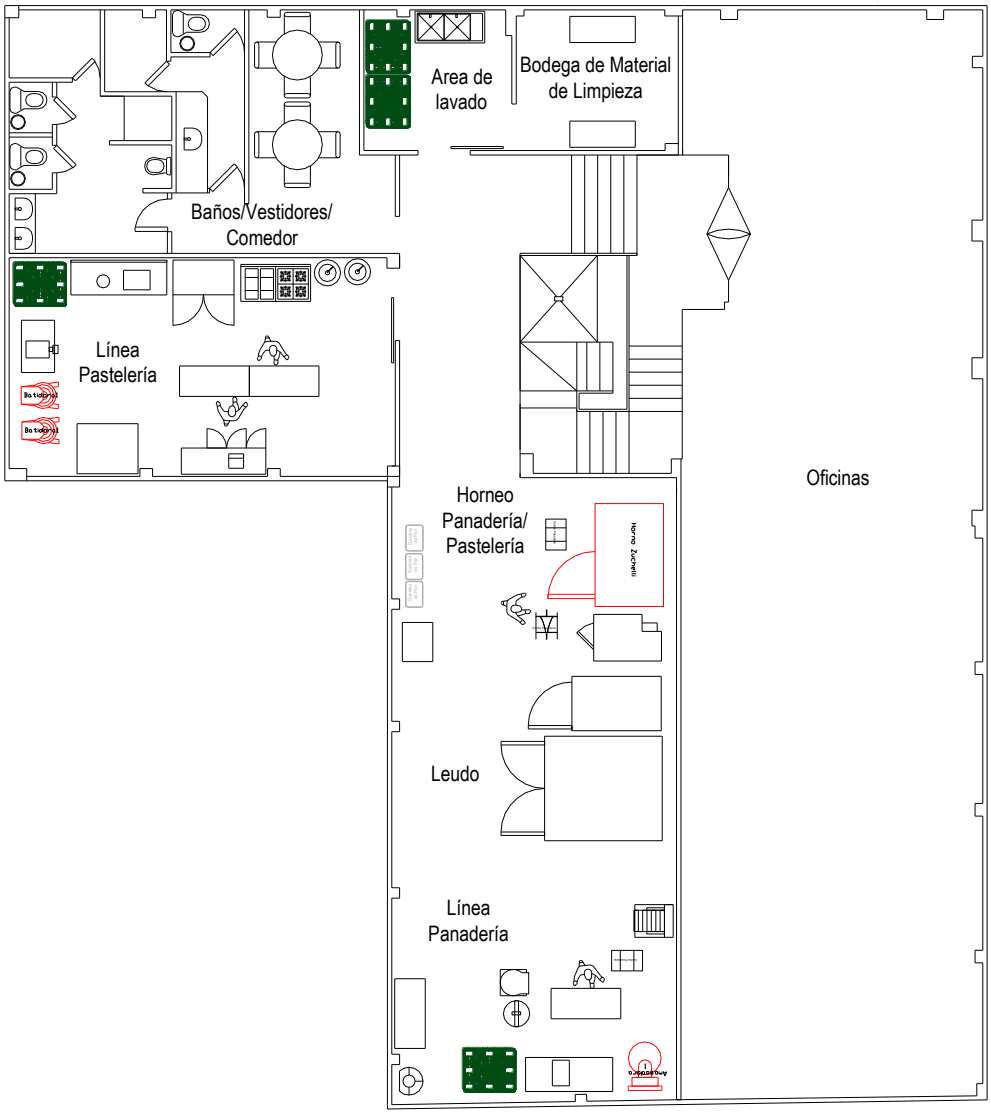


Figura 4.50 Plano Planta Alta

De la misma forma en que se esquematizó la relación entre las áreas y el recorrido que realizan los productos en el capítulo 3 (figura 3.10), en el siguiente gráfico se muestra el nuevo esquema con el rediseño propuesto:

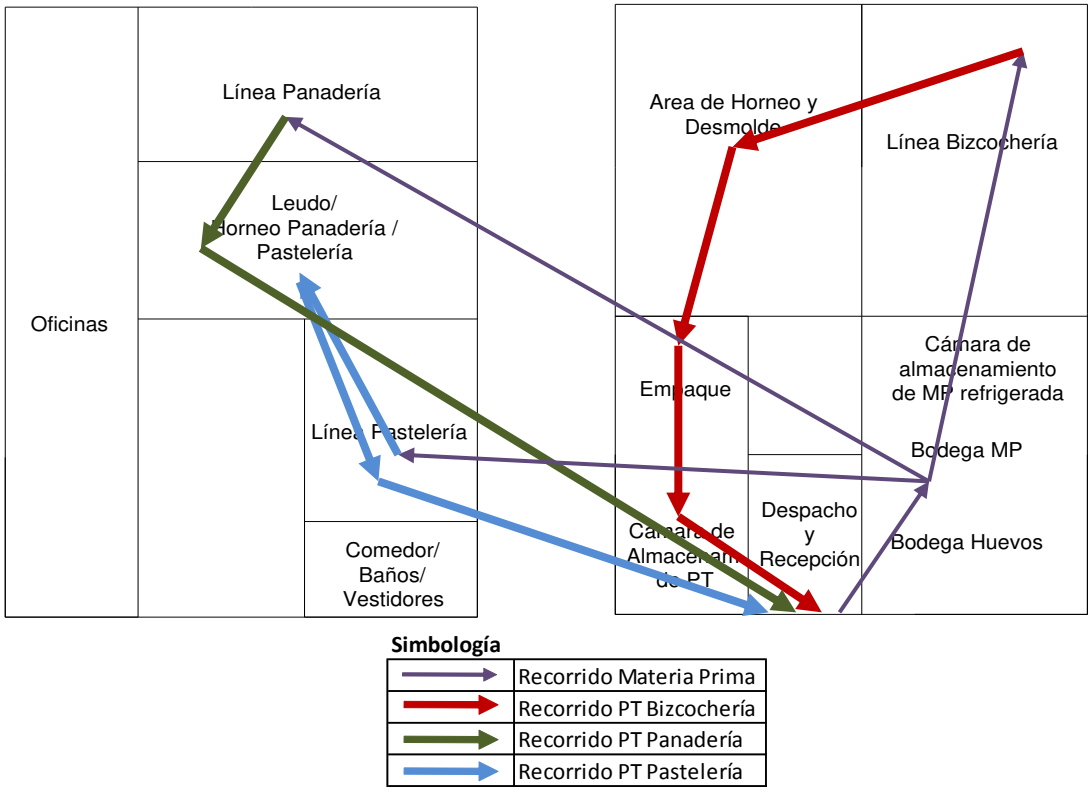


Figura 4.51 Distribución Propuesta

Con el rediseño propuesto, la materia prima ingresa por el área de despacho y recepción directamente al área de bodegas (secos, huevos, empaque y/o refrigerados), a diferencia del diseño actual en el que existen bodegas externas para almacenar los huevos y el azúcar. De igual manera el recorrido de cada línea mejora sustancialmente, evitando de esta manera pérdidas de tiempo en el proceso por largas distancias recorridas.

4.3 Mejoras proyectadas

Una vez establecida la nueva distribución de la planta, validaremos las hipótesis que se plantearon en el capítulo1, a través de la proyección de los resultados sobre dicha distribución.

Hipótesis 1

El rediseño de la distribución física de la planta reduce el tiempo de ciclo del proceso aproximadamente en un 18% para la línea de bizcochería, 7% para la línea de panadería y en un 27% para la línea de pastelería, mediante la eliminación o disminución de los tiempos por transporte.

Validación

Para este análisis se empleó el diagrama de flujo del proceso levantado durante el análisis de la situación actual, en donde se modificarán las actividades de transporte tomando en cuenta las nuevas distancias de recorrido en el caso que aun existan. De igual manera, para este análisis se considerará cómo fija la velocidad actual dentro de estas actividades. Con esta velocidad y la nueva distancia se calculará el tiempo aproximado empleado para el desarrollo de dichas actividades, y así calcular el nuevo tiempo del ciclo del proceso. Este análisis se realizará con cada una de las líneas de producción, de la siguiente manera:

Línea Bizcochería

Las actividades de transporte del flujo del proceso son las siguientes:

Actividades	Tpo. (Min)	Dist. (m)	Velocidad (m/min)
Ubicar materia prima para proceso de bizcochos.	13,30	47,00	3,53
Llevar coches con moldes desde área de desmolde a	0,56	16,20	28,93
Llevar carrito a horno.	1,02	17,00	16,67
Llevar coche a área de desmolde.	0,12	4,30	35,83
Trasladar coche a área de enfriamiento y empaque	0,18	8,40	45,82

Tabla 4.56 Actividades de flujo de proceso Bizcochería - Actual

En el gráfico se puede apreciar la velocidad de cada actividad, la misma que se empleará para la proyección del tiempo del proceso con el rediseño. Esta velocidad se obtuvo a través de la fórmula Velocidad=Distancia/Tiempo. El tiempo utilizado durante el proceso actual por actividad es el siguiente:

Resumen-Bizcochería	Operación	Transporte	Almacenaje	Demora	Inspección
Tiempo Utilizado	30,77	15,18	0,00	38,00	0,70

Tabla 4.57 Resumen de actividades Bizcochería - Actual

Tiempo Total (min)	84,65

Tabla 4.58 Tiempo total actual

Una vez realizada la proyección, las actividades de transporte son las siguientes:

Actividades	Tpo. (Min)	Dist. (m)	Velocidad (m/min)
Ubicar materia prima para proceso de bizcochos.	4,53	16,00	3,53
Llevar coches con moldes desde área de desmolde a	0,35	10,00	28,93
Llevar carrito a horno.	0,45	7,50	16,67
Trasladar coche a área de enfriamiento y empaque	0,10	4,60	45,82

Tabla 4.59 Actividades de flujo de proceso Bizcochería - Propuesto

Cómo se puede apreciar, con el rediseño se eliminó una de las actividades "Llevar coche a área de desmolde". El tiempo utilizado es el siguiente:

Resúmen	Operación	Transporte	Almacenaje	Demora	Inspección
Tiempo Utilizado	30,77	5,43	0,00	38,00	0,70

Tabla 4.60 Resumen de actividades Bizcochería - Propuesto

Tiempo Total (min)	74,89

Tabla 4.61 Tiempo total propuesto

Con el rediseño se redujo en un 13% el tiempo del ciclo del proceso vs el 18% estimado en la hipótesis, debido que no se pudieron eliminar totalmente las actividades de transporte.

Línea Panadería

Las actividades de transporte del flujo del proceso son las siguientes:

Actividades	Tpo. (Min)	Dist. (m)	Velocidad (m/min)
Ingresar materia prima para el proceso de panes.	15,24	49,00	3,22
Trasladar masa a área de división.	0,56	3,20	5,71
Trasladar porciones a área de formado y llenado de latas.	0,62	2,40	3,87
Trasladar coche a cámara de leudo.	0,98	12,00	12,24
Retirar coche de cámara de fermentación, llevar a horno de pan.	2,50	15,75	6,30
Retirar coche de horno y trasladar a empaque de pan.	0,94	2,90	3,09

Tabla 4.62 Actividades de flujo de proceso Panadería - Actual

El tiempo utilizado durante el proceso actual por actividad es el siguiente:

Resúmen	Operación	Transporte	Almacenaje	Demora	Inspección
Tiempo Utilizado	124,74	20,84	0,00	139,20	1,44

Tabla 4.63 Resumen de actividades Panadería - Actual

Tiempo Total (min)	286,22

Tabla 4.64 Tiempo total Panadería – Actual

Una vez realizada la proyección, las actividades de transporte son las siguientes:

Actividades	Tpo. (Min)	Dist. (m)	Velocidad (m/min)
Ingresar materia prima para el proceso de panes.	8,40	27,00	3,22
Trasladar masa a área de división.	0,33	1,90	5,71
Trasladar porciones a área de formado y llenado de	0,23	0,90	3,87
Trasladar coche a cámara de leudo.	0,22	2,70	12,24
Retirar coche de cámara de fermentación, llevar a	0,60	3,80	6,30
Retirar coche de horno y trasladar a empaque de pan.	0,83	2,55	3,09

Tabla 4.65 Actividades de flujo de proceso Panadería - Propuesto

Ninguna de las actividades fue eliminada, pero si se logró reducir el tiempo del proceso cómo se detalla a continuación:

Resúmen	Operación	Transporte	Almacenaje	Demora	Inspección
Tiempo Utilizado	124,74	10,61	0,00	139,20	1,44

Tabla 4.66 Resumen de actividades Panadería - Propuesto

Tiempo Total (min)	275,99

Tabla 4.67 Tiempo total Panadería - Propuesto

Con el rediseño se redujo en un 3,7% el tiempo del ciclo del proceso vs el 7% estimado en la hipótesis, debido que no se pudieron eliminar las actividades de transporte.

Línea Pastelería

Las actividades de transporte del flujo del proceso son las siguientes:

Actividades	Tpo. (Min)	Dist. (m)	Velocidad (m/min)
Ubicar ingredientes para proceso de pastelería.	15,63	49,00	3,13
Llevar coche a horno.	1,02	17,00	16,67
Bajar latas de coche, ubicarlas en mesas de desmolde.	0,85	1,20	1,41
Trasladar pasteles a cámaras de enfriamiento	9,38	27,00	2,88
Trasladar pasteles a área de pastelería. (Decorado)	9,38	27,00	2,88
Trasladar decorado a línea	8,63	24,85	2,88

Tabla 4.68 Actividades de flujo de proceso Pastelería - Actual

El tiempo utilizado durante el proceso actual por actividad es el siguiente:

Resúmen	Operación	Transporte	Almacenaje	Demora	Inspección
Tiempo Utilizado	111,96	44,89	0,00	9,34	0,00

Tabla 4.69 Resumen de actividades Pastelería - Actual

Tiempo Total (min)	166,19

Tabla 4.70Tiempo total Pastelería Actual

Una vez realizada la proyección, las actividades de transporte son las siguientes:

Actividades	Tpo. (Min)	Dist. (m)	Velocidad (m/min)
Ubicar ingredientes para proceso de pastelería.	6,81	21,35	3,13
Llevar coche a horno.	0,70	11,60	16,67

Tabla 4.71 Actividades de flujo de proceso Pastelería - Propuesto

Cómo se puede apreciar, con el rediseño se eliminaron cuatro actividades de transporte, logrando el siguiente tiempo para el ciclo del proceso:

Resúmen	Operación	Transporte	Almacenaje	Demora	Inspección
Tiempo Utilizado	112,06	7,51	0,00	9,34	0,00

Tabla 4.72 Resumen de actividades Pastelería - Propuesto

Tiempo Total (min)	128,91

Tabla 4.73 Tiempo Pastelería –Propuesto

Con el rediseño se redujo en un 29% el tiempo del ciclo del proceso vs el 28% estimado en la hipótesis. Esto se logró gracias a la eliminación de la mayoría de las actividades de transporte.

Hipótesis 2

El rediseño de la distribución física de la planta elimina los problemas de contaminación que se originan por la ubicación de las áreas de horneo /desmolde, empaque y recepción/despacho/entrada y salida del personal, almacenamiento de materia prima y material de empaque, almacenamiento de huevos y azúcar, ubicación del área de la cocina y bodega de material de limpieza y ubicación de las estaciones de lavado de manos.

Validación

A continuación se mostrará la eliminación de cada uno de los problemas mencionados con el rediseño propuesto (plano 4.1- Plano 4.2) y se comparará con la ubicación actual (plano 3.1 – 3.2).

Áreas de horneo y desmolde – Recepción/despacho/entrada y salida de personal

Ubicación Actual

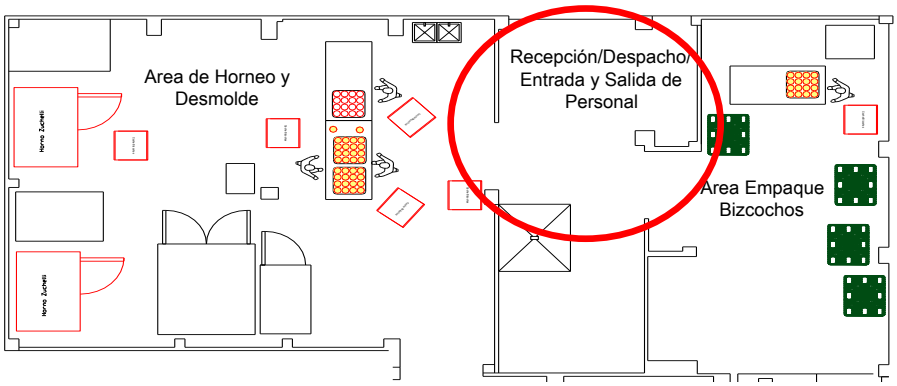


Figura 4.52 Plano Horneo y Desmolde actual

Ubicación propuesta

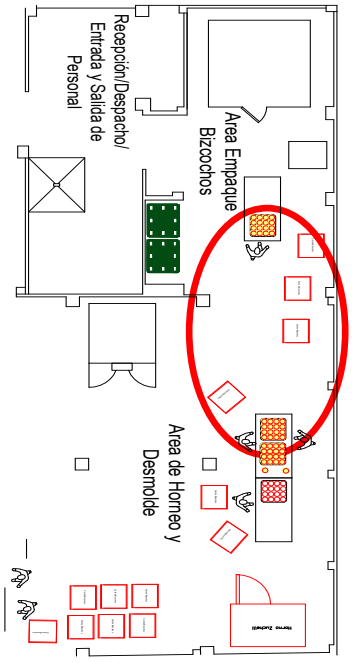


Figura 4.53 Plano Horneo y Desmolde Propuesto

Como se puede apreciar en el gráfico, el riesgo de contaminación se da por la exposición del producto que sale del desmolde hacia el empaque y pasa por el área de despacho y recepción, inclusive mientras se hacen recepciones y despachos de producto. Con la ubicación propuesta se evita esta contaminación al realizar el paso directo del área de desmolde al área de empacado.

Almacenamiento de materia prima y material de empaque

Ubicación Actual

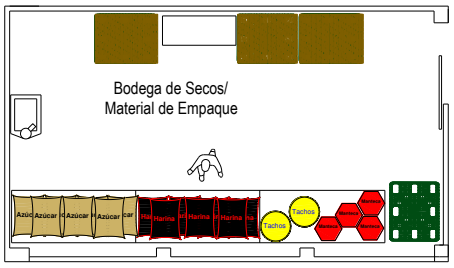


Figura 4.54 Plano Bodega Secos y Material de Empaque actual

Ubicación Propuesta

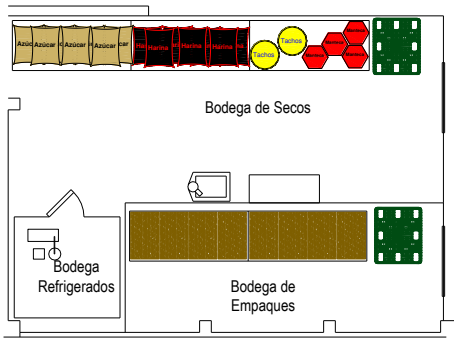


Figura 4.55 Plano Bodega Secos y Material de Empaque propuesta

El riesgo de contaminación se elimina al separar las bodegas mencionadas, tal como lo sugiere la ubicación propuesta.

Almacenamiento en bodegas externas de huevos y azúcar

Ubicación Actual

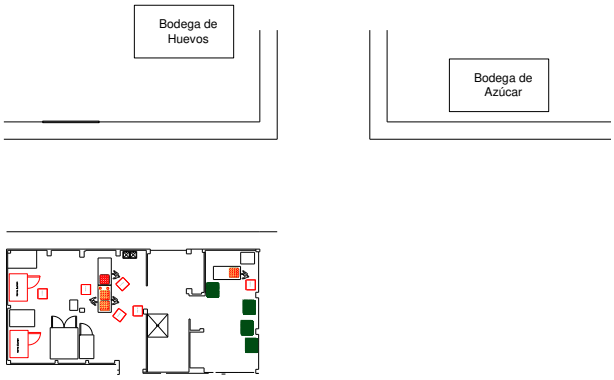


Figura 4.56 Plano Bodegas Externas actual

Ubicación Propuesta

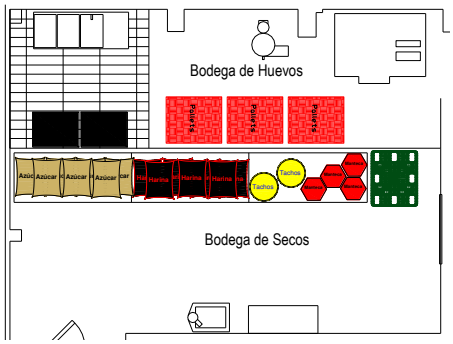


Figura 4.57 Plano Bodegas Externas propuesto

Se reubicaron las bodegas de Huevos y de Azúcar dentro de la planta. Al separar la bodega de secos de la bodega de empaque quedó el espacio para

el almacenamiento del azúcar que se hacía externamente y con el rediseño se asignó un espacio para la bodega de Huevos. De esta manera se evita la contaminación por exposición de la materia prima en el traslado de las bodegas externas hacia las líneas.

Ubicación del área de la cocina y bodega de material de limpieza

Ubicación Actual

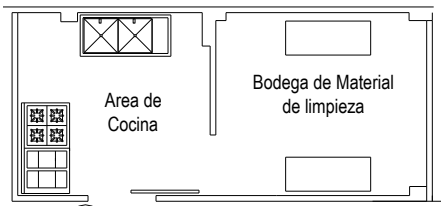


Figura 4.58 Plano Cocina y Bodega de Limpieza actual

Ubicación Propuesta

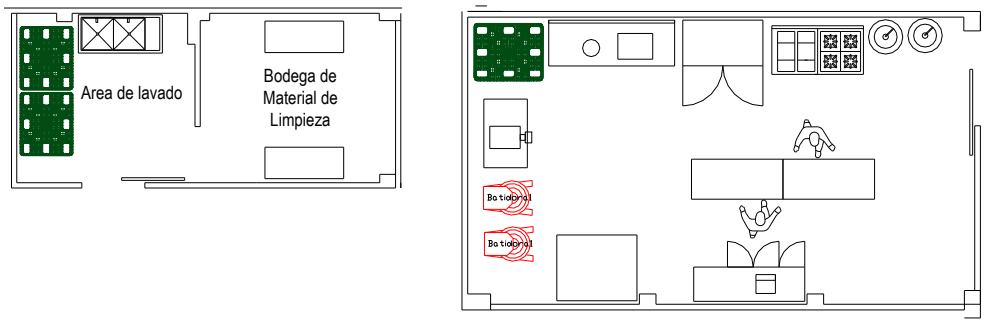


Figura 4.59 Plano Cocina y Bodega de Limpieza propuesto

En la ubicación propuesta el área de cocina se reubicó dentro del área de pastelería, tal como se observa en la figura, y se mantuvo la bodega de Material de limpieza, además se asignó un área de lavado de latas y moldes.

De esta forma se elimina el riesgo de contaminación por mantener juntas el área de cocina y la bodega de materiales de limpieza.

Hipótesis 3

El rediseño de la distribución física de la planta disminuye en un 16,49% el costo de mano de obra mediante la reducción del sobretiempo.

Validación

A continuación se detallarán las recomendaciones hechas para disminuir el sobretiempo en la línea de Bizcochería:

1. Habilitar un horno de mayor capacidad para la línea de Panadería, reubicado en el área de Horneo de Panadería y Pastelería. Actualmente la planta cuenta con este horno, por lo que no es necesaria una inversión.

2. Establecimiento de horarios de entrega a proveedores, y la asignación de la responsabilidad de recepción de la materia prima al personal de panadería.

3. La reducción del tiempo del ciclo del proceso a 9.75 horas (75 minutos).

4. Contratación de una persona para el área de empaque de bizcochería.

Con la implementación de estas recomendaciones se elaboró un cronograma de producción para la Línea Bizcochería (anexo 4.4) y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Hora	Actividades	Batch
7:00	Preparación de línea	
7:10	Batido	1
7:30	Llenado	
7:40	Horneo	
7:50	Desmolde	
8:05	Enfriamiento	
8:10	Empaque	
7:20	Batido	2
7:40	Llenado	
7:50	Horneo	
8:00	Desmolde	
8:05	Enfriamiento	
8:15	Empaque	
Batch 3 al 28		
12:00	Almuerzo	
13:00	Almuerzo	
Batch 29 al 54		
16:50	Batido	55
17:10	Llenado	
17:20	Horneo	
17:30	Desmolde	
17:45	Enfriamiento	
17:50	Empaque	
Batch 56 al 58		
17:40	Batido	60
18:00	Llenado	
18:10	Horneo	
18:20	Desmolde	
18:35	Enfriamiento	
18:40	Empaque	
18:50	Limpieza	

Tabla 4.74 Cronograma de Producción

Cómo se puede apreciar en el cronograma, el último batch de producción terminaría a las 18:00 e incluso se podría aumentar la producción a 5 batch por día sin afectar la jornada de trabajo. Esta última caja estaría lista a las 18:50 y luego se daría paso a la limpieza del área.

El tiempo de almuerzo es de media hora, y se recomienda realizar dos grupos de almuerzo para no interrumpir el ciclo de producción.

De esta manera se obtiene los siguientes resultados:

	Costo de Ventas	Costo Mano de Obra (Actual)	Costo Sobretiempo (Actual)	Costo Mano de Obra (Propuesta)	Costo Sobretiempo (Propuesta)
USD	$ 410.770,80	$ 51.731,25	$ 8.531,25	$ 43.200,00	$ -
%	100%	12,59%	2,08%	10,52%	0,00%

Tabla 4.75 Costo de mano de obra y sobre-tiempo sobre costo de ventas

Reducción de Mano de Obra (%)	16,49%

Tabla 4.76 Porcentaje de reducción del costo de mano de obra

Como se puede apreciar en el gráfico, con el diseño propuesto se obtuvo una reducción del 16,49% en la mano de obra al eliminar el sobretiempo.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Introducción

En este capítulo se presentan las conclusiones a las que se llegó después del estudio realizado y las recomendaciones para aquellas personas que se encaminen por un trabajo similar al expuesto.

5.1 Conclusiones

- El análisis de la situación actual de la empresa se realizó mediante la indagación del producto, mercado, producción, manipuleo y almacenamiento.
- Las Líneas de producción de Panadería y Pastelería están balanceadas correctamente, mientras que la Línea Bizcochería necesita un nuevo equipo (batidora) y dos personas (pesaje y empaque) para lograr el balanceo correcto.
- Las Líneas Panadería y Pastelería cuentan con la capacidad necesaria para cubrir la demanda actual y futura, en cambio la Línea Bizcochería está en capacidad de cubrir la demanda actual, pero como se menciona en el punto anterior, necesita incrementar un equipo y dos personas para cubrir la demanda futura.
- El sistema de manejo de abastecimiento de materia prima se realiza con base en la experiencia y según la planificación de producción semanal. La frecuencia de recepción varía de acuerdo al producto.
- Con la reducción y/o eliminación de las actividades de transporte identificadas en el diagrama de flujo del proceso se logró reducir el tiempo del ciclo del proceso en un 13% para la Línea Bizcochería, 3,7% para la Línea Panadería y un 29% para la Línea Pastelería.

- La reubicación de las bodegas externas dentro de la planta permite la eliminación del riesgo de contaminación por el traslado de la materia prima de la bodega a la línea.
- La asignación de un espacio físico para la bodega del Material de Empaque evita la contaminación cruzada por mezcla de materiales.
- La reubicación de cocina dentro del área de pastelería permite una reducción sustancial en la distancia recorrida para la elaboración de los rellenos de las tortas que impactan en el tiempo del ciclo total del proceso y de igual manera ayuda a eliminar el riesgo de contaminación por la cercanía que mantenía con la bodega de Material de productos de limpieza.
- Con la reducción de las distancias recorridas dentro del proceso, la adición de una persona al área de empaque de la Línea Bizcochería y la definición de horarios de entrega de proveedores se pudo establecer un cronograma de producción que permita la totalidad de la elaboración de las cajas diarias dentro de la jornada de trabajo, e inclusive permita un incremento aproximado del 10% en la producción diaria y la reducción del sobretiempo en un 16,49%
- El rediseño permitió reducir el total de la distancia recorrida por el producto en la Línea Bizcochería de 164,45 metros a 35,45 metros, optimizando de esta manera el tiempo total del proceso (anexo 5.1).

- Para la Línea Panadería se logró reducir la distancia recorrida por el producto de 162,5 metros a 77,08 metros (anexo 5.2).
- En la Línea Pastelería la distancia total recorrida por el producto se redujo de 195,65 metros a 88,6 metros gracias al rediseño de la distribución física (anexo 5.3).

5.2 Recomendaciones

- En el caso del rediseño de una planta es muy importante verificar que las variables consideradas y los cálculos realizados tengan el efecto deseado en la realidad y así comprobar que el rediseño ayuda a la resolución de los problemas antes de llevarlo a la práctica, para lo cual se recomienda realizar una simulación del proceso productivo utilizando uno de los software creados para este fin, como Promodel, Witnes u otro.
- En el momento de tomar decisiones respecto a la distribución se recomienda contar con la colaboración y guía de los responsables de la empresa, esto es sumamente importante, pues ellos conocen mejor el funcionamiento de los equipos, instalaciones y el negocio en general, de manera que su opinión es de mucha ayuda para obtener los resultados esperados.
- El levantamiento de información en general es siempre un tema complicado cuando se trata con los operarios, más que todo cuando ellos no tienen conocimiento del por qué de la presencia de extraños en la

planta. Se recomienda que todas las personas que van a ser entrevistados o incluidos en el levantamiento sean informados del proyecto que se está realizando, de forma que sea factible su colaboración sin inconvenientes.

- La coherencia de la información y la claridad de lo que se quiere lograr con el rediseño debe evidenciarse desde el inicio del proyecto. Se recomienda tener claros los objetivos y las restricciones para el trabajo que se va a realizar, de lo contrario sería necesario revisar nuevamente los datos desde el levantamiento de información, implicando esto una pérdida tiempo para los analistas.
- La combinación de un método cuantitativo como el QAP y otro cualitativo como el SPL permiten obtener distribuciones más precisas y al mismo tiempo prácticas para cuando se trata un rediseño de planta.