

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Propuesta de Mejora de la Logística de Distribución a Puntos de
Venta y del Proceso de Producción de la Línea de Pastelería de la
Empresa Hansel y Gretel.**

Adriana Gabriela Maldonado López

Verónica Estefanía Maldonado Rivera

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniería Industrial

Quito, mayo de 2010

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio Politécnico

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**Propuesta de Mejora de la Logística de Distribución a Puntos de
Venta y del Proceso de Producción de la Línea de Pastelería de la
Empresa Hansel y Gretel**

Adriana Gabriela Maldonado López

Verónica Estefanía Maldonado Rivera

Verónica León, M.Sc.
Directora de Tesis y
Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova, Ph.D.
.....
Miembro del Comité de Tesis

Alba María Cabezas, M.Sc.
.....
Miembro del Comité de Tesis

Paolo Escorza, M.Sc.
.....
Miembro del Comité de Tesis

Daniel Merchán, M.Sc.
.....
Miembro del Comité de Tesis

Fernando Romo, M.Sc.
.....
Decano del Colegio Politécnico

Quito, mayo de 2010

© Derechos de autor

Adriana Gabriela Maldonado López

Verónica Estefanía Maldonado Rivera

2010

A mi familia por su apoyo y amor incondicional.

Adriana Maldonado

A Dios y a mi familia por ser mi guía y la fuerza para superarme cada día.

Verónica Maldonado

RESUMEN

En el presente proyecto de tesis se analiza el sistema productivo y logístico de la empresa Hansel y Gretel que se dedica a la Panadería, Pastelería y Galletería. Dado que la demanda de los productos de esta empresa se encuentra en constante aumento, se proponen métodos para aprovechar mejor los recursos con los que se cuenta tanto dentro del Centro de Producción como en el sistema de despachos.

Para el análisis del Centro de Producción se determinaron los tiempos de elaboración de productos y se explicó el comportamiento del sistema productivo utilizando herramientas como Simulación y Mapeo de Flujo de Valor. Así, se determinó la capacidad de producción para mejorar los tiempos en que sale el producto.

En cuanto al sistema de despachos, se recolectó información sobre las horas de salida de las furgonetas hacia los distintos puntos de venta y la cantidad enviada diariamente. Se encontró que se están realizando más viajes de despacho de lo necesario y éstos deben reducirse. Aplicando modelos de transporte se estableció el número óptimo de viajes y rutas hacia los Puntos de Venta.

Con la implementación de las propuestas presentadas, se podrá generar ahorros sin afectar el nivel de servicio que actualmente la empresa brinda a sus clientes.

ABSTRACT

This thesis project contains an analysis of the production and logistical systems of Hansel y Gretel, a company specialized in baked goods. Since the demand of the company's products is constantly increasing, there are some methods that should be applied to ensure that the resources of the Production Center and delivery system are utilized to their maximum potential.

For the analysis of the Production Center, the production times were studied as well as the behavior of the production system by utilizing tools such as Simulation and Value Stream Mapping. Doing so, the production capacity was found in order to analyze different ways to improve it.

As for the delivery system, information regarding the dispatch hours to every store and the daily amount of products sent from the Production Center was gathered. It was discovered that there was an excessive amount of daily dispatches to every store, thus requiring a reduction. Applying Transportation Problems Solving methods established the optimal number of dispatches and routes to the stores.

Through the implementation of the solutions presented, savings will be possible without affecting the level of service that the company currently offers to its customers.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
1. CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo General	2
1.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Descripción del Problema	3
1.4. Justificación del Proyecto	4
2.1. Breve Descripción de la Empresa	5
2.2. Marco Estratégico	6
2.2.1. Visión	6
2.2.2. Misión	6
2.2.3. Estructura Organizacional	7
2.3. Descripción de Productos de Panadería, Pastelería y Galletería	8
3. CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	9
3.1. Definición de Proceso	9
3.2. Cadena de Valor	9
3.3. Diagramas	10
3.3.1. Flujograma	10
3.4. Control Estadístico de Procesos	12
3.4.1. Histogramas	12
3.4.1.1. Teorema del Límite Central	13
3.4.2. Gráficas de Pareto	13
3.4.3. Cartas de Control	13
3.4.3.1. Reglas Western Electric	14
3.4.3.2. Cartas de Control para X	15
3.4.3.3. Cartas de Control R	16
3.4.3.4. Supuesto de Normalidad en Cartas de Control X y R	16
3.5. Herramientas para Inferencia Estadística	17
3.5.1. Pruebas de Hipótesis	17
3.5.2. Pruebas T	18
3.5.3. ANOVA (Análisis de la Varianza)	20
3.6. Estudios de Tiempos	21

3.6.1. <i>Técnicas de la Toma de Tiempos</i>	22
3.7. Matriz de Valor Agregado	22
3.8. Value Stream Mapping (VSM)	23
3.8.1. <i>Definición del Value Stream Mapping</i>	23
3.8.2. <i>Siete Herramientas del VSM</i>	24
3.8.3. <i>Diagramas Value Stream Mapping</i>	25
3.8.4. <i>Estado Actual en el Value Stream Mapping (VSM)</i>	25
3.8.5. <i>Estado Futuro en el Value Stream Mapping (VSM)</i>	26
3.9. Simulación	27
3.9.1. <i>Definición de Simulación</i>	27
3.9.2. <i>Modelos de Simulación de Eventos Discretos a Utilizarse</i>	28
3.9.3. <i>Medidas de Desempeño de Simulación</i>	29
3.9.4. <i>Terminología del Software Arena para Simulación</i>	29
3.9.5. <i>Módulos de Flujo de Datos Arena</i>	30
3.10. Logística	31
3.10.1. <i>Modos y Costos de Transporte</i>	31
3.11. Problemas de Ruteo de Vehículos	32
3.11.1. <i>Estimación del tiempo de viaje</i>	33
3.12. Problema del Agente Viajero	33
3.13. Ruteo de Nodos y Problemas de Calendarización con Ventanas de Tiempo	34
3.14. Heurístico de Inserción	35
3.15. Problema de Programación Entera Binaria	36
3.15.1. <i>Problema de Asignación</i>	37
3.16. Metodología 5'S	38
3.16.1. <i>Seiri – Clasificar</i>	39
3.16.2. <i>Seiton – Situar Necesarios</i>	39
3.16.3. <i>Seiso – Suprimir Suciedad</i>	40
3.16.4. <i>Seiketsu – Estandarización</i>	40
3.16.5. <i>Shitsuke – Seguir Mejorando</i>	40
3.17. Procedimiento para la Disposición de Plantas	40
3.17.1. <i>Cálculo de la Eficiencia</i>	42

3.17.2. BLOCPLAN	42
4.1. Definición del estudio.....	44
4.1.1. Cadena de Valor	44
5. CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE LA LOGÍSTICA	46
5.1. Recopilación de Datos de Logística.....	46
5.2. Proceso de Transporte de Productos.....	46
5.2.1. Características de los Elementos del Proceso de Transporte ...48	
5.3. Análisis de Viajes para Entrega de Productos	50
5.3.1.1. Problema Identificado y oportunidad de Mejora en el Proceso de Transporte.....	55
5.3.2. Recopilación de Datos de Producción	56
5.3.3. Análisis de Datos de Producción	57
5.3.3.1. Gráfica de Pareto de Unidades de Productos Enviados	60
5.3.4. Gráfica de Pareto de Productos Enviados en Últimos Viajes	62
5.3.4.1. Objetivo para las Áreas de Pastelería y Decoración	64
6. CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	65
6.1. Descripción de la Planta de Producción	65
6.2. Estudio de Tiempos de las Actividades Productivas	69
6.3. Value Stream Mapping: Estado Actual de Pastelería y Decoración ...	73
6.3.1. Conclusiones acerca del Estado Actual del VSM	75
6.4. Simulación.....	75
6.4.1. Análisis de Resultados de la Simulación	77
7. CAPÍTULO 7: PROPUESTAS	80
7.1. Generación de la Nueva Simulación	80
7.1.1. Análisis de Resultados de la Nueva Simulación	81
7.2. Value Stream Mapping: Estado Futuro de Pastelería y Decoración...83	
7.3. Cambios en el Layout y Reubicación del Centro de Producción	85
7.3.1. Cálculo de Eficiencia	85
7.3.2. Metodología Blocplan de Intercambio Pareado para Reacomodar Áreas de Trabajo	86
7.3.3. Metodología 5´S	87
7.3.3.1. Seiri: Clasificar	87

7.3.3.2. Seiton: Ordenar	89
7.3.3.3. Seiso: Limpiar	90
7.3.3.4. Seiketsu: Estandarizar	90
7.3.3.5. Shitsuke: Disciplina	91
7.3.4. Ubicación del Centro de Producción	92
7.3.4.1. Ventajas de la Ubicación Actual del Centro de Producción.....	92
7.4. Creación y Análisis de la Propuesta de Logística	93
7.4.1. Modo de Cálculo de Salario de Choferes.....	93
7.4.2. Costos Logísticos	94
7.4.3. Capacidad de las Furgonetas.....	96
7.4.1. Ventanas de Tiempo para la Salida de Furgonetas hacia cada	
Punto de Venta	96
7.4.1.1. Aplicación de Cartas de Control para Determinación de Ventanas	
de Tiempo	102
7.4.2. Modelo Logístico de Movilidad de Furgonetas del Centro de	
Producción a Puntos de Venta	111
7.4.2.1. Horas de congestión de tráfico en la Ciudad de Quito.....	112
7.4.2.2. Holguras de Tiempo por Semaforización.....	113
7.4.2.3. Ventanas de tiempo de Servicio en los Puntos de Venta.....	114
7.4.2.4. Tiempos de carga y descarga de las furgonetas.....	114
7.4.2.5. Hora máxima de salida de las furgonetas del Centro de	
Producción.....	115
7.4.2.6. Demanda de cada Punto de Venta considerando Incremento en	
Capacidad de Producción en Pastelería.....	118
7.4.2.7. Velocidades Promedio hacia cada Punto de Venta	121
7.4.3. Aplicación del Heurístico de Inserción.....	122
7.4.3.1. Escenario 1: Todas las furgonetas pueden circular normalmente	
a cualquier hora del día	122
7.4.3.2. Escenario 2: Recorrido de furgonetas considerando Ley	
Vehicular de Pico y Placa.....	125
7.4.3.3. Escenario 3: Recorridos cuando una de las Furgonetas está en	
Mantenimiento.....	132

7.4.4.	Ahorros en Costos por Disminución de Kilometraje recorrido	133
7.4.5.	Ahorros en Costos por Disminución de Horas Extras de los choferes	134
7.4.6.	Determinación de la Carga de Mantenimiento para las Furgonetas	138
7.4.6.1.	Carga de Mantenimientos Preventivos	139
7.4.6.2.	Mantenimientos Correctivos Recurrentes por Historial	140
7.4.6.3.	Programación de Mantenimiento de las Furgonetas	141
7.5.	Resumen del Capítulo Propuestas	147
7.5.1.	Producción	147
7.5.2.	Logística	147
8.	CAPÍTULO 8: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	148
8.1.	Plan de Implementación para el Área de Producción	148
8.2.	Plan de Implementación para el Área de Decoración	149
8.3.	Estrategia de Impulso de Ventas de Pasteles	149
8.4.	Logística	150
8.5.	Calendario de Trabajo para Implementación Propuestas	150
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151
9.1.	Conclusiones	151
9.2.	Recomendaciones	153
	BIBLIOGRAFÍA	155
	ANEXOS	158
	Anexo 1: Listado de Productos de Galletería.....	159
	Anexo 2: Listado de Productos de Repostería	160
	Anexo 3: Cantidad de Producto Enviado en los Últimos Viajes de Locales con Niveles de Venta Menores	161
	Anexo 4: Cantidad de Producto Enviado en los Últimos Viajes de Locales con Niveles de Venta Mayores	162
	Anexo 5: Modelo Inicial de Simulación para Proceso de Pastelería de Hansel y Gretel	163
	Anexo 6: Modelo Final de Simulación para el Proceso de Pastelería y Decoración de Hansel y Gretel	164

Anexo 7: Portada del Reporte de Simulación de Arena para el Proceso de Pastelería y Decoración de Hansel y Gretel	165
Anexo 8: Tabla de Relaciones Estaciones de Trabajo Pastelería y Decoración Hansel y Gretel.....	166
Anexo 9: Diagrama de Bloque Actual Áreas de Decoración y Pastelería.....	167
Anexo 10: Diagrama de Bloque Final Áreas de Decoración y Pastelería	168
Anexo 11: Densidad de Tráfico en las Calles y Avenidas de la Ciudad de Quito	169
Anexo 12: Proyecciones de Tráfico de Quito para los Sigüientes Años	170
Anexo 13: Horarios de Mayor Tráfico en las Calles de Quito.....	171
Anexo 14: Velocidades de Circulación Sin Tráfico de Furgonetas hacia cada Punto de Venta.....	172
Anexo 15: Velocidades de Circulación Con Tráfico de las Furgonetas hacia Cada Punto de Venta.....	173
Anexo 16: Tiempos de Recorrido en Horas Con y Sin Tráfico entre Puntos de Venta.....	174
Anexo 17: Desarrollo del Heurístico de Inserción	175
Primer viaje:.....	175
Segundo Viaje:.....	182
Tercer Viaje:	191
Anexo 18: Desarrollo del Modelo de Asignación Choferes-Días-Furgonetas.	193
Anexo 19: Diagrama de Gantt para el Plan de Implementación de las Propuestas de Mejora en Hansel y Gretel	195

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 1.	Estructura Organizacional de Hansel y Gretel..... 7
Figura 2.	Ejemplo Tabla de Relaciones 42
Figura 3.	Cadena de Valor de Hansel y Gretel..... 44
Figura 4.	Diagrama de Flujo Logística de Distribución a Puntos de Venta..... 47
Figura 5.	Furgoneta de Hansel y Gretel..... 49
Figura 6.	Viajes Realizados a Cumbayá..... 50
Figura 7.	Viajes Realizados a Tumbaco 51
Figura 8.	Viajes Realizados a La Gambeta 51
Figura 9.	Viajes Realizados a El Condado 52
Figura 10.	Viajes Realizados a El Recreo 52
Figura 11.	Viajes Realizados a El Jardín 53
Figura 12.	Viajes Realizados a la Cafetería de El Jardín..... 54
Figura 13.	Viajes Realizados a El Quicentro..... 55
Figura 14.	Gráfica para Prueba de Normalidad..... 57
Figura 15.	Gráfica de Pareto de la Producción de Hansel y Gretel..... 61
Figura 16.	Gráfica de Pareto de Producto enviado en los últimos viajes 64
Figura 17.	Layout del Centro de Producción..... 68
Figura 18.	VSM Estado Actual Pastelería..... 73
Figura 19.	VSM Estado Actual Decoración 74
Figura 20.	VSM Pastelería Situación Futura 84
Figura 21.	Pasos para la Clasificación de Materiales..... 88
Figura 22.	Normalidad de Datos para Gráficas de Control..... 99
Figura 23.	Normalidad de Datos Transformados a Lognormal 100
Figura 24.	Gráfica de Residuales..... 101
Figura 25.	Distribución Rectangular y Triangular 103
Figura 26.	Cartas de Control para Horarios de Salida hacia Tumbaco 104
Figura 27.	Cartas de Control para Horarios de Salida hacia La Gambeta..... 105
Figura 28.	Cartas de Control para Horarios de Salida hacia Cumbayá..... 106
Figura 29.	Cartas de Control para Horarios de Salida hacia el Mall El Jardín 107
Figura 30.	Cartas de Control para Horarios de Salida hacia El Quicentro..... 108
Figura 31.	Cartas de Control para Horarios de Salida hacia El Condado..... 109
Figura 32.	Cartas de Control para Horarios de Salida hacia El Recreo 110
Figura 33.	Batidora Semi-Industrial 148

LISTA DE TABLAS

Tabla		Pág.
Tabla 1.	Símbolos Diagramas de Flujo.....	11
Tabla 2.	Símbolos Value Stream Map	25
Tabla 3.	Clasificación de Proximidad	41
Tabla 4.	Razones para el valor de cercanía	41
Tabla 1.	Comparación de Medias de Panadería con T pareado.....	58
Tabla 2.	Comparación de medias de pastelería con T pareado.....	58
Tabla 3.	Comparación de medias de Tortas con T pareado.....	59
Tabla 4.	Comparación de medias de Galletas con T pareado.....	59
Tabla 5.	Agrupación por Familias de Productos	60
Tabla 6.	Equivalencia de Productos por Espacio que Ocupa en Furgoneta ..	63
Tabla 7.	Descripción de Maquinaria para la Planta de Producción	66
Tabla 8.	Descripción de Estaciones de Trabajo de Pastelería y Decoración.	67
Tabla 9.	Proceso de Preparación de Tortas	70
Tabla 10.	Proceso de Decoración de Tortas.....	71
Tabla 11.	Matriz de Valor Agregado del Proceso de Elaboración de Pasteles	71
Tabla 12.	Matriz de Valor Agregado del Proceso de Decoración de Pasteles.	72
Tabla 13.	Salario de una Operaria de Producción	76
Tabla 14.	Utilización de los Recursos de Pastelería	78
Tabla 15.	Utilización de los Recursos de Pastelería	81
Tabla 16.	Utilización de los Recursos de Pastelería Segunda Simulación.....	82
Tabla 17.	Costos Mensuales de Choferes	94
Tabla 18.	Costos Mensuales de las 4 Furgonetas.....	95
Tabla 19.	Ejemplo de Toma de Datos de Viajes realizados hacia cada Local.	98
Tabla 20.	Prueba T para Igualdad de Medias.....	101
Tabla 21.	Análisis de la Varianza Envíos vs. Días.....	102
Tabla 22.	Horarios de Salida hacia Tumbaco.....	105
Tabla 23.	Horarios de Salida hacia la Gambeta.....	106
Tabla 24.	Horarios de Salida hacia Cumbayá	107
Tabla 25.	Horarios de Salida hacia el Mall El Jardín	108
Tabla 26.	Horarios de Salida hacia El Quicentro	109
Tabla 27.	Horarios de Salida para la Ruta El Condado	110
Tabla 28.	Horarios de Salida para la Ruta El Recreo.....	111
Tabla 29.	Cantidad de Semáforos entre Centro de Producción y Locales	113
Tabla 30.	Tiempos de Descarga en Cada Punto de Venta	115
Tabla 31.	Ventanas de Tiempo para Despachar Producto en Cada Local.....	117
Tabla 32.	Comparación de Desempeño Actual y Desempeño con Mejoras Propuesto para Cada Viaje.	118
Tabla 33.	Cantidad de Demanda de Pasteles por Viaje de cada Local Considerando Mejora en el Proceso de Producción de Pastelería	119
Tabla 34.	Cantidad de Demanda por Viaje de cada Local con Ventanas de Tiempo	120
Tabla 35.	Resumen de Ahorros en Costo de Rendimiento de Gasolina.....	134
Tabla 36.	Total de Horas diarias de Trabajo para cada Chofer Semanalmente	135

Tabla 37.	Total de Horas diarias de Trabajo para cada chofer semanalmente	136
Tabla 38.	Costos Mensuales de Choferes	137
Tabla 39.	Costos Mensual de un Chofer	138
Tabla 40.	Actividades de Mantenimiento para las Furgonetas	139
Tabla 41.	Kilometraje Actual de Furgonetas y Recorrido Semanal Propuesto	141
Tabla 42.	Siglas de Mantenimiento para Furgonetas	142
Tabla 43.	Semanas para la Realización de Mantenimientos Según Cada Furgoneta	143
Tabla 44.	Programación para Plan de Mantenimiento de las 4 furgonetas	144
Tabla 45.	Tiempo para Cada Furgoneta Hasta Alcanzar los 200.000 km	145
Tabla 46.	Productos de Repostería	160
Tabla 47.	Cantidad de Producto Enviado en los Últimos Viajes de Locales con Niveles de Venta Menores	161
Tabla 48.	Cantidad de Producto Enviado en los Últimos Viajes de Locales con Niveles de Venta Mayores	162

PROPUESTA DE MEJORA DE LAS RUTAS DE DISTRIBUCIÓN A PUNTOS DE VENTA Y DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA DE PASTERERÍA Y GALLETERÍA DE LA EMPRESA HANSEL Y GRETTEL

1. CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

Hansel y Gretel es una empresa ubicada en la ciudad de Quito que entrega productos de Pastelería, Galletería y Panadería a diferentes puntos de venta propios en los distintos centros comerciales de la ciudad. La calidad del producto y la promesa de frescura han hecho que su demanda se incremente en los últimos años, afectando su sistema de producción y despacho.

El presente estudio refleja la situación actual de la empresa y las recomendaciones para un mejor desempeño tanto a corto como a largo plazo. Se eligió analizar los métodos de Logística y su relación con el área de Producción, dos factores del giro del negocio de Hansel y Gretel. El estudio y la mejora de estos dos aspectos se llevarán a cabo con el fin de hacer más competente a la empresa frente a un mercado alimenticio creciente y que exige alta capacidad de respuesta junto con productos de calidad.

Para la realización de este proyecto se indagó sobre el funcionamiento de los procesos productivos y logísticos de la empresa para luego encontrar oportunidades de mejora en los mismos. Fue fundamental un análisis sobre las cantidades enviadas hacia cada punto de venta para poder desarrollar ideas sobre cómo generar ahorros aprovechando los recursos en las dos áreas ya mencionadas. El análisis de esta información fue realizado haciendo uso de diferentes herramientas estadísticas que permitan verificar y validar las conclusiones sobre este estudio.

Para la recolección de información de la empresa, fue necesario acudir a diferentes fuentes de documentación tales como registros históricos de la empresa, entrevistas con el personal de Hansel y Gretel, además de un estudio presencial de los procesos considerados para la obtención de tiempos y el registro de actividades de las que cada operario es responsable.

1.1. Objetivo General

Generar una propuesta de mejora de la logística de distribución a puntos de venta y del proceso de producción del área de Pastelería y Decoración de la Empresa Hansel y Gretel, con su respectivo plan de implementación.

1.2. Objetivos Específicos

- I. Proponer una mejora en el proceso de producción del área de Pastelería y Decoración.
- II. Proponer una mejora en la logística de distribución del producto terminado hacia los puntos de venta.
- III. Generar un plan de implementación para las mejoras propuestas.

1.3. Descripción del Problema

Según Berenice Cola, Gerente de Finanzas de la Empresa Hansel y Gretel, existe un crecimiento constante de la demanda de pasteles, galletas y panes de la empresa. Un reflejo de esta situación es el aumento de sus puntos de venta en los principales centros comerciales de la ciudad de Quito. Así, existe la necesidad de mejoras en su proceso productivo para incrementar su capacidad. Adicionalmente, por exigencias del mercado actual, Hansel y Gretel busca mejorar sus niveles de eficiencia: el incremento en los costos de la materia prima en especial el precio de la harina, genera la necesidad de no desperdiciar los recursos en el sistema productivo. Además, existen clientes cada vez más demandantes que exigen productos de calidad y a tiempo.

Otro de los retos a los que se enfrenta la industria alimentaria es la perecibilidad de los productos, esto y el hecho de despacho diarios hacia puntos de venta dispersos en diferentes zonas de Quito, sumado al incremento, según las estadísticas de la Alcaldía de Quito, de vehículos circulando: han llevado a la empresa a la búsqueda de métodos más eficientes de distribución, que permitan llegar a tiempo y utilizando la menor cantidad de recursos posibles.

Entonces el problema identificado por la empresa, según Berenice Cola, es una potencial futura falta de capacidad en el Centro de Producción y rudimentaria política de despachos a los puntos de venta, que ocasiona desperdicios de los recursos. Por lo tanto, se busca identificar oportunidades de mejora en el sistema productivo, para los procesos de pastelería, panadería y galletería, conjuntamente con una mejora en la utilización de los recursos para la distribución de producto terminado hacia los distintos locales comerciales en los que es vendido al cliente final.

1.4. Justificación del Proyecto

De acuerdo con un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, realizado en junio del 2009, la industria de alimentos y bebidas es la más importante dentro del mercado manufacturero. El 28% del gasto de los hogares ecuatorianos se debe a la adquisición de alimentos y bebidas no alcohólicas (Carrillo 13). Es así como Hansel y Gretel ha respondido a las necesidades del mercado con un incremento en el número de puntos de venta y en su línea de productos de Pastelería, Panadería y Galletería. De acuerdo con Berenice Cola, Gerente de Finanzas de la empresa, en los últimos años se ha dado un continuo crecimiento de la demanda de sus productos. Esta información se puede corroborar con el estudio antes mencionado que indica que en la zona urbana el 6.2% del gasto en consumo de alimentos corresponde al pan. (Carrillo 14)

Por otro lado dicho estudio indica que desde finales del 2008 se empieza a notar una desaceleración en el crecimiento de la industria de alimentos siendo una de las principales razones el impacto de la crisis financiera internacional en la economía doméstica. Se destaca históricamente la industria de elaboración de productos de molinería, almidones y sus derivados, como la de mayor participación en la inflación. Este sector de la economía por lo tanto merece especial atención; desarrollarlo permitirá dinamizar la economía, generar valor agregado y responder a las necesidades de empleo en el contexto de la actual crisis económica y financiera. (Carrillo 14)

La situación económica y la alta competitividad impulsan a las empresas a buscar métodos más eficientes de producción y distribución. Es así que este proyecto surge como una respuesta a las exigencias de capacidad de producción y un mejor uso de los recursos tanto en el área de producción como de los sistemas de distribución de productos terminados. El proyecto pretende generar una propuesta de mejora del proceso productivo y del manejo de la logística de distribución de productos terminados hacia los puntos de venta. Dicha propuesta es importante para la permanencia y continuo crecimiento de Hansel y Gretel.

2. CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. Breve Descripción de la Empresa

Hansel y Gretel es una empresa que lleva diecisiete años en el mercado de la ciudad de Quito. Se inició bajo la idea de mantener lo tradicional de la pastelería quiteña, ampliando la variedad de sus productos al escoger lo mejor de la pastelería europea y, sobre todo, crear nuevos productos basándose siempre en la excelente calidad de la materia prima utilizada (Gretel, Hansel y Gretel... Definitivamente lo mejor).

Inició su incursión en el mercado en 1993 en el Quicentro Shopping donde se preparaban tres variedades de pan, postre Tres Leches y galleta Choconuez. Contaba con cuatro colaboradores y con María Soledad Bueno Serrano quien hasta la fecha es la Gerente General de la empresa.

En la actualidad, Hansel y Gretel ofrece una variedad de 300 productos, entre panes, galletas, tortas, postres, helados y bocaditos. Aportando al desarrollo del país, la empresa ofrece más de 90 fuentes de empleo. Los puntos de venta han ido en aumento en los diversos sectores de la ciudad siendo el objetivo la comodidad del cliente por la cercanía al mismo. Se encuentran presentes en los principales centros comerciales de Quito: Mall El Jardín, Quicentro Shopping, Condado Shopping, El Recreo, Tumbaco y Cumbayá. Cuentan además con dos cafeterías, la primera localizada en el Mall El Jardín y la segunda es un restaurante que sirve comida nacional e internacional ubicado en Ciudad Deportiva. Todos los productos son cuidadosamente elaborados en el Centro de Producción, que se encuentra equipado con máquinas de primera categoría, asegurando la calidad de los productos. Por último, un ambiente acogedor y una atención complaciente son importantes para que Hansel y Gretel sea una empresa exitosa en el mercado de la ciudad de Quito. (Cola, Historia de la empresa Hansel y Gretel)

2.2. Marco Estratégico

2.2.1. Visión

“Liderar el mercado nacional en el área de panadería, pastelería, galletería y restaurantes elaborando productos altamente competitivos que contribuyan al desarrollo del país y aporten al mejoramiento continuo del talento humano.” (Cola, Historia de Hansel y Gretel)

2.2.2. Misión

“Desarrollar técnicamente la industria de la panadería, pastelería, galletería y restaurantes, utilizando tecnología de punta y talento humano de la más alta calidad sin perder de vista el encanto de la producción artesanal para entregar un servicio de excelencia, como parte de nuestra cultura organizacional.” (Cola, Historia de Hansel y Gretel)

2.2.3. Estructura Organizacional

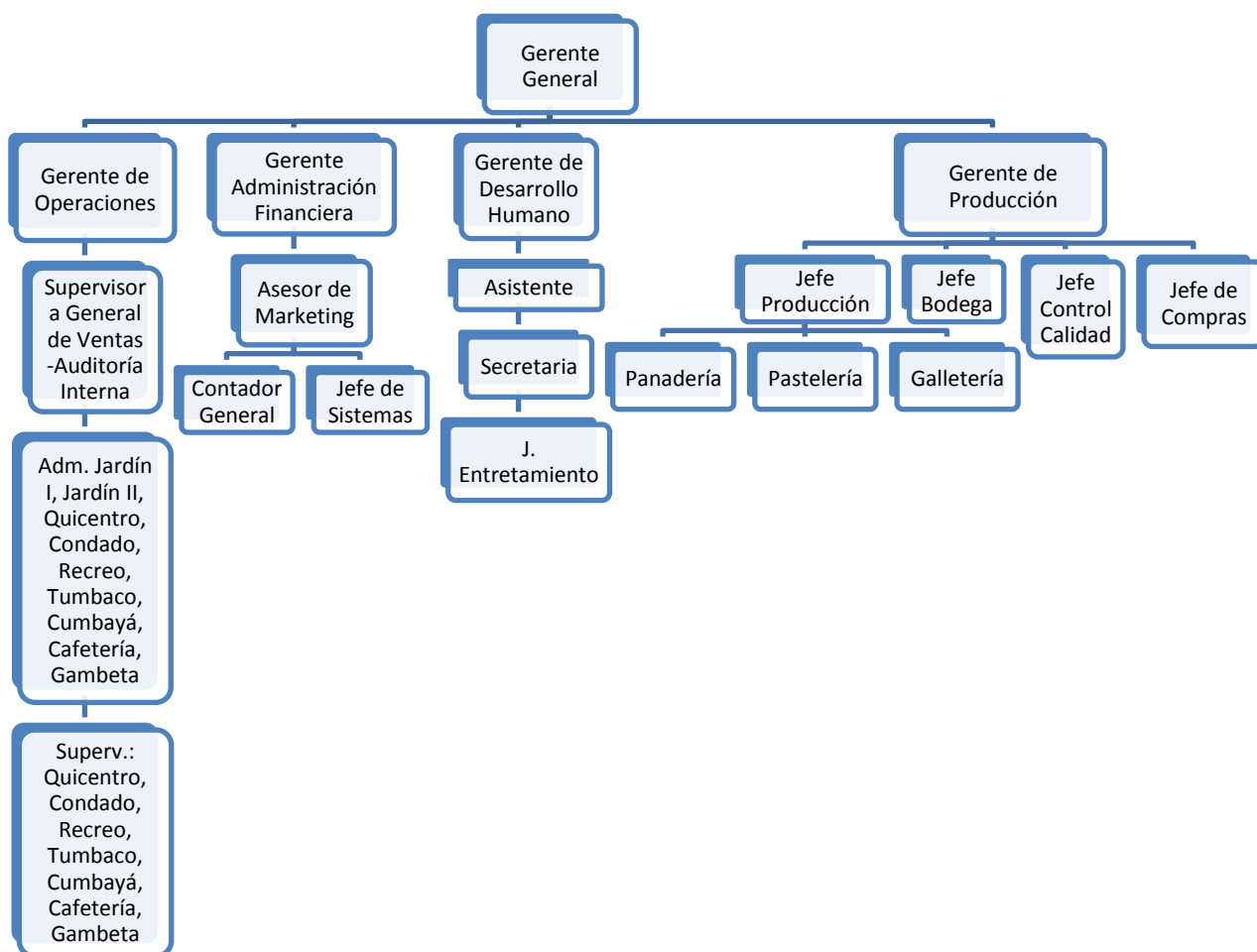


Figura 1. Estructura Organizacional de Hansel y Gretel¹

Se puede observar que no existe un departamento dedicado al área de Logística. La Gerente Financiera es quien administra esta área. Al ser considerado Hansel y Gretel como una empresa mediana, en ciertas personas recaen diferentes responsabilidades. Según María Soledad Bueno, Gerente General de la empresa, la estructura organizacional no refleja las funciones que cada empleado realiza, por ejemplo, ella además de la Gerencia General se encarga de Investigación y Desarrollo. Sin embargo, con el futuro crecimiento de esta empresa, será necesario que no exista duplicidad de cargos, y que se definan funciones específicas a través del organigrama.

¹ Fuente: (Cola, Historia de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

2.3. Descripción de Productos de Panadería, Pastelería y Galletería

En el área de Panadería se cuenta con una gran variedad de panes, elaborados con diferentes masas y formas. Se tiene especialidades de dulce, de dieta, variedades en sal y pan de época.

En cuanto a la variedad en pan de dulce se tiene panes rellenos de: frutilla, manzana, coco, queso, y croissants de chocolate. El pan de época se lo elabora en Octubre, Noviembre y Diciembre. Se tiene las tradicionales guaguas de pan de sal o de dulce rellenas de guayaba o mora; panetones, pan de Pascua y roscón de reyes. Las variedades de sal comprenden: el molde de mantequilla, brioche, cachos, rosquillas. Los panes de dieta, que no contienen grasa son el rústico, campesino, integral y centeno.

En el área de Galletería se tiene 22 tipos de galletas, que se diferencian por la mezcla utilizada para su elaboración; además de las chispas de chocolate, nueces y almendras que pueden encontrarse en el interior de las galletas. Para el listado de productos ver Anexo 1: Listado de Productos de Galletería.

Pastelería produce pastas, postres y tortas. En las pastas se ofrecen varios sabores definidos por la textura y los diferentes ingredientes utilizados que van desde chocolate hasta frutas. En los postres se tiene una división en postres fríos, pies, budines, entre otros. Las tortas se clasifican en tortas normales, bizcochuelos y tortas para ocasiones que se hornean bajo pedidos especiales. Para un listado completo véase el Anexo 2: Listado de Productos de Repostería.

3. CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

3.1. Definición de Proceso

Toda empresa funciona mediante procesos que harán posible la realización de diferentes actividades. Para el presente proyecto, se estudiarán los procesos de producción de pasteles y galletas de Hansel y Gretel para poder analizar los recursos que éstos consumen y proponer mejoras a los mismos.

Según Joseph Jurán, un proceso es un conjunto interrelacionado de recursos y actividades que transforman entradas en salidas. Estos recursos incluyen personal, instalaciones, equipos, técnicas y métodos. (Juran 45.2). Dennis Hobbs define a un proceso como una ubicación física donde una agrupación lógica de recursos realiza actividades secuenciales. (Hobbs 76).

Por lo tanto, un proceso comprende una serie de actividades realizadas por diferentes departamentos o servicios de la organización, que añaden valor y que ofrecen un servicio a su cliente. Este cliente podrá ser tanto un "cliente interno", que pueden ser otras personas o grupos dentro de la organización, como un "cliente externo", consumidores o usuarios del producto o servicio final. (Colombia)

3.2. Cadena de Valor

La Cadena de Valor empresarial, o Cadena de Valor, es un modelo teórico que permite describir el desarrollo de las actividades de una organización empresarial generando valor al cliente final descrito. (Porter)

La Cadena de Valor comienza con los clientes, los que tienen expectativas con relación a la organización y termina con los clientes, pues estos esperan satisfacer sus necesidades una vez que reciban el producto o servicio que brinda la entidad. (Pozo).

Dentro de toda empresa se encuentran Procesos Gobernantes, Productivos y Habilitantes que servirán para observar cómo los requerimientos de sus clientes fluyen a través de la empresa, transformándose en productos o servicios que satisfacen estos requerimientos del cliente. (Cisneros). El significado de estos procesos se describe a continuación:

- Los Procesos Gobernantes son aquellos procesos que direccionan el rumbo de la empresa.
- Los Procesos Productivos son aquellos que crean valor dentro de la empresa transformando los requerimientos del cliente y entregando productos o servicios terminados.
- Los Procesos Habilitantes son aquellos que permiten que los demás procesos se realicen y estén aptos para su funcionamiento.

3.3. Diagramas

Según Kadota, los diagramas son la representación gráfica de un trabajo que ha sido dividido en componentes o unidades básicas. Los diagramas ayudan a analizar y mejorar el método actual. Los métodos para la elaboración de diagramas incluye el dividir cronológicamente el proceso en actividades, esta división a su vez puede ser en base al flujo de personas, de materiales y del proceso de producción.

3.3.1. Flujograma








“Los diagramas de flujo, o flujogramas, son diagramas que emplean símbolos gráficos para representar los pasos o etapas de un proceso. También permiten describir la secuencia de los distintos pasos o etapas y su interacción.”
(Vázquez)

En la representación de un proceso se identifican las entradas de materiales e información, las operaciones que se efectúan, las salidas, las interrelaciones con otros procesos y los responsables de las distintas operaciones.

El principal objetivo de los diagramas es indicar el camino que sigue el movimiento. Además permite mostrar las interrelaciones que existen entre las diferentes actividades dentro de un mismo proceso. La información que se utiliza en la elaboración de los diagramas es la cantidad, la distancia recorrida, tipo de trabajo realizado, el equipo utilizado y en ocasiones se puede incluir también el tiempo. (Salvendy 411)

Existe una convención de símbolos para la realización de los diagramas de flujo. De acuerdo con Kadota los acontecimientos y las acciones se clasifican en los cinco grupos que se muestran a continuación:

Tabla 1. Símbolos Diagramas de Flujo²

Símbolo	Acción
	Operación: existe cuando se modifican intencionalmente las características físicas o químicas de un objeto.
	Transportación: el traslado de un objeto o persona de un lugar a otro. Excepto cuando el movimiento es parte de la operación.
	Inspección: se examina un objeto para identificarlo o verificar características o calidad.
	Demora: cuando se espera para que se produzca la acción siguiente.
	Almacenamiento: cuando un objeto se guarda y protege contra el retiro no autorizado.
 	Combinación: se combinan para mostrar actividades que se realizan simultáneamente. <i>Inspección realizada en el transcurso de la operación.</i> <i>Se realiza una operación mientras el producto está en movimiento.</i>

Considerando entonces los beneficios de la elaboración de diagramas de flujo para la identificación de las actividades relevantes para el análisis presentado en el documento se hará uso de esta herramienta.

² Fuente: (Salvendy 415)
Elaboración: Propia

3.4. Control Estadístico de Procesos

Para que un producto cumpla con los requerimientos del cliente generalmente deberá fabricarse con un proceso que sea estable o repetible. Por esto, es necesario que un proceso opere con poca variabilidad en sus características de calidad. El Control Estadístico de Procesos es un conjunto de herramientas para resolver problemas, muy útil para conseguir la estabilidad y mejorar la capacidad del mismo proceso mediante la reducción de la variabilidad. Sus siete herramientas principales llamadas “siete magníficas” son:

1. Histogramas
2. Hoja de Verificación
3. Gráfica de Pareto
4. Diagrama Causa y Efecto
5. Diagrama de Concentración de Defectos
6. Diagrama de Dispersión
7. Cartas de Control

(Montgomery, Control Estadístico de la Calidad 154)

Para analizar los procesos de Hansel y Gretel se hará uso de Histogramas, Gráficas de Pareto y Cartas de Control, que se describen a continuación, para poder concluir sobre el comportamiento del sistema logístico y productivo.

3.4.1. Histogramas

Un histograma es una representación gráfica de la acumulación de datos de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. En el eje vertical se representan las frecuencias, y en el eje horizontal los valores de las variables.

En un histograma es sencillo ver tres propiedades:

- Forma
- Localización o tendencia central
- Dispersión o expansión

(Montgomery y Runger, Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería 32).

Cabe recalcar que los histogramas se los generará con la ayuda del Software Minitab.

3.4.1.1. Teorema del Límite Central

La distribución de una media de una muestra de una población que tiene una varianza finita, tiende a distribuirse normalmente a medida que el tamaño de la muestra tiende al infinito (Antonio 50).

3.4.2. *Gráficas de Pareto*

El Análisis Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. Una Gráfica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los más triviales de manera que se pueda identificar dónde se deben dirigir los esfuerzos de mejora. Reducir los problemas más significativos, es decir, las barras más largas en una Gráfica de Pareto, servirá más para una mejora general que reducir en los pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos, entre dos y tres aspectos serán los responsables por el 80% de los problemas. (Calidad)

Con esta herramienta se podrá identificar oportunidades de mejora en los procesos de Hansel y Gretel y será generada con la ayuda del Software Minitab.

3.4.3. *Cartas de Control*

Las Cartas de Control son una representación gráfica de una característica de la calidad que se ha calculado a partir de una muestra contra el número de muestra o tiempo. La carta contiene una línea central que representa el valor promedio de la característica de la calidad que corresponde al estado bajo control, es decir, cuando únicamente están presentes causas fortuitas inherentes al proceso.

También se muestran en la carta otras dos líneas horizontales, llamadas el límite de control inferior, UCL por sus siglas en inglés, y el límite de control inferior, LCL por sus siglas en inglés. Estos límites se eligen de tal modo que si el

proceso está bajo control, casi todos los puntos muestrales se localizarán entre ellos. Si un punto se encuentra fuera de los límites de control se interpreta como evidencia de que el proceso está fuera de control y se requiere investigación y acción correctiva para encontrar y eliminar la causa o causas asignables responsables de este comportamiento. Incluso cuando todos los puntos se localizan dentro de los límites de control, si se comportan en una manera sistemática o no aleatoria, esto podría ser un indicio de que el proceso está fuera de control. (Montgomery, Control Estadístico de la Calidad 157)

Se hará uso de cartas de control para establecer horarios estándar de salida de las furgonetas de Hansel y Gretel. Estas cartas de control se evaluarán de acuerdo a las siguientes condiciones; que si son cumplidas por las muestras se considerarán como fuera de control.

3.4.3.1. Reglas Western Electric

Para el análisis de las Cartas de Control de Shewhart se deben considerar 10 reglas que se detallan a continuación:

1. Uno o más puntos fuera de los límites de control.
2. Dos o tres puntos consecutivos fuera de los límites de advertencia dos sigma pero aún dentro de los límites de control.
3. Cuatro de cinco puntos consecutivos en el mismo lado de la línea central.
4. Una corrida de ocho puntos consecutivos en el mismo lado de la línea central.
5. Seis puntos seguidos que se incrementan o se decrementan de manera sostenida
6. 15 puntos seguidos en las zonas 1 sigma (tanto arriba como debajo de la línea central)
7. 14 puntos seguidos alternándose arriba y abajo.
8. 8 puntos seguidos en ambos lados de la línea central, pero ninguno de ellos en la zona 1 sigma.
9. Un patrón inusual o no aleatorio en los datos.
10. Uno o más puntos cerca de un límite de control o de advertencia

(Montgomery, Control Estadístico de la Calidad 176)

3.4.3.2. Cartas de Control para \bar{X}

Según Montgomery, se puede analizar una característica de calidad que tiene una distribución normal con media μ y desviación estándar σ , donde ambos son conocidos. Si de una muestra de tamaño n , se obtiene el promedio y se sabe que éste promedio también sigue una distribución normal con media μ y desviación estándar $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, se tiene una probabilidad de $1-\alpha$ para que cualquier media muestral se localice entre:

$$\mu + Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{y} \quad \mu - Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Estas ecuaciones pueden usarse como los límites de control superior e inferior en una carta de control para las medias muestrales. $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ se acostumbra sustituir por 3, a fin de trabajar con límites 3 sigma. Se ha supuesto que la distribución de la calidad es normal. Sin embargo, los resultados anteriores siguen siendo aproximadamente válidos incluso cuando una distribución fundamental no es normal, debido al teorema del límite central. Este teorema con frecuencia es una justificación de la normalidad aproximada.

Si x_1, x_2, \dots, x_n son variables aleatorias independientes con media μ_i y varianza σ_i^2 , y si $y = x_1 + x_2 + \dots + x_n$, entonces la distribución de $\frac{y - \sum_{i=1}^n \mu_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}}$ tiende a la distribución $N \rightarrow (0,1)$ cuando n tiende al infinito. (Montgomery, Control Estadístico de la Calidad 68)

En la práctica, no se conocen los valores de μ y σ . Por lo tanto, deben estimarse a partir de muestras o subgrupos preliminares tomados cuando se considera que el proceso está bajo control. Estas estimaciones deberán basarse en al menos 20 o 25 muestras. Suponer que se cuenta con m muestras, cada una contiene n observaciones de la característica de la calidad. De manera típica, n será pequeña, con frecuencia ya sea 4, 5 o 6.

De los promedios de cada muestra se obtiene un gran promedio, que será el mejor estimador de μ . Éste se denota por $\bar{\bar{x}}$ y se lo usará como línea central en la carta \bar{x} .

Así, se puede estimar la desviación estándar σ mediante el método del rango. Si se obtiene el rango de cada muestra y se las promedia, se obtendrá \bar{R} .

Tomando esto en cuenta, los límites de control para la carta \bar{x} son:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

$$\text{Línea Central} = \bar{\bar{x}}$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

Donde A_2 se obtiene de tablas para varios tamaños de muestra. (Montgomery, Control Estadístico de la Calidad 209)

3.4.3.3. Cartas de Control R

La variabilidad del proceso puede monitorearse graficando los valores del rango muestral R en una carta de control. La línea central y los límites de control de la carta R son los siguientes:

$$UCL = D_4\bar{R}$$

$$\text{Línea Central} = \bar{R}$$

$$LCL = D_3\bar{R}$$

Donde D_4 y D_3 se obtienen de tablas para varios valores de n (Montgomery, Control Estadístico de la Calidad 210)

Al igual que otras herramientas estadísticas, en este proyecto de tesis se construirán ambas cartas de control con la ayuda del Software Minitab.

3.4.3.4. Supuesto de Normalidad en Cartas de Control \bar{X} y R

Schilling y Nelson investigaron el uso de distintas distribuciones en las cartas de control diseñadas para distribuciones normales, y su estudio indica que en la mayoría de los casos, muestras de tamaño 4 o 5 son suficientes para asegurar una robustez razonable para el supuesto de normalidad. La carta R es más sensible a las desviaciones de la normalidad que la carta \bar{x} . (Nelson y Schilling)

3.5. Herramientas para Inferencia Estadística

Los recursos estadísticos son una herramienta importante para analizar procesos. Estas herramientas proporcionarán métodos descriptivos y analíticos para abordar la variabilidad de los datos observados (Montgomery y Runger, Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería 7). Con ayuda de estas herramientas estadísticas, se podrá inferir sobre la información contenida en una muestra para sacar conclusiones acerca de la población de la que proviene la muestra de datos obtenidos de la empresa Hansel y Gretel.

3.5.1. Pruebas de Hipótesis

Si se quiere decidir entre dos hipótesis que afectan a un cierto parámetro de la población, a partir de la información de la muestra que se tiene se podrá usar un contraste de hipótesis. Cuando se opte por una de estas dos hipótesis, se conocerá una medida del error cometido, es decir, cuántas veces de cada cien se habrá cometido el error.

Para contrastar estas hipótesis se utiliza lo siguiente:

- H_0 se llama hipótesis nula y es lo contrario de lo que se sospecha va a ocurrir.
- H_1 se llama hipótesis alternativa y es lo que se sospecha que va a ser cierto

Estos contrastes pueden ser de dos tipos:

- De una cola, en la hipótesis alternativa aparece el signo distinto
- De dos colas, en la hipótesis alternativa aparece o el signo $>$ o el signo $<$.

Se puede no rechazar una hipótesis cuando en realidad no es cierta, entonces se cometerá unos errores que podrán ser de dos tipos:

- Error de tipo I, que consiste en aceptar la hipótesis alternativa cuando la cierta es la nula.
- Error de tipo II, que consiste en aceptar la hipótesis nula cuando la cierta es la alternativa.

Estos errores se aceptarán si no sobrepasan un valor especificado.

- Alfa, es la probabilidad de cometer un error de tipo I
- Beta, es la probabilidad de cometer un error de tipo II

De los dos, el error alfa, que se llamará nivel de significación, informará sobre la probabilidad que se tiene de estar equivocados si se acepta la hipótesis alternativa. Este error es el que interesa ya que la hipótesis alternativa es la que se debe probar y no se quiere aceptarla si en verdad no es cierta, es decir, si se acepta la hipótesis alternativa, se prefiere equivocarse con un margen de error muy pequeño.

El nivel de significación generalmente suele ser de 5%, lo que significa que 5 de cada 100 veces se acepta la hipótesis alternativa cuando la cierta es la nula. (García)

3.5.2. Pruebas T

Se las utiliza para inferir sobre la diferencia en medias de dos distribuciones normales con varianzas desconocidas. Cuando se trabaja con muestras pequeñas, es decir menores a 25 muestras, se supondrá que las poblaciones tienen una distribución normal y las pruebas de hipótesis junto con los intervalos de confianza se basarán en la distribución t. (Montgomery y Runger, Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería 388)

Se requiere el supuesto de normalidad para desarrollar el procedimiento de prueba, pero desviaciones moderadas en la normalidad no tienen efectos adversos sobre el procedimiento. Además, deben considerarse dos situaciones diferentes. En el primer caso, se supone que las varianzas de las dos distribuciones normales son desconocidas pero iguales; es decir, $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$. En el segundo se supone que σ_1^2 y σ_2^2 son desconocidas y no necesariamente iguales. (Montgomery y Runger, Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería 388)

En el caso de tener varianzas iguales, se usa una estimación combinada de la varianza y el proceso se lo suele conocer como la prueba t combinada de dos muestras, en donde:

Hipótesis nula: $H_0 = \mu_1 - \mu_2 = \Delta_0$

Estadístico de prueba: $T_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - \Delta_0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$

Hipótesis alternativa: $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \Delta_0$

Criterio de rechazo: $t_0 > t_{\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$ ó $t_0 < -t_{\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$

Donde:

μ_1, μ_2 son las medias de la población 1 y 2 respectivamente.

\bar{X}_1, \bar{X}_2 son las medias muestrales de la población 1 y 2 respectivamente.

Δ_0 es la diferencia esperada, es cero si se desea saber si ambas medias son iguales o no.

n_1, n_2 es el tamaño de las muestras 1 y 2.

S_p es un estimador combinado de σ^2 calculado con S_1^2 y S_2^2 que son las varianzas muestrales de la población 1 y 2 respectivamente:

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

(Montgomery y Runger, Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería 390)

En el caso de tener varianzas diferentes, no hay un estadístico t exacto para probar $H_0 = \mu_1 - \mu_2 = \Delta_0$ en este caso. Sin embargo, se puede usar el siguiente estadístico:

$$T_0^* = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - \Delta_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Que tiene una distribución aproximadamente igual a la de t con los grados de libertad dados por:

$$v = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2$$

(Montgomery and Runger, Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería 392)

3.5.3. ANOVA (Análisis de la Varianza)

Se las utiliza para inferir sobre la diferencia en el efecto de los niveles de un factor sobre una respuesta observada que es una variable aleatoria. Se tiene observaciones tomadas bajo el nivel de un factor. Se entiende por nivel a cada una de los diferentes tratamientos de un solo factor. El resultado del análisis es un modelo que describe las observaciones de un experimento, el modelo se observa de la siguiente forma:

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

Donde y_{ij} es la ij -ésima observación, μ_i es la media del nivel del factor i -ésimo, y ε_{ij} es un componente del error aleatorio que incorpora las demás fuentes de variabilidad del experimento incluyendo las mediciones, la variabilidad que surge de factores no controlados, las diferencias entre las unidades experimentales a las que se aplican los tratamientos y el ruido de fondo general en el proceso. (Montgomery, Diseño y Análisis de Experimentos 64)

El modelo es el resultado del análisis de la varianza simple, dado que se investiga un solo factor. Es un requisito que el experimento se lleve en orden aleatorio de manera que el ambiente sea lo más uniforme posible. Los objetivos serán probar las hipótesis apropiadas acerca de las medias de los tratamientos y estimarlas. Para probar las hipótesis se tiene que los errores del modelo son variables aleatorias que siguen una distribución normal e independiente con media cero y varianza σ^2 . Las hipótesis apropiadas son:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ para al menos un par } (i,j)$$

(Montgomery, Diseño y Análisis de Experimentos 65)

3.6. Estudios de Tiempos

Es una técnica que sirve para calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido.

Para desarrollar un centro de trabajo eficiente se deben establecer tiempos estándar. Tres elementos ayudan a determinarlos: las estimaciones, registros históricos y los procedimientos de medición del trabajo. (Niebel 373). Para el estudio de tiempos a realizarse en este proyecto se desarrollarán procedimientos de medición en las secciones siguientes. Con esto, se podrá establecer estándares de tiempo justos que incluyan suplementos por fatiga, retrasos personales y retrasos inevitables.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible producir más en una planta dada e incrementan la eficiencia del equipo y el personal operativo. Los estándares acertados pueden significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio. (Niebel 374)

Para realizar el estudio en la empresa Hansel y Gretel es imprescindible tomar tiempos utilizando los diferentes métodos que se explican a continuación. Una vez recopilada esta información, se procederá a hacer los análisis correspondientes para encontrar oportunidades de mejora.

Según Benjamin Niebel, el procedimiento técnico empleado para calcular los tiempos de trabajo consiste en determinar el denominado tiempo tipo o tiempo estándar, entendiendo como tal, el que necesita un trabajador calificado para ejecutar la tarea a medir, según un método definido. Este tiempo tipo, (T_p), comprende no sólo el necesario para ejecutar la tarea a un ritmo normal, sino además, las interrupciones de trabajo que precisa el operario para recuperarse de la fatiga que le provoca su realización y para sus necesidades personales. (Niebel 380)

3.6.1. Técnicas de la Toma de Tiempos

Existen varias técnicas de medición de trabajo como el estudio de tiempos con cronómetro, datos de movimientos fundamentales, datos estándar, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo de trabajo. Todas ellas sirven para hacer estándares de producción justos. Estas técnicas se basan en hechos. Todas establecen estándares de tiempo permitido para realizar una tarea dada, con los suplementos por fatiga y por retrasos personales y retrasos inevitables. (Niebel 374)

3.7. Matriz de Valor Agregado

A partir del estudio de tiempos, se puede realizar una Matriz de Valor Agregado en la cual se detalla cada actividad a realizarse en el proceso y cuánto tiempo toma cada una de ellas. Los tiempos de estas actividades deben ser clasificados en dos tipos de grupos: los que añaden valor y los que no lo hacen.

Dentro de los que añaden valor, se tiene a las actividades que Agregan Valor al Cliente, VAC, y las actividades que Agregan Valor al Negocio, VAN. Se busca que estas actividades sean predominantes en los procesos de la empresa.

Las actividades que no agregan valor pueden ser clasificadas en: Preparación, P; Movimiento, M; Espera, E; Inspección, I y Abastecimiento, A. Este tipo de actividades deben reducirse al mínimo ya que se desperdicia en ellas tiempo, esfuerzo y dinero.

Una vez realizada la clasificación, se pueden obtener dos índices:

- El Índice de Valor Agregado para el Número de Actividades

$$IVA (\#act) = \frac{\#Act. (VAC + VAN)}{Total Actividades} \times 100\%$$

- El Índice de Valor Agregado para el tiempo de Actividades

$$IVA (t. act) = \frac{t. Act. (VAC + VAN)}{Total Tiempo Actividades} \times 100\%$$

Se necesita que ambos índices reflejen porcentajes altos, para que los procesos sean realizados eficiente y eficazmente. (Cisneros)

3.8. Value Stream Mapping (VSM)

Para estudiar los procesos de producción de Hansel y Gretel se necesita considerar su flujo de valor. De acuerdo con Thomas Pyzdek, el flujo de valor de una empresa incluye todas las actividades, tanto las que agregan valor como las que no que son necesarias para que un producto sea convertido desde la materia prima hasta que llega a las manos del consumidor final. Puede mostrar también el paso desde que una orden es ingresada al sistema hasta que se entrega el producto, o desde el diseño en concepto hasta el lanzamiento de un producto. Se considera tanto el flujo de información como el de materiales. (Pyzdek 709)

3.8.1. Definición del Value Stream Mapping

El Value Stream Mapping es una herramienta visual de Manufactura esbelta que permite identificar todas las actividades en la planeación y la fabricación de un producto, con el fin de encontrar oportunidades de mejoramiento que tengan un impacto sobre toda la cadena y no en procesos aislados. (¿Qué es Value Stream Mapping (Mapeo de la Cadena de Valor) - VSM?) El diagrama de valor permite distinguir entre actividades que agregan valor y las que no. Las actividades que no agregan valor son consideradas como desperdicio. Según Pyzdek, desperdicio es cualquier actividad que consume recursos pero que no genera ningún valor para el cliente. (Pyzdek 709)

El VSM es una variación de los diagramas de flujo ya que muestra como el flujo de valor se mueve a través del proceso hasta que llega al cliente (Pyzdek 710) . En este proyecto, el cliente final que se considerará en la Producción será el área de Decoración y para Decoración, el cliente será el área de Despachos hacia los diferentes locales.

Entonces éste es un gráfico compuesto de íconos y símbolos simples y que describen principalmente 2 tipos de flujo: El flujo de información (planeación), que comprende las actividades realizadas desde que el cliente realiza la orden hasta que una orden de trabajo o producción es generada. El otro flujo es el de materiales (fabricación), en el que se tienen en cuenta todos los procesos

necesarios para producir el bien, hasta que es entregado al cliente. (¿Qué es Value Stream Mapping (Mapeo de la Cadena de Valor) - VSM?)

3.8.2. Siete Herramientas del VSM

Las herramientas que se utilizan para desarrollar un diagrama de valor eficiente fueron establecidas en 1997 por Peter Hines and Nick Rich y son:

- Diagramación de las actividades dentro del proceso
 - Matriz de respuesta de la cadena de demanda
 - Organizar la variedad de productos de acuerdo a la cantidad
 - Mapeo de la demanda
 - Análisis de los puntos de decisión
 - Análisis de la Estructura física del diagrama de valor.
- (The seven value stream mapping tools)

Estas herramientas fueron diseñadas como un complemento para la captura y eliminación de desperdicio dentro del diagrama de valor.

Para el análisis uno de los puntos más importantes es el Takt-Time que indica un intervalo preciso de tiempo. Permite saber a qué ritmos se debe producir. (Hopp and Spearman 161) Su valor se determina dividiendo el tiempo disponible de trabajo para el volumen requerido por el consumidor:






$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible\ en\ horas}{Requerimiento\ del\ cliente\ en\ volumen}$$

Este resultado mostrará la cantidad de tiempo que se requiere para producir una unidad. Si en realidad la producción toma más que este tiempo, se procede a revisar los tiempos de ciclo de cada actividad en busca de oportunidades de mejora (Pyzdek 712). De esta manera se procederá al estudio de la situación actual del Centro de Producción de Hansel y Gretel.

3.8.3. Diagramas Value Stream Mapping

En los diagramas que se observarán en la tesis se tiene iconos que son importantes para el análisis de la situación, así la simbología que se usará más adelante se resume a continuación:

Tabla 2. Símbolos Value Stream Map³

Simbología	Definición
C/T	Tiempo de ciclo
C/O	Tiempo para cambiar, o el setup
	Inventario, se debe indicar la cantidad que hay entre estaciones o al final del proceso, en unidades de tiempo
	Envíos por camión
	Recursos Externos, son clientes o proveedores
	Flujo electrónico de información
	Movimiento de Material

3.8.4. Estado Actual en el Value Stream Mapping (VSM)

El diagrama de valor del estado actual es una muestra de cómo se encuentra el proceso en ese momento. Antes de realizarlo se debe identificar que producto o que proceso se va a diagramar. “El VSM actual debe capturar el ciclo del proceso de la manera en que se encuentra antes de que se realicen las medidas de mejoramiento, y si tiene problemas de desperdicio, debe mostrar que tan severos son. Esto permitirá identificar que rediseño del proceso se debe realiza” (Notas de clase Jean Fullerton. EGR 411 Métodos Actuales de Ingeniería Industrial. Elizabethtown College. Otoño 2008)

La elaboración de un diagrama de valor actual requiere de la siguiente información:

³ Fuente: **Invalid source specified.**
Elaboración: Propia

- a. Tiempo de ciclo – Cómo a menudo una parte se completa con un proceso
- b. C/O, Change Over, el tiempo de cambio – el tiempo necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro tipo
- c. El tiempo de actividad – el porcentaje de tiempo en el que una máquina o proceso está disponible en la demanda
- d. EPE (en inglés, “each part each”) tamaño del lote expresado en el tiempo (días, etc.) EPE entonces significa “cada parte cada cierto tiempo.”
- e. Número de operadores
- f. Número de variaciones de producto
- g. Tamaño del paquete – el número de artículos en un envío
- h. El tiempo de trabajo (menos interrupciones)
- i. Tasa de desechos
(Group)

3.8.5. Estado Futuro en el Value Stream Mapping (VSM)

El diagrama de valor futuro debe estar compuesto únicamente por actividades que generen valor. Debe presentarse de manera que todas las restricciones identificadas en el diagrama de valor actual se han eliminado y debe mostrar tiempos de ciclo en los cuales los procesos se realicen de forma más eficiente. Para la elaboración se debe:

- Mejorar los tiempos de ciclo, especialmente en los cuellos de botella.
- Identificar la posibilidad de establecer celdas de trabajo
- Determinar la ubicación de Kanban
- Establecer los métodos de planificación de la producción
- Calcular el tiempo de ciclo y el tiempo de ventaja.

(Notas de clase Jean Fullerton. EGR 411 Métodos Actuales de Ingeniería Industrial. Elizabethtown College. Otoño 2008)

Una vez identificados los problemas en el estado actual, se deben implementar mejoras en el proceso tales como mejorar el rendimiento de procesos, reducción de los defectos, mejorar el tiempo de actividad, reduciendo el tiempo de transición, y la eliminación de la pérdida de tiempo / movimiento dentro

de los procesos. Se tendrá que utilizar los instrumentos tradicionales de manufactura esbelta. También se puede utilizar los métodos estadísticos para mejorar y controlar los procesos que lo necesiten. (Dolcemascolo)

Una de los puntos de mejora que se muestran se consigue a través de un balanceo de la línea de producción. El balanceo se utiliza de tal manera que cada estación de trabajo tiene en promedio la misma cantidad de trabajo. De esta forma se consigue un uso eficiente del personal además de la existencia de equidad. (Hopp and Spearman 665)

3.9. Simulación

Para este proyecto de tesis se tomará en cuenta a la Simulación para describir cómo funciona el sistema productivo de Hansel y Gretel y seguido a esto, se recomendará cómo mejorar los tiempos de los procesos o la secuencia de éstos procesos.

3.9.1. Definición de Simulación

La simulación es imitar la operación de un proceso real o un sistema en el tiempo. La simulación envuelve la generación de la historia artificial de un sistema y la observación de esta historia para inferir sobre sus características de operación del sistema real. (Banks, Carson and Barry 3) Por otro lado, simular nos ayuda a entender el comportamiento de un sistema y examinar oportunidades de mejora sin tener que cambiar el sistema real. (Law 5).

Una herramienta de simulación es el software Arena. Arena permite modelar procesos para definir, documentar e informar. Simular la respuesta futura del sistema de cara a comprender relaciones complejas e identificar posibilidades de mejora, visualizar las operaciones con gráficos dinámicos animados, analizar cómo el sistema funcionará en su configuración “tal cual” y bajo un conjunto de posibles alternativas posibles de forma que se pueda elegir de forma segura la mejor de ellas. (Valles Miquel 3)

3.9.2. Modelos de Simulación de Eventos Discretos a Utilizarse

El comportamiento de un sistema al evolucionar con el paso del tiempo se estudia mediante el desarrollo de un modelo de simulación. Este modelo toma su forma con un set de entidades u objetos de interés del sistema además de preguntas “what if” sobre el sistema real. (Banks, Carson and Barry 3) Los modelos de simulación sirven como herramientas de diseño cuando los sistemas aún no han sido construidos bajo circunstancias variables o como herramientas de análisis para predecir efectos de cambios de sistemas existentes. (Banks, Carson and Barry 3)

En este proyecto se realizará una simulación estocástica dinámica de eventos discretos para representar a la línea de producción a analizarse.

Simulación estocástica se refiere a los modelos que tienen una o más variables aleatorias como entradas. Las entradas aleatorias conducen a resultados aleatorios (estimaciones de las verdaderas características de un modelo). Así, se representará aleatoriedad o impredecibilidad en el tiempo. (Banks, Carson and Barry 13)

Simulación de eventos discretos se refiere a los modelos de sistemas en los cuales la variable de estado cambia únicamente en puntos discretos en el tiempo. Es decir, el estado del sistema cambia únicamente cuando eventos específicos ocurren y estos eventos únicamente ocurren en instancias de tiempo discreto. Estado del sistema es un vector de información con toda la información necesaria para describir un sistema en cualquier punto del tiempo con propósitos de análisis. (Banks, Carson and Barry 13)

Simulación dinámica tiene que ver con los modelos que representan un sistema tal como cambia con el paso del tiempo. Así, el paso del tiempo es parte de la simulación. (Banks, Carson and Barry)

De este modo, la simulación de eventos discretos, que es la representación de un sistema dinámico estocástico en una computadora, necesitará de parámetros de sistema para devolver resultados aleatorios. (Banks, Carson and Barry 13)

3.9.3. Medidas de Desempeño de Simulación

Por medidas de desempeño de simulación nos referimos a las diferentes categorías de medidas de desempeño basadas en datos de la simulación que deben ser recogidas para sacar conclusiones acerca de un sistema. (Banks, Carson and Barry 30) Entre estas se tiene:

- a. *Estadísticos "Tally"*: Tally es un término de Arena. Son datos para una medida que se recolectan con observaciones individuales.
- b. *Contadores*: Incrementan cuando un evento específico ocurre.
- c. *Medidas de promedio en tiempo*: Las variables se ponderan por el lapso de tiempo en el que ocurren
- d. *Máximos y mínimos*: Cambian cuando lo indican comparaciones específicas.

En este proyecto se analizarán estas medidas de desempeño dentro de la línea de producción a analizarse en la empresa Hansel y Gretel para encontrar oportunidades de mejora en la misma.

3.9.4. Terminología del Software Arena para Simulación

La siguiente terminología será utilizada más adelante en la sección de simulación de eventos discretos para la producción de pasteles, galletas y panes de Hansel y Gretel:

- i. *Sistema*: Una colección de entidades, como por ejemplo personas y máquinas, que interactúan juntas en el tiempo para alcanzar uno o más objetivos
- ii. *Modelo*: Una representación abstracta de un sistema, usualmente contiene relaciones estructurales, lógicas o matemáticas que describen a un sistema en términos de estado, entidades y sus atributos, procesos, eventos, actividades y demoras.
- iii. *Entidades*: Objetos que se mueven a través del sistema simulado. Las entidades se pueden combinar y separar.
- iv. *Atributos*: Parámetros o datos específicos de una entidad.

- v. *Variables/parámetros globales*: Valores al que tienen acceso todas las entidades y recursos a través del sistema.
- vi. *Recursos*: Ítems que son usados por entidades y que se encuentran en cantidades limitadas.
- vii. *Colas*: “Espacios” donde las entidades esperan por recursos.
- viii. *Eventos*: Acciones que provocan que el estado del sistema cambie
- ix. *Actividad*: Un lapso de tiempo de longitud especificada, el cual se conoce cuando comenzará (aunque puede ser definido en términos de una distribución de probabilidad).
- x. *Demora*: Un lapso de tiempo de longitud indefinida no especificada, el cual no se conoce cuándo terminará.

(Banks, Carson and Barry 9)

La mecánica de la simulación consiste en un calendario de eventos y el reloj de paso de tiempo simulado. El calendario de eventos es una lista ordenada por tiempo de los eventos y los tiempos en los que estos ocurren. Cuando el evento que encabeza la lista ocurre, se avanza el tiempo simulado y se inicia cierta lógica específica. Esta lógica cambia el estado del sistema, actualiza estadísticos y programa eventos adicionales. (Banks, Carson and Barry 24)

3.9.5. Módulos de Flujo de Datos Arena

- Módulo Create: Este módulo representa la llegada de entidades al modelo de simulación. Las entidades se crean usando una planificación o basándose en el tiempo entre llegadas. En este módulo se especifica también el tipo de entidad de que se trata.
- Módulo Process: Este módulo corresponde al principal método de procesamiento en simulación. Se dispone de opciones para ocupar y liberar un recurso. El tiempo del proceso se le añade a la entidad y se puede considerar como valor añadido, valor no-añadido, transferencia, espera u otros.

- Módulo Decide: Este módulo permite a los procesos tomar decisiones en el sistema. Incluye la opción de tomar decisiones basándose en una o más condiciones o basándose en una o más probabilidades. Las condiciones se pueden basar en valores de atributos, valores de variables el tipo de entidad o una expresión.
- Módulo Dispose: Este módulo representa el punto final de entidades en un modelo de simulación. Las estadísticas de la entidad se registrarán antes de que la entidad se elimine del modelo.
- Módulo Resource: Este módulo de datos define los recursos en un sistema de simulación, incluyendo información de costes y disponibilidad del recurso. Los recursos pueden tener una capacidad fija que no varía durante la simulación o pueden operar basándose en una planificación. Los fallos y estados del recurso se pueden definir también en este módulo.
(Miquel 8)

3.10. Logística

La logística se encarga de la planificación y control del flujo de material y la información relacionada en las organizaciones. La misión es el tener los materiales correctos, en el lugar correcto al momento adecuado. (Ghiani, Laporte y Musmanno 1) La aplicación de la Logística en el proyecto de tesis se fundamenta el flujo de productos terminados desde el Centro de Distribución hacia los puntos de venta. En este sentido, el análisis se enfoca en el transporte.

3.10.1. *Modos y Costos de Transporte*

Hoy en día una empresa puede escoger entre tres alternativas para el transporte de los productos. La primera es que la compañía opere la flota, ya sea propia o alquilada. La segunda es contratar una empresa que se encargue del manejo y transporte de los materiales. Finalmente, se puede contratar a una empresa para que realice esta tarea pero lo hace a la vez con los materiales de otras empresas. (Ghiani, Laporte y Musmanno 9)

La decisión depende de los costos que implicarían cada una de estas opciones. En el caso de Hansel y Gretel se dispone de una flota propia, entonces para la primera opción según Ghiani, “el costo de operación del flete está conformado por el costo del combustible, mantenimiento, depreciación del vehículo, seguro y gastos del personal. El mantenimiento y consumo de combustible dependen de la distancia que recorren. “ (Ghiani, Laporte y Musmanno 200)

3.11. Problemas de Ruteo de Vehículos

Los problemas de ruteo de vehículos consisten en determinar las rutas que usarán los transportistas para servir a un grupo de usuarios. Los problemas permiten determinar el número de viajes requeridos partiendo desde el Centro y recorriendo todos los arcos para cubrir todos los vértices.

En este tipo de problemas se considerará el área que recorren los vehículos hacia los puntos de venta. Además, las decisiones que se deben realizar se enfocan hacia el tamaño de la flota, las rutas de los vehículos y la calendarización de los viajes que estos realizan.

(Ghiani, Laporte y Musmanno 249)

En el presente proyecto se identifican los puntos de venta como vértices y los arcos a los segmentos de vías.

En los problemas de Ruteo de Vehículos, se cuenta con ciertas restricciones operativas, tales como:

- i. El número de vehículos disponibles, ya sean fijos o como variables de decisión.
- ii. La demanda total de transporte para un vehículo no debe exceder su capacidad.
- iii. La duración de una ruta no debe exceder la duración del turno de trabajo
- iv. Los clientes pueden requerir ser servidos en ventanas de tiempo pre-establecidos
- v. Algunos clientes pueden exigir un tipo específico de vehículos

- vi. El servicio a un mismo cliente puede ser mediante un vehículo o varios vehículos
- vii. Los clientes pueden estar sujetos a relaciones de precedencia.
(Ghiani, Laporte y Musmanno 250)

Para modelar este tipo de problemas en el presente proyecto se ha tomado en cuenta todas estas restricciones, así que el problema se ajustará a estas definiciones.

3.11.1. Estimación del tiempo de viaje

Es importante definir la manera en que se estimará el tiempo de viaje de los vehículos pues esta decisión tendrá alta incidencia en el desarrollo del modelo. Este tiempo se puede cuantificar basándose en segmentos en segmentos de carretera, dividiendo la distancia para la velocidad promedio en ese segmento. Este método funciona para vías en donde se puede mantener una velocidad constante, para rutas en la ciudad se hace necesaria la estimación a través de una regresión. Se identifican los factores que afectan el tiempo de la ruta y la ecuación permite pronosticar el tiempo. Los factores a controlarse son el número de carriles, ancho de vías, regulaciones de parqueo, volumen de tráfico, número de semáforos, número de señales de alto y la calidad de las vías. (Ghiani, Laporte y Musmanno 251)

3.12. Problema del Agente Viajero

El problema del agente viajero se ha establecido con el objetivo de encontrar un viaje de costo mínimo que incluya todos los nodos requeridos, y también el nodo de depósito u origen. En cualquier solución factible del Agente Viajero, cada nodo es visitado por lo menos una vez y dos vértices sucesivos están unidos por una ruta de costo mínimo. Esta propiedad se cumple por la inequidad triangular:

$$c_{ij} \leq c_{ik} + c_{kj}, \quad \forall (i, j) \in A', \quad \forall k \in V', \quad k \neq i, j.$$

Este tipo de viaje es llamado Hamiltoniano.

(Ghiani, Laporte y Musmanno 252)

A tomar en cuenta dos vértices unidos por una ruta, se puede seguir la misma ruta de ida y de regreso entre dos nodos, incurriendo así en distancias iguales de ida y de regreso entre ellos. Es posible considerar esta opción puesto que ciertas calles y avenidas de Quito tienen doble sentido.

En este proyecto se considerará un problema simétrico del Agente Viajero para minimizar la distancia entre los puntos de venta de Hansel y Gretel y su Centro de Producción.

3.13. Ruteo de Nodos y Problemas de Calendarización con Ventanas de Tiempo

En algunos escenarios, los clientes necesitan ser atendidos en ventanas de tiempo específicas. Este es el caso, por ejemplo, de vendedores al minoreo, que no pueden ser reabastecidos en periodos en los que atienden a muchos clientes. En la versión más simple del Problema de Ruteo de Nodos y Calendarización con Ventanas de Tiempo, cada cliente específico una ventana de tiempo, en variantes del problema se puede especificar más de una ventana, por ejemplo, una en la mañana y una en la tarde. Sea e_i , $i \in U$, sea el tiempo más temprano que se puede iniciar el servicio para el cliente i y sea L_i , $i \in U$, el tiempo más tardío en el que el servicio debe empezar en el cliente i . De igual forma, sea e_0 el tiempo más temprano en el que los vehículos pueden salir del depósito y L_0 la hora más tardía a la que deben regresar al depósito. En este problema, la hora de inicio del servicio para cada cliente i es una variable de decisión b_i . Si un vehículo llega muy temprano donde el cliente j , éste debe esperar, por tanto,

$$b_j = \max\{e_j, b_i + s_i + t_{ij}\}$$

Donde i es el cliente visitado antes que j , t_{ij} es el menor tiempo de viaje entre los clientes i y j y s_i es el tiempo de servicio en el cliente i .

A continuación, se ilustra un procedimiento para la resolución de este tipo de problemas.

3.14. Heurístico de Inserción

La literatura plantea algunas metodologías para resolver el problema del agente viajero para calendarizar rutas ajustadas a ventanas de tiempo (PCRNV). Entre estos, el heurístico de inserción es considerado como el método más eficiente para resolver el Problema (PCRNV). El algoritmo construye una posible solución a la vez. En cada iteración se decide cuál nuevo cliente U^* se insertará en la solución actual y entre qué clientes adyacentes i (U^*) y j (U^*) el nuevo cliente U^* tiene que ser insertado en la ruta actual. Al escoger U^* , el algoritmo toma en cuenta ambos, el costo asociado con la inserción de U^* , y la demora en el tiempo de servicio con los clientes siguiendo U^* en la ruta.

A continuación se explican los pasos para la aplicación de este algoritmo:

Paso 0: (*Inicialización*). La primera ruta es inicialmente $C_1 = (0, i, 0)$, donde i es el cliente con la ventana de tiempo más temprana. Establecer $k=1$.

Paso 1: Sea $C_k = (i_0, i_1, \dots, i_m)$ la ruta actual, donde $i_0 = i_m = 0$. Establecer:

$$f_1(i_{p-1}, U, i_p) = \alpha(c_{i_{p-1}u} + c_{Ui_p} - \mu c_{i_{p-1}i_p}) + (1 - \alpha)(b_{i_p}^u - b_{i_p}), \quad (1)$$

Donde $0 \leq \alpha \leq 1$, $\mu \geq 0$ y $b_{i_p}^u$ es el tiempo cuando el servicio puede empezar en el cliente i_p siendo que el cliente U se inserta entre i_{p-1} y i_p . Para cada cliente U que aún no tiene ruta, calcular la mejor inserción posible en la ruta C_k como:

$$f_1(i(u), U, j(u)) = \min_{p=1, \dots, m} f_1(i_{p-1}, U, i_p)$$

Donde $i(u)$ y $j(u)$ son los dos vértices adyacentes de la ruta actual entre los cuales U deberá ser insertado. Determinar el mejor cliente U^* sin ruta a ser insertado obteniendo:

$$f_2(i(u^*), U^*, j(u^*)) = \max_U (f_2(i(u), u, j(u)))$$

Donde

$$f_2(i(u), u, j(u)) = \lambda c_{0u} - f_1(i(u), u, j(u)) \quad (2)$$

Con $\lambda \geq 0$.

Paso 2: Inserte el cliente U^* en la ruta C_k entre i (U^*) y j (U^*) y regrese al paso 1.

Si U^* no existe, pero todavía hay clientes sin ruta, establezca $k=k+1$, inicialice una

nueva ruta C_k (como en el paso 0) y regrese al paso 1. De otra forma, PARE, una solución factible en el PCRNVT ha sido encontrada.

En el presente proyecto, el heurístico de inserción se aplicará con el objetivo de maximizar el beneficio obtenido en cuanto a tiempos, distancias y capacidades logísticas y productivas al servir a un cliente en la ruta actual en lugar de en una ruta individual.

Se tomarán los valores de $\alpha = 0.9$ y $\mu = \lambda = 1$, de modo que la ecuación (2) corresponda al ahorro en distancia de servir al cliente u en la misma ruta que a los clientes i y j en vez de usar una ruta individual. El mejor lugar de inserción factible de un cliente sin ruta está determinado con la minimización de la medida definida por la ecuación (1), de la distancia extra y el tiempo extra requerido para visitarla.

En caso de tomarse valores cercanos a cero para los parámetros μ , α y λ se pondrá más peso en cumplir la ventana de tiempo de cada cliente en el momento de seleccionar los locales a ser insertados y su mejor posición en la ruta actual. Sin embargo, en ciertas rutas se logrará llevar el producto a horas más tempranas de las que actualmente se acostumbra, siendo este aspecto positivo ya que se tendrá un tiempo de ventas mayor para el producto en las horas de la mañana, cumpliéndose primordialmente los ahorros en distancias.

(Ghiani, Laporte y Musmanno)

3.15. Problema de Programación Entera Binaria

Un modelo matemático es un sistema de ecuaciones y expresiones matemáticas relacionadas que describen a un problema. Así, deben tomarse n decisiones cuantificables relacionadas entre sí, denominadas como variables de decisión, representadas por x_1, x_2, \dots, x_n para las que se debe determinar los valores respectivos. La medida de desempeño adecuada, se expresa entonces como una función matemática de estas variables de decisión. Por ejemplo, $Z = 3x_1 + 2x_2 + \dots + 5x_n$. Esta función se llama *función objetivo*. También se expresan en términos matemáticos todas las limitaciones que se puedan imponer sobre todos los valores de las variables de decisión en forma de ecuaciones o desigualdades, que reciben el nombre de *restricciones*. Las constantes, los

coeficientes o el lado derecho de las ecuaciones, en las restricciones y en la función objetivo se llaman *parámetros del modelo*.

El modelo matemático puede expresarse entonces como el problema de elegir los valores de las variables de decisión de manera que se maximice o minimice la función objetivo, sujeta a las restricciones dadas.

Con frecuencia es necesario asignar personas, maquinarias o vehículos a las actividades, en cantidades enteras, por lo que surge el planteamiento e problemas de asignación llamados Problemas de Programación Entera.

Los problemas de programación entera pueden ser útiles para la toma de decisiones sí o no”, como en el caso de Logística que se analizará más adelante: ¿debe asignarse un camión a cierta ruta? Este tipo de decisiones se puede representar mediante variables de decisión restringidas a sólo dos valores, por ejemplo 0 y 1. Así, la j -ésima decisión sí o no se puede representar por x_j , tal que

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{si la decisión } j \text{ es sí} \\ 0 & \text{si la decisión } j \text{ es no} \end{cases}$$

Las variables de este tipo se llaman “variables binarias”. En consecuencia, se hace referencia a los problemas de Programación Entera Binaria (PEB). (Hillier y Lieberman 12)

3.15.1. Problema de Asignación

El problema de Asignación es un tipo especial de problema de programación lineal en el que los asignados son recursos destinados a la realización de tareas. La asignación de personas a trabajos es una aplicación común del problema de asignación. Para que un problema se ajuste a la definición de un problema de asignación, es necesario que este tipo de aplicación se formule de manera tal que se cumplan los siguientes supuestos:

1. El número de asignados es igual al número de tareas.
2. A cada asignado se asigna sólo a una tarea.
3. Cada tarea debe realizarla sólo un asignado.
4. Existe un costo c_{ij} asociado con el asignado i ($i=1,2,\dots,n$) que realiza la tarea j ($j=1,2,\dots,n$)

5. El objetivo es determinar cómo deben hacerse las n asignaciones para minimizar los costos totales.

Los primeros tres supuestos son bastantes restrictivos. Muchas aplicaciones potenciales no las satisfacen por completo. Con frecuencia es posible reformular el problema para hacerlo ajustable. Por ejemplo, muchas veces se pueden usar, asignados ficticios o tareas ficticias con este fin.

Algunas veces (repetición) surgen problemas que no se ajustan del todo al modelo de un problema de asignación, porque ciertos asignados realizarán más de una tarea. En este caso el problema se puede reformular para ajustarse al modelo al dividir cada uno de esos asignados en asignados nuevos separados (pero idéntico).

La formulación del modelo es la siguiente:

Definición de Variables

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si el asignado } i \text{ realiza la tarea } j \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Para $i = 1, 2, \dots, n$ y $j = 1, 2, \dots, n$

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Sujeta a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{Para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{Para } j = 1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \text{para toda } i \text{ y } j$$

3.16. Metodología 5'S

Las 5'S fue un programa desarrollado por Toyota para conseguir, por medio de un enfoque sistémico, mejoras duraderas en el nivel de la organización, orden y limpieza. Es aplicable a todo tipo de empresas, áreas, almacenes, gestión de stocks, puesto de trabajo, archivos, entre otros, e involucra a todos los miembros de la organización. (Lozada y Miño 4)

Con la aplicación de esta metodología en Hansel y Gretel se busca incrementar la productividad al hacer más rápido el trabajo reduciendo operaciones sin valor, disminuir el riesgo de cometer errores, facilitar el trabajo, reducir el nivel de inventarios, reducir los movimientos y traslados inútiles, más espacio y mejor imagen para los clientes.

Son 5 pasos básicos que buscan la mejoría de vida en el trabajo:

1. Seiri – Clasificar
2. Seiton – Organizar
3. Seiso – Limpiar
4. Seiketsu – Estandarizar
5. Shitsuke – Disciplina

3.16.1. Seiri – Clasificar

Se refiere a identificar, clasificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y desprenderse de éstos, es decir, disponer sólo de los materiales necesarios. El material innecesario es todo aquello que no se utiliza y no se prevé utilizar en el futuro. Éste dificulta el flujo de procesos, complica las operaciones de los trabajadores, complica la búsqueda de elementos necesarios, impide la mejor distribución en planta, expansión de las actividades y puede causar accidentes.

Su propósito es disponer en la actividad diaria sólo del material necesario, tener identificado y separado el material innecesario del necesario y evitar retroceso de la mejora conseguida identificando sólo el material necesario que debe haber en el puesto de trabajo.

3.16.2. Seiton – Situar Necesarios

Una vez eliminado lo necesario, se establece el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Colocar cada cosa en su debido lugar es saber guardar y encontrar con facilidad.

La ubicación del material dependerá de su frecuencia de uso. Se debe establecer un orden que todos entiendan, identificando todo. Los colores facilitan la identificación. La identificación es una condición para el orden.

3.16.3. Seiso – Suprimir Suciedad

Su propósito es el cuidar del material necesario y devolverlo a sus condiciones de funcionamiento.

Este aspecto se refiere a realizar todas las actividades para que el área luzca impecable. Se debe identificar y eliminar las fuentes de suciedad, lugares difíciles de limpiar, piezas deterioradas y dañadas, haciendo visibles las anomalías y corrigiéndolas. Es necesario también establecer procedimientos de limpieza y evitar ensuciar.

3.16.4. Seiketsu – Estandarización

El propósito de este punto es que todos puedan distinguir una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos. Se requiere establecer el cómo actuar para corregir las anomalías.

3.16.5. Shitsuke – Seguir Mejorando

Se busca que cada persona sepa sus responsabilidades en cada tarea sin que se lo tengan que recordar. Se debe trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas y hacer de la organización, orden y limpieza una práctica diaria en la empresa, asumida por todos.

Por último, todo el personal debe poner en práctica lo aprendido en el programa 5´S y hacer de él un hábito, evaluándose periódicamente para identificar desviaciones y nuevas oportunidades de mejora. Asimismo, autodisciplina no es establecer medidas disciplinarias para el que no cumple con lo establecido.

3.17. Procedimiento para la Disposición de Plantas

Para ayudar a los planificadores en el diseño de la disposición de plantas existe una gran variedad de modelos. En el caso de Hansel y Gretel se utilizarán métodos para el mejoramiento de la disposición, los cuales generan alternativas de disposición basadas en una disposición existente. . Previo a la aplicación de

una metodología particular, es necesario definir Tablas de Relaciones de Actividades y cálculos de eficiencia para determinar oportunidades de mejora.

La tabla de relaciones se refiere a la razón de cercanía o lejanía de un departamento a otro. Se muestra a continuación un ejemplo de tabla de relaciones, así como las razones que respaldan el valor de proximidad.

Tabla 3. Clasificación de Proximidad⁴

Valor	Cercanía
A	Absolutamente necesario
E	Muy Importante
I	Importante
O	Cercanía Normal
U	No es Importante
X	Indeseable

Otro dato importante que se incluye en la tabla es la razón por la que se le da ese peso de proximidad, a estas razones se les asigna un código del 1 al 9, como se muestra en tabla a continuación:

Tabla 4. Razones para el valor de cercanía⁵

Código	Razón
1	Misma Bahía
2	Flujo de Material
3	Servicio
4	Conveniencia
5	Control de Inventario
6	Comunicación
7	Mismo Personal
8	Limpieza
9	Flujo de Piezas

Puede ser que algunas de estas razones no apliquen y que existan otras que si lo hagan. El responsable del diseño de la planta tiene la libertad de

⁴ Fuente: (Tompkins, White y Bozer 307)

Elaboración: Propia

⁵ Fuente: (Tompkins, White y Bozer 307)

Elaboración: Propia

determinar las razones por las que asigna el valor de cercanía. Una tabla de relaciones generalmente se ve como la figura siguiente:

1 Recepción y embarque	A							
2 Cuarto de almacén	O	O						
3 Cuarto de herramientas	A	O	I					
4 Mantenimiento	A	A	U	U	U			
5 Producción	A	U	U	U	U	O		
6 Cuarto de casilleros	E	U	U	U	U	O		
7 Comedores	I	E	O	U	U	O		
8 Oficinas	O	X	E					

Figura 2. Ejemplo Tabla de Relaciones⁶

3.17.1. Cálculo de la Eficiencia

El primer paso en el análisis de la disposición actual es el cálculo de la eficiencia de la disposición. Este cálculo es la calificación de adyacencia normalizada, la calificación de adyacencia se calcula como la suma de todos los valores de flujo, o los valores de las relaciones, entre los departamentos adyacentes en la disposición. Se supone que $x_{ij} = 1$ si los departamentos i y j son adyacentes en la disposición, y 0 en caso contrario.

La ecuación para este cálculo se muestra a continuación:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij} x_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij}}$$

(Tompkins, White y Bozer 312)

3.17.2. BLOCPLAN

⁶ Fuente: (Tompkins, White y Bozer 307)

Este algoritmo ordena los departamentos en bandas. Emplea una tabla de relaciones al igual que una tabla desde-hacia, tabla en la que se resume el flujo de materiales, información o personas entre departamentos, como los datos originales para el flujo. El costo de una disposición se mide en base a las distancias o a las adyacencias. Se tiene de dos a tres bandas con la opción de variar la anchura de las mismas. Dado que cada departamento ocupa una banda, todos son rectangulares. BLOCPLAN asigna primero cada departamento a una de las dos o tres bandas, se calcula la anchura de banda correspondiente al dividir el área total de los departamentos en esa área entre la longitud del edificio. La disposición completa se forma al calcular la anchura correspondiente para cada una de las bandas y al ordenar los departamentos en cada banda de acuerdo con una secuencia específica. Se pueden probar intercambios en dos sentidos para generar diversas disposiciones y escoger la mejor considerando los costos de las mismas, el mismo que se calcula basado en las distancias y en la tabla desde-hacia, o con la de relaciones dependiendo de cual se utilice para el análisis. Es importante mencionar que se puede hacer un cálculo de adyacencia con la tabla de relaciones siempre que se le asigne un valor numérico a cada calificación de cercanía. (Tompkins, White y Bozer 329-331)

4. CAPITULO 4: RECONOCIMIENTO DE LA SITUACIÓN ACTUAL ORGANIZACIONAL DE HANSEL Y GRETTEL

4.1. Definición del estudio

Para iniciar el estudio de la producción y logística de Hansel y Gretel, fue necesaria tanto la observación de procesos e infraestructura existente como la obtención de datos históricos de ambas áreas.

Es necesario empezar por entender qué procesos están involucrados en la creación de valor de Hansel y Gretel hacia sus clientes y para esto se realizaron entrevistas con directivos de la empresa para la realización de una Cadena de Valor.

4.1.1. Cadena de Valor

La Cadena de Valor de Hansel y Gretel se muestra a continuación:

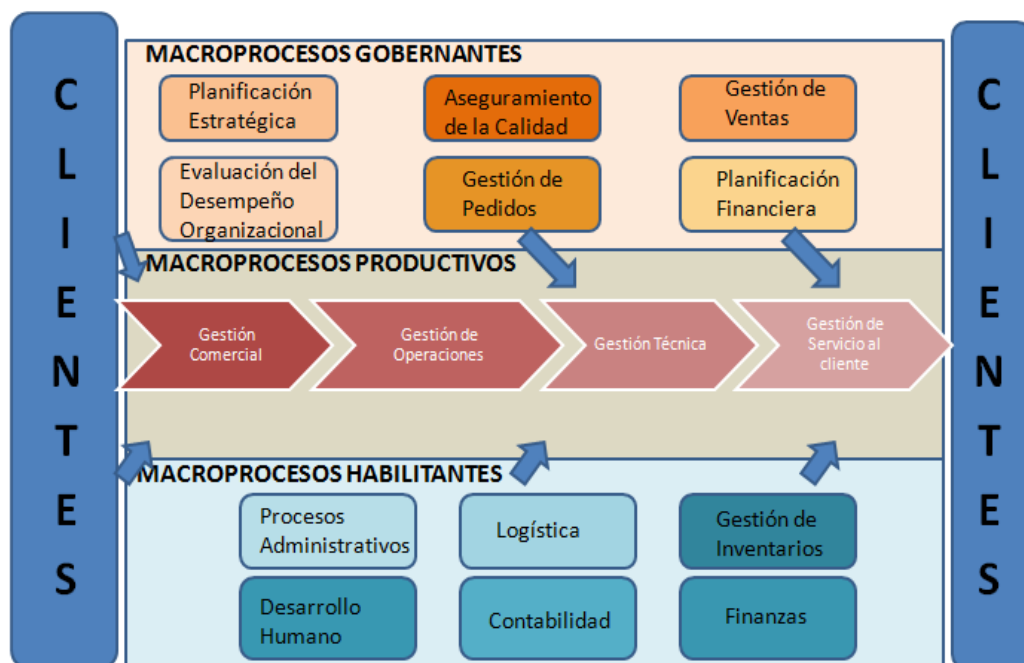


Figura 3. Cadena de Valor de Hansel y Gretel⁷

⁷ Fuente: (M. S. Bueno)
Elaboración: Propia

La Cadena de Valor de Hansel y Gretel inicia con la demanda de panes, pasteles, galletas y artículos de cafetería por parte de sus clientes en los locales. Los Procesos Productivos son aquellos que elaboran todo lo que el cliente demanda en cuanto a los productos de Pastelería, Galletería y Panadería. En de los Procesos Productivos se tiene a la Gestión de Operaciones que chequea permanentemente el funcionamiento, presentación, atención a los clientes, entre otros de los locales. La Gestión Comercial se encarga de coordinar lo que cada punto de venta ofrecerá a los clientes. La Gestión Técnica, realizada por Ing. en Alimentos Rosario Bueno, estudia y califica a proveedores, revisa la sanidad en la manipulación de alimentos y realiza diferentes cálculos de producción. Por último, la Gestión de Servicio al Cliente examina que la atención brindada sea óptima.

Los Procesos Gobernantes están conformados por Planificación Estratégica, que revisa todos los reportes generados por la empresa y toma decisiones. Aseguramiento de la Calidad inspecciona que los productos lleguen al cliente según la empresa lo especifica y estudia la reducción de desperdicios de materia prima. Gestión de Ventas busca impulsar la venta de productos. Evaluación del Desempeño Organizacional analiza el rendimiento de los empleados, dándoles metas y estándares para ser cumplidos. Gestión de Pedidos estudia potenciales segmentos de mercado y sus necesidades. Planificación Financiera prepara los roles de pagos para todo el personal y toma decisiones acerca de grandes movimientos de dinero que la empresa realizará.

Entre los Procesos Habilitantes o de Apoyo de Hansel y Gretel están los Procesos Administrativos, encargados de gestionar y almacenar diferentes requisitos para que el negocio pueda seguir funcionando; el Proceso de Logística, que se encarga del transporte y despacho de productos hacia los puntos de venta; Gestión de Inventarios, realiza pedidos a los proveedores, maneja el inventario de materia prima y la proporciona a los procesos productivos; el Proceso de Desarrollo Humano capacita y entrena al personal para guiarlo hacia las mejores prácticas además de realizar contrataciones para la empresa; los Procesos de Contabilidad registran todos los movimientos económicos que la empresa realiza; y finalmente Finanzas registra y asigna dinero a las diferentes áreas de la empresa.

5. CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE LA LOGÍSTICA

5.1. Recopilación de Datos de Logística

En este estudio, el análisis de logística abarcará el transporte de productos desde el centro de producción de Hansel y Gretel hacia sus puntos de venta.

Hansel y Gretel cuenta con 4 furgonetas y 5 choferes que realizan despachos a ocho puntos de venta que están en diferentes centros comerciales de la ciudad de Quito mencionados en la sección 2.1 **Breve Descripción de la Empresa.**

Para el posterior análisis de oportunidades de mejora en los procesos de transporte, se recopilaron datos históricos del número de viajes que se realizaron a cada punto de venta y la cantidad de producto que se envía a cada uno de ellos.

Además, se tomaron datos de las horas en las que salía una furgoneta hacia cada punto de venta desde el Centro de Producción, con el fin de identificar a qué hora del día se despachan los productos a cada uno de ellos.

5.2. Proceso de Transporte de Productos

A continuación se muestra el flujograma del proceso de transporte de productos:

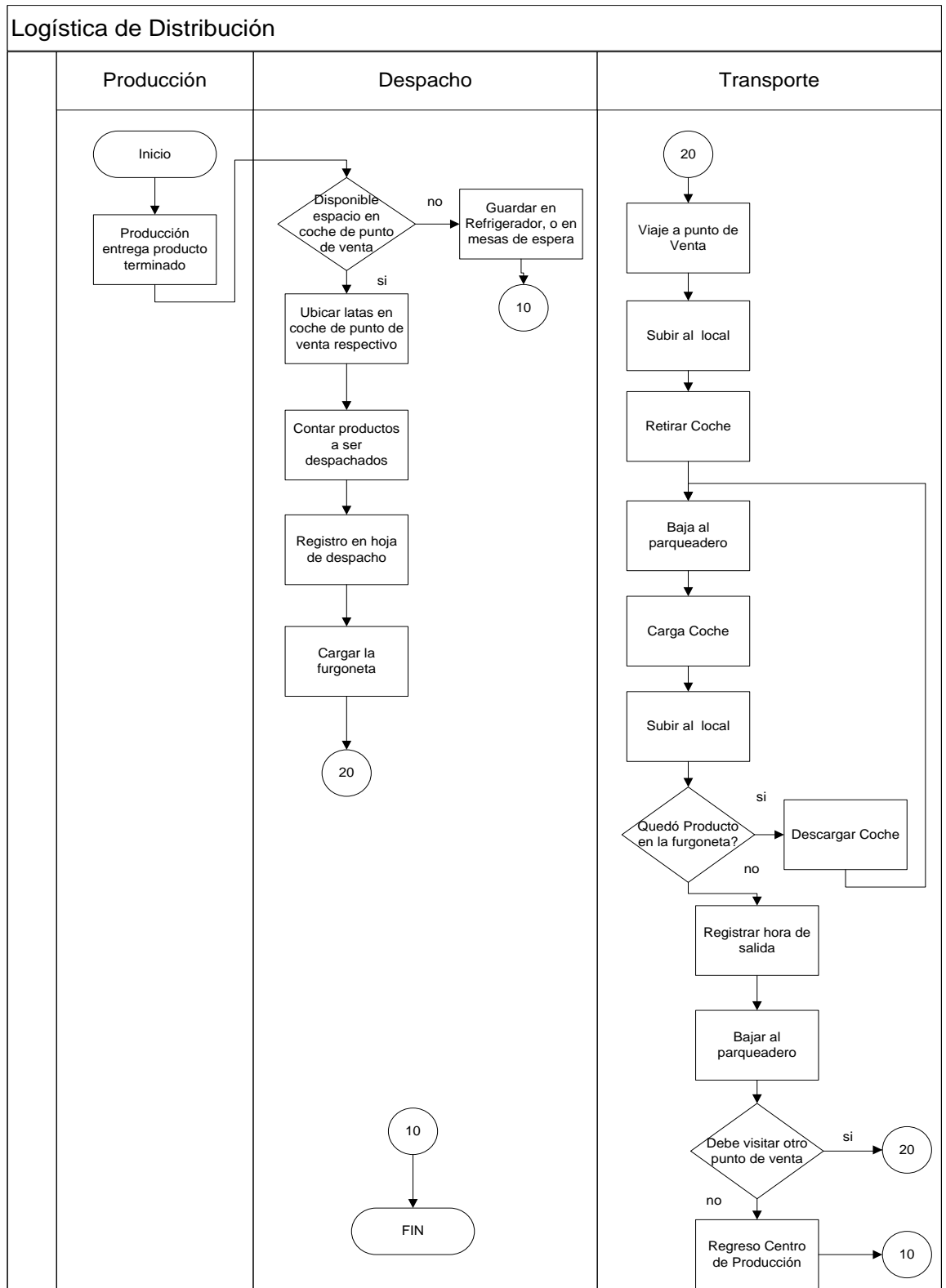


Figura 4. Diagrama de Flujo Logística de Distribución a Puntos de Venta⁸

⁸ Fuente: Producción Hansel y Gretel
Elaboración: Propia

Se observa que la logística de distribución depende del momento en que Producción entrega los productos terminados para que sean despachados. En cuanto al número de procesos mostrados en el diagrama, se tiene que, en el proceso de despacho lo que ocupa la mayor parte del tiempo es la descarga de producto en el lugar de destino. Es importante anotar que en algunos puntos de venta, la zona de descarga es compartida con otros proveedores de los respectivos centros comerciales generando variabilidad en el tiempo de la misma.

5.2.1. Características de los Elementos del Proceso de Transporte

En el proceso de transporte intervienen los siguientes elementos:

Choferes:

- Cada chofer tiene un día libre a la semana.
- Los choferes se encargan de la carga y descarga de productos en los puntos de venta además de la conducción de la furgoneta.
- Cuando los 5 choferes están trabajando, uno de ellos ayuda a cargar los productos en cada furgoneta mientras que los otros se encargan de la conducción de cada una de las cuatro furgonetas.
- Existe rotación de rutas para los choferes cada mes.
- Además de un sueldo mensual, los choferes ganan un sueldo por horas extras que es contado al final del mes por medio de la hora en que registraron su entrada y su salida.

Rutas:

- Las rutas que están establecidas actualmente para el despacho de productos según la cercanía de los puntos de venta son:
 - Ruta Tumbaco-Cumbayá-Gambeta
 - Ruta El Recreo
 - Ruta El Condado
 - Ruta Quicentro- Mall El Jardín.

- Cada ruta es recorrida por lo menos tres veces en el día, con excepción de El Quicentro y ambos locales de Mall El Jardín que requieren cinco viajes por día, puesto que son los que tienen más volumen de ventas.

Furgonetas:

- Cada furgoneta tiene 7 estanterías con capacidad para 11 bandejas.
- Cada bandeja ocupa un área de 60x40 cm.
- Dependiendo de la altura de ciertos pasteles, se ocupa de dos a tres espacios de bandeja cuando son transportados.
- Las bandejas son aseguradas únicamente con un bastón en la mitad de la estantería de modo que éstas no se resbalen cuando sean transportadas.
- Existe un espacio de 50 cm. disponible entre las estanterías y la puerta de cada furgoneta en el cual se pueden llevar cajas u otros productos transportados en contenedores.



Figura 5. Furgoneta de Hansel y Gretel

5.3. Análisis de Viajes para Entrega de Productos

Con los datos de la cantidad en unidades de productos que se envían por viaje hacia cada punto de venta, se muestra a continuación histogramas que reflejan la frecuencia del promedio de productos enviados durante cada viaje.

La toma de datos se realizó de 30 días del mes de octubre de 2009 y a partir de ellos se ha tomado un promedio de la producción de cada día por viaje. Estos datos se los obtuvo de los registros históricos de producción de la empresa y, a partir de estos datos, se calculó el promedio diario. Esto se realizó con el fin de validar el Teorema del Límite Central mostrado en la sección 3.4.1.1 Teorema del Límite Central sobre las muestras de datos que se están analizando. Por lo tanto en los siguientes histogramas se podrá observar que el promedio de productos enviados por cada viaje sigue una distribución normal.

En la primera ruta correspondiente a Cumbayá, Tumbaco y La Gambeta para las cuales se realizan tres viajes diarios, en el primero de ellos se envía la mayor cantidad de productos. La variabilidad de productos enviados es más alta en el tercer viaje ya que éste ocurre ocasionalmente y lleva pocos productos. A continuación se presentan los histogramas por punto de venta de esta ruta:

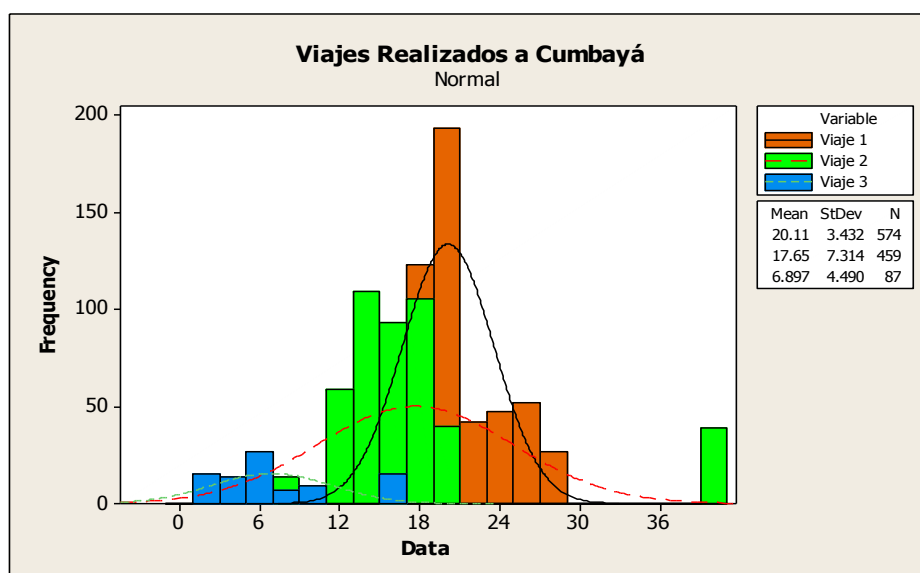


Figura 6. Viajes Realizados a Cumbayá⁹

⁹ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

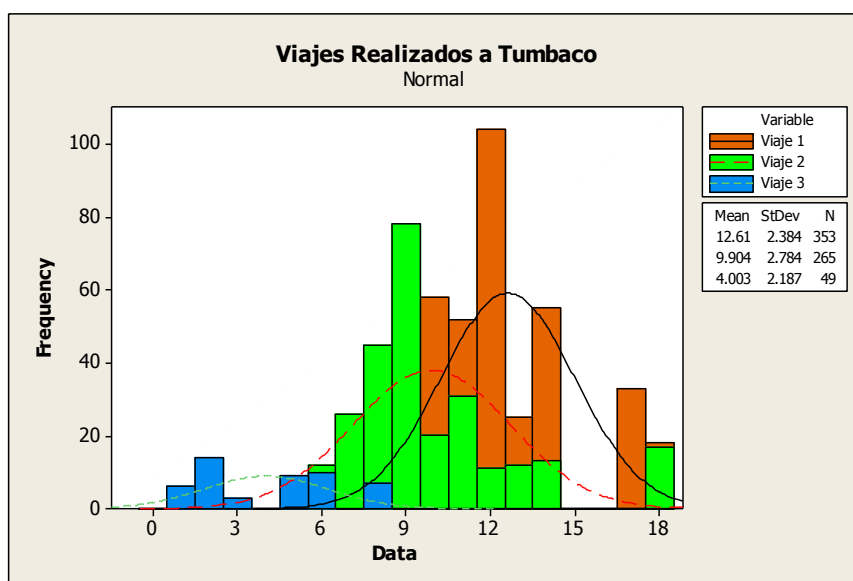


Figura 7. Viajes Realizados a Tumbaco¹⁰

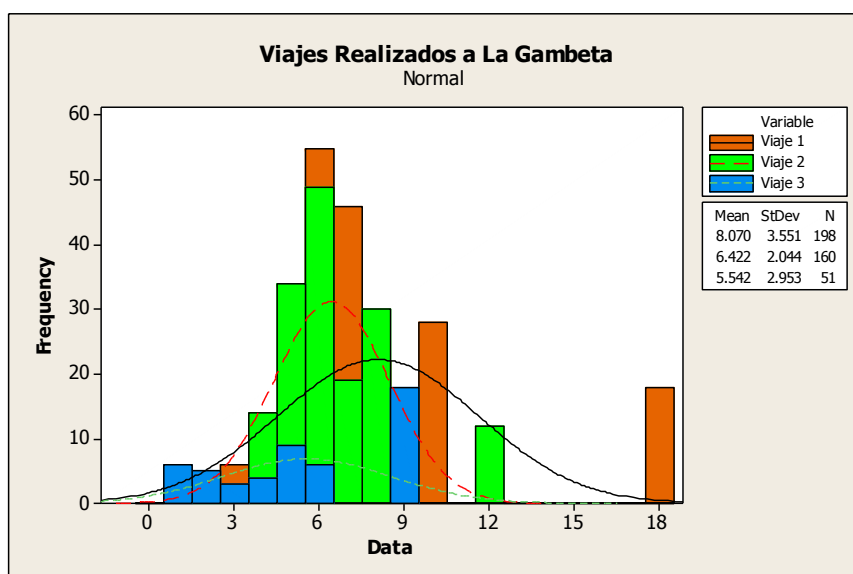


Figura 8. Viajes Realizados a La Gambeta¹¹

En la siguiente figura de los viajes en la ruta al Centro Comercial El Condado, se evidencia el mismo patrón de cantidad de productos en el primer y segundo viaje que en el caso de la ruta anterior. El tercer viaje tiene una media de

¹⁰ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

¹¹ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

producto enviado igual a la del segundo viaje, sin embargo, esto no ocurre con tanta frecuencia, por lo que la variabilidad es casi el doble del segundo viaje.

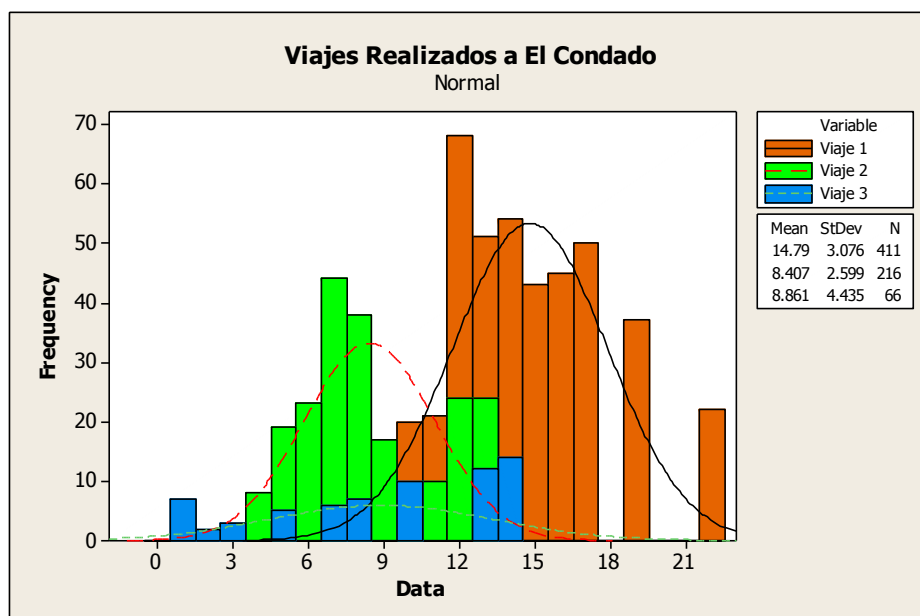


Figura 9. Viajes Realizados a El Condado¹²

En la ruta para El Recreo también ocurre que el primer viaje lleva la mayor cantidad de producto y ésta cantidad disminuye en los siguientes viajes realizados. La variabilidad del tercer viaje es mucho más alta ya que se lleva pocos productos.

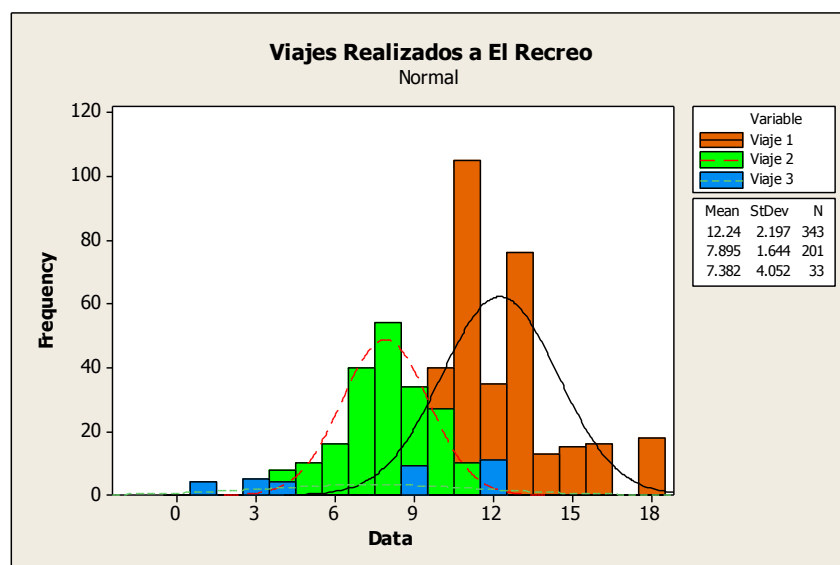


Figura 10. Viajes Realizados a El Recreo¹³

¹² Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

La ruta que incluye a El Quicentro y Mall El Jardín realiza hasta cinco viajes diariamente ya que, como se explicó anteriormente, éstos locales son los que más demanda presentan. El primer gráfico muestra la cantidad enviada al local del patio de comidas del Mall El Jardín. Lo que llama la atención en el siguiente gráfico es la alta variabilidad que existe en la cantidad enviada de producto. Sin embargo, existe el mismo patrón de cantidad enviada de productos de los anteriores lugares.

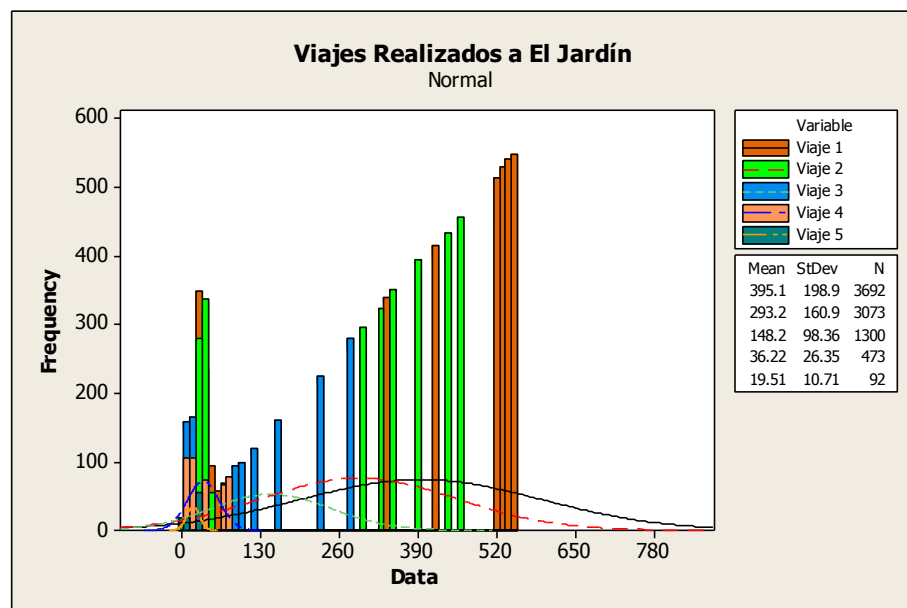


Figura 11. Viajes Realizados a El Jardín¹⁴

¹³ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

¹⁴ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

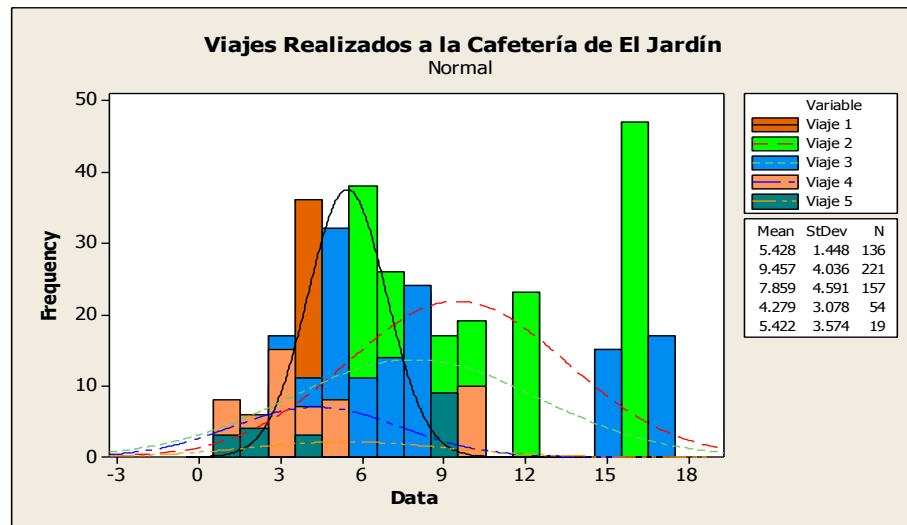


Figura 12. Viajes Realizados a la Cafetería de El Jardín¹⁵

En las cantidades enviadas hacia la cafetería de El Jardín la cantidad enviada en el primer viaje es menor a la del segundo y tercer viaje. Esto se debe a que existe una alta demanda de productos durante la mañana y ésta debe ser repuesta durante los siguientes viajes del día. La cantidad de producto enviado del cuarto viaje es menor que la del quinto viaje. Esto se debe a que en el almuerzo vuelve a haber una alta demanda que necesita ser repuesta en el último viaje realizado.

Este fenómeno también se observa en el local de El Quicentro que se muestra a continuación.

¹⁵ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

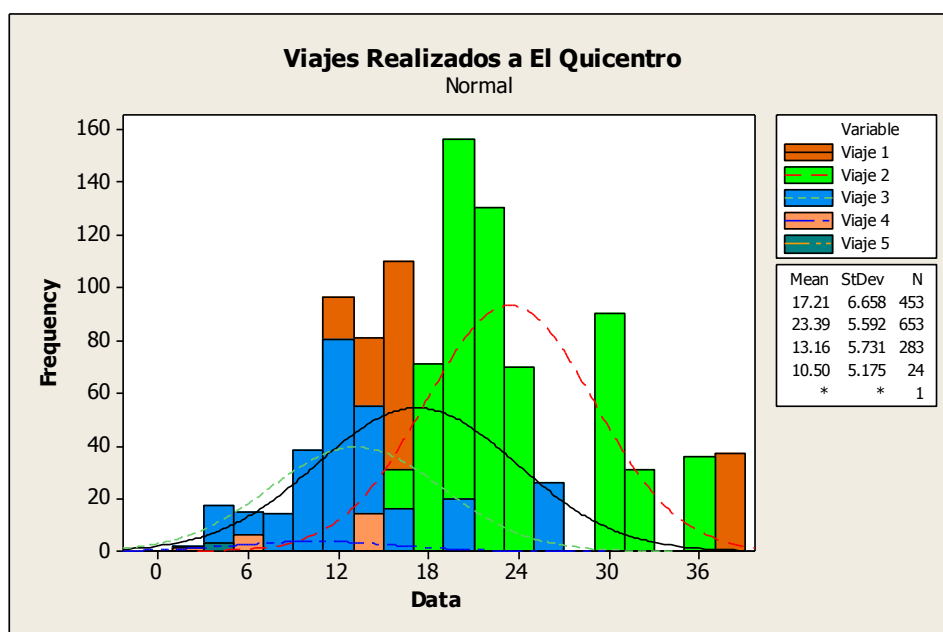


Figura 13. Viajes Realizados a El Quicentro¹⁶

5.3.1.1. Problema Identificado y oportunidad de Mejora en el Proceso de Transporte

El establecimiento de horas, o ventanas de tiempo, para el envío de productos puede generar ahorros en los costos de transporte de los últimos viajes, si se logra evitar el excesivo número de viajes a cada punto de venta, aprovechando de mejor manera la capacidad de los vehículos. Se establecerá la meta de despachar todos los productos durante el primero y segundo viaje, en el caso de los puntos de venta de menor volumen de ventas, y máximo hasta en un tercer viaje de entrega en el caso de los locales del Quicentro y Mall el Jardín.

Para lograr esta meta, se necesita que el Centro de Producción despache los productos a tiempo y se elimine la práctica de enviar furgonetas cuya capacidad sea subutilizada. Incluso, si en cada punto de venta se supiera con mayor certeza a qué hora se espera que llegue la furgoneta, se puede planificar y preparar al personal de cada punto de venta para que colabore en la rápida descarga de productos, cuando esto sea posible, sin que esto afecte al nivel de atención de los clientes.

¹⁶ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

5.3.2. Recopilación de Datos de Producción

Una vez establecida la meta logística para Hansel y Gretel, resulta evidente que la coordinación entre el área de Producción y la de despachos debe ser asegurada. De esta manera surge la necesidad de evaluar si la planta estaría en capacidad de proveer los productos a tiempo y en las cantidades requeridas por los puntos de venta. Para analizar el área de Producción, se recopilieron datos históricos del volumen de cada familia de panes, pasteles y galletas que se produjeron diariamente durante dos meses.

Hansel y Gretel es una empresa que experimenta cambios en la demanda dependiendo del mes en el que se trabaja, y por tanto, cambios en el volumen de producción en cada punto de venta como ya se explicó en la sección 2.1 **Breve Descripción de la Empresa**. Se tomó al mes de octubre de 2009, en el que se tiene la elaboración de las denominadas “guaguas de pan” y la “colada morada”, que pueden, como no, afectar a la demanda de los panes, pasteles y galletas que se producen en meses de demanda considerada normal. Para conocer si en efecto esta demanda cambia, se muestra a continuación una prueba de hipótesis realizada con la prueba T pareada para comparar datos de producción de familias de productos del mes de octubre del 2009 versus el mes de enero de 2010.

Es necesario aclarar que la demanda de todos los productos es receptada por los administradores de cada punto de venta y luego ésta es comunicada al Centro de Producción. Así, se crean órdenes de pedido para las diferentes áreas, de modo que los productos demandados por el cliente son elaborados en el transcurso del día, y despachados según se termina la orden. Para fines de este estudio, se ha tomado a los datos de demanda y producción como algo análogo por reflejar lo que los clientes piden y consumen diariamente y porque los clientes que se considerarán son los diferentes locales de venta, más no los clientes externos que compran los productos a los puntos de venta.

5.3.3. Análisis de Datos de Producción

Con los datos de producción diaria se procedió a realizar pruebas de hipótesis para comparar si la demanda se comporta de la misma manera en los meses de Octubre 2009 y Enero 2010. La prueba realizada fue la T pareada. Se necesita que ambas muestras tengan el mismo número de datos por lo que se procedió a la comparación de 17 días, esto se debe a que la empresa facilitó la información del 1 al 18 de Enero, sin embargo no hubo producción en el 1ro debido a que es feriado. Por otro lado, dado que el área de producción tiene dos divisiones Pastelería y Panadería, se realizaron pruebas de hipótesis para cada área. Se realizó una prueba de normalidad de los datos antes de realizar la prueba t.

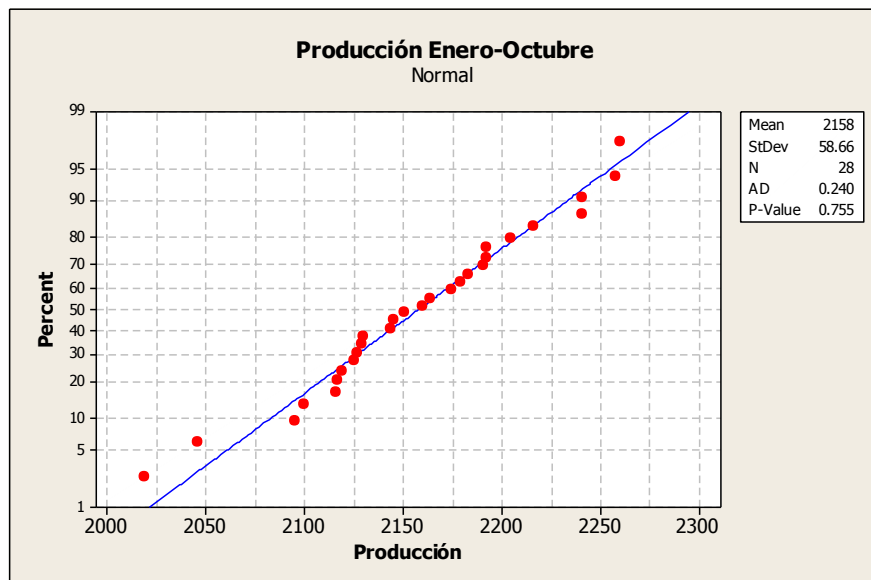


Figura 14. Gráfica para Prueba de Normalidad¹⁷

Se tiene que los datos siguen una distribución normal. Al tener un valor p de 0.755 no existe suficiente evidencia estadística como para rechazar la hipótesis nula de normalidad. Por tanto, se puede seguir con el análisis para la prueba t.

Las hipótesis planteadas para la prueba fueron:

$$H_0: u_1 - u_2 = 0$$

$$H_1: u_1 - u_2 \neq 0$$

¹⁷ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

Se considera un nivel de confianza del 95%. Los resultados para de las pruebas se muestran a continuación:

Tabla 1. Comparación de Medias de Panadería con T pareado¹⁸

Paired T-Test and CI: Producción Enero, Producción Octubre

Paired T for Producción Enero - Producción Octubre

	N	Mean	StDev	SE Mean
Producción Enero	17	2054.03	433.51	105.14
Producción Octub	17	2020.03	418.10	101.40
Difference	17	34.0000	605.7840	146.9242

95% CI for mean difference: (-277.4654, 345.4654)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 0.23 P-Value = 0.820

Se puede observar que la producción en el área Panadería es igual en los meses de Enero y Octubre, dado que la hipótesis nula no se rechaza al tener un valor P superior a 0.05. El valor P es el nivel de significancia menor que llevaría al rechazo de la hipótesis nula H_0 (Montgomery, Control Estadístico de la Calidad 98) La diferencia existente entre las medias no es muy alta, al tener un valor de 34. Esto se da porque la producción en Octubre es menor, al ser un mes en el que se tiene productos sustitutos. En el área de Panadería durante todo el mes se realiza producción de guaguas de pan, lo que puede explicar esta diferencia en la producción.

Tabla 2. Comparación de medias de pastelería con T pareado¹⁹

Paired T-Test and CI: Producción Enero, Producción Octubre

Paired T for Producción Enero Pastelería - Producción Octubre Pastelería

	N	Mean	StDev	SE Mean
Producción Enero	17	39356.9	14077.8	3414.4
Producción Octub	17	41733.2	13963.1	3386.6
Difference	17	-2376.29	18594.14	4509.74

95% CI for mean difference: (-11936.52, 7183.93)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.53 P-Value = 0.605

En lo que respecta al área de Pastelería la hipótesis nula de igualdad de medias no se rechaza al obtenerse un valor P de 0.605, la diferencia existente es bastante alta. Cabe mencionar que se presentaron dos días de baja producción

¹⁸ Elaboración: Propia

¹⁹ Elaboración: Propia

tanto en Enero como en Octubre. Sin embargo en el área de Pastelería se incluye una estación de producción de galletas, en la que se maneja por volumen y no por unidades, por lo que se procedió a separar estos datos y a realizar una nueva prueba de hipótesis la misma que se muestra a continuación.

Tabla 3. Comparación de medias de Tortas con T pareado²⁰

Paired T-Test and CI: Enero Tortas, Octubre Tortas

Paired T for Enero Tortas - Octubre Tortas

	N	Mean	StDev	SE Mean
Enero Tortas	17	1698.65	1610.25	390.54
Octubre Tortas	17	566.24	206.41	50.06
Difference	17	1132.41	1585.36	384.51

95% CI for mean difference: (317.29, 1947.53)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 2.95 P-Value = 0.010

Observando los resultados de la prueba se concluye que la hipótesis de igualdad de medias se rechaza al tener un valor p de 0.01 menor que 0.05.

Tabla 4. Comparación de medias de Galletas con T pareado²¹

Paired T-Test and CI: Enero Galletas, Octubre Galletas

Paired T for Enero Galletas - Octubre Galletas

	N	Mean	StDev	SE Mean
Enero Galletas	17	37658.2	14137.1	3428.7
Octubre Galletas	17	41166.9	13804.7	3348.1
Difference	17	-3508.71	18841.87	4569.82

95% CI for mean difference: (-13196.30, 6178.89)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.77 P-Value = 0.454

De los resultados de la prueba se concluye que las medias de producción de galletas son iguales al no rechazarse la prueba con un valor p de 0.454.

Las pruebas de hipótesis realizadas permiten concluir que la producción actual alcanza las mismas cifras en los diferentes meses. Sin embargo, el área de mayor variabilidad es la de Pastelería en la que se debería identificar las variaciones entre los pasteles de pedido especial y los que se elaboran continuamente.

²⁰ Elaboración: Propia

²¹ Elaboración: Propia

5.3.3.1. Gráfica de Pareto de Unidades de Productos Enviados

Al analizar la producción de panes, galletas y pasteles de Hansel y Gretel se observa que la variedad de todos ellos asciende a 136 productos en total y cada uno de ellos cuenta con procedimientos de elaboración diferentes. Para este estudio se ha decidido agrupar la producción por familias de productos y se ha considerado como individuales a aquellos cuya demanda es mucho más alta que los demás productos que forman parte de su familia. Así, al agregar la producción se facilitará la decisión de qué productos son los que se elaboran en mayor cantidad y se deberá poner más énfasis en mandarlos en el primer viaje como considerándolos prioritarios.

Esta es la agrupación de productos definida:

Tabla 5. Agrupación por Familias de Productos²²

Pan de Agua
Centeno
Dulce
Cachos (huevo)
Reventados (Huevo)
Huevo
Redondo (Integral)
Integral
Quesadilla (pasta)
Pastas
Pies
Postres
Postres especiales
Postres pequeños
Choconuez
Galletas (gramos)
Tortas
Tortas pequeñas
Bavarois

²² Elaboración: Propia

Con esta clasificación, se realizó la siguiente gráfica de Pareto:

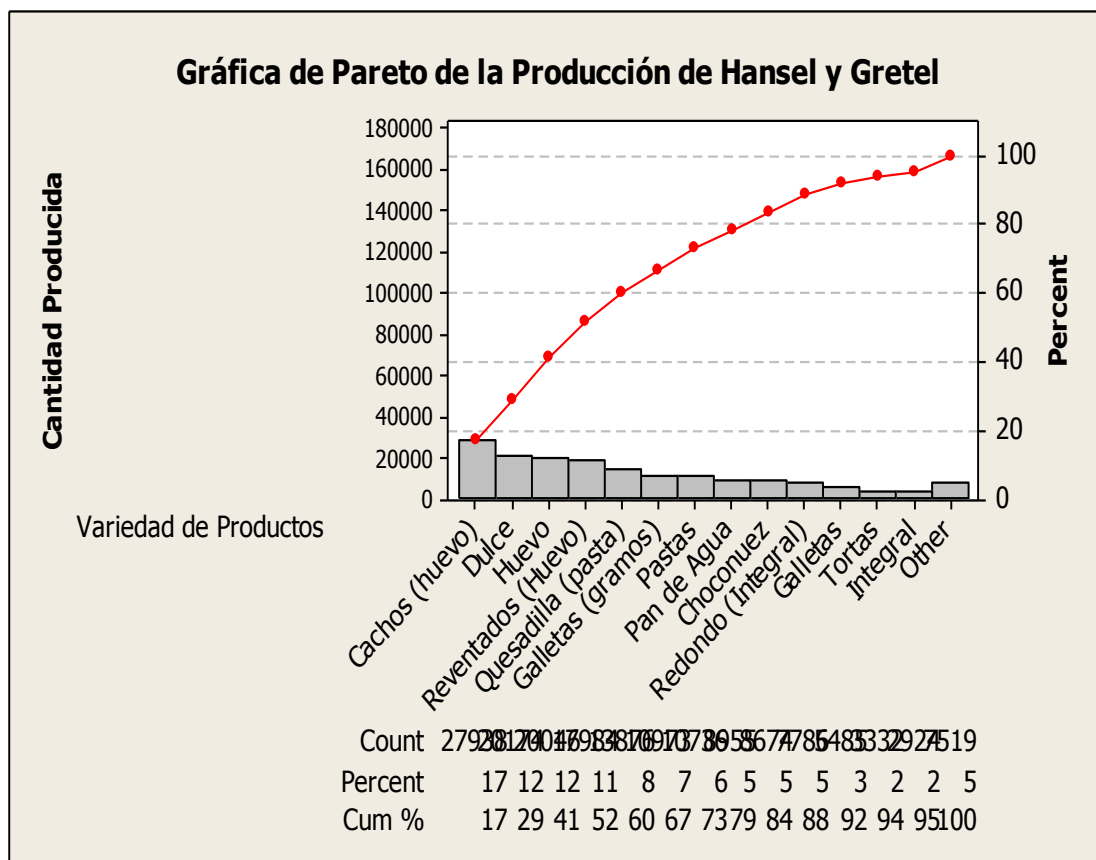


Figura 15. Gráfica de Pareto de la Producción de Hansel y Gretel²³

Se observa que el mayor volumen de producción se lo realiza en los panes tipo cachos con un 17%, que están dentro de la familia de los panes de huevo. Como el valor de la producción de los panes cachos es casi el 20% de la producción total, éste producto representa el elemento más representativo dentro de los “pocos vitales” del volumen total de producción.

Seguido a los panes cachos hechos de masa de huevo, se encuentran la familia de panes dulces con un 12% y la familia de panes de huevo, sin incluir a los panes cachos, también con un 12%. Ambos elementos también forman parte de los pocos vitales del volumen de producción.

²³ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

A pesar de que los panes cachos, los panes de dulces y otros panes hechos de huevo son las unidades de producto más enviados, estos panes, por lo general se despachan en el primero o en muy pocas ocasiones en el segundo viaje, dado que la demanda de Panadería es primordialmente servida en horas tempranas de la mañana.

Es necesario identificar cuáles son las familias de productos que se envían en los viajes posteriores, ocasionando traslados de las furgonetas con capacidad subutilizada. Se observará los procesos de elaboración de los productos que salen en mayor cantidad en estos últimos viajes con el fin de identificar las causas de horas de salida tardías, y se plantearán soluciones para que sean despachados, como meta, dentro del primero o segundo envío.

5.3.4. Gráfica de Pareto de Productos Enviados en Últimos Viajes

Para la realización de la gráfica de Pareto de los productos enviados en los últimos viajes, es necesario recalcar que no todos los productos ocupan el mismo espacio que otros y esto impactará en lo que las furgonetas sean capaces de llevar. Puesto que existe una alta variedad de tamaños entre panes, galletas y pasteles, se ha indagado sobre la dimensión de los productos y según Rosario Bueno, Ingeniera Alimentaria de Hansel y Gretel, se puede estandarizar el tamaño de los productos mediante las siguientes analogías tomando de referencia a una torta grande como una unidad de producto.

Tabla 6. Equivalencia de Productos por Espacio que Ocupa en Furgoneta²⁴

Tipo de Producto	Equivalencia (espacio que ocupa en la furgoneta)
Tortas	1
Bavarois	1
Tortas pequeñas	1/3
Pan de Agua	1/8
Centeno	1/8
Dulce	1/8
Cachos (huevo)	1/8
Reventados (Huevo)	1/8
Huevo	1/8
Redondo (Integral)	1/8
Integral	1/8
Quesadilla (pasta)	1/8
Pastas	1/8
Pies	1/8
Postres	1/8
Postres especiales	1/8
Postres pequeños	1/8
Choconuez	1/16
Galletas (gramos)	1/3200

De esta manera, se muestra en el Anexo 3 la cantidad de producto enviado en las furgonetas en el segundo y tercer viaje para los locales Cumbayá, Tumbaco, Gambeta, Condado y Recreo. En el Anexo 4 se muestran la cantidad de productos enviada en el tercero, cuarto y quinto viajes para las rutas de El Quicentro y Mall El Jardín.

A continuación se muestra la gráfica de Pareto para estas cantidades:

²⁴ Fuente: (I. R. Bueno)
Elaboración: Propia

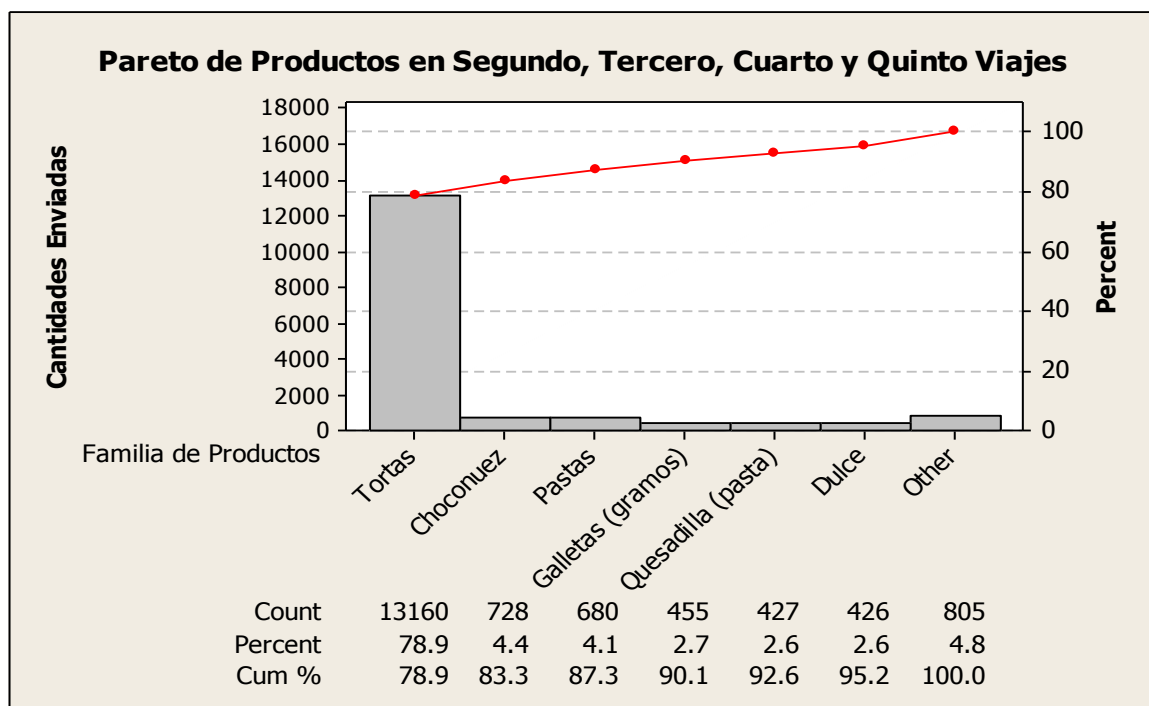


Figura 16. Gráfica de Pareto de Producto enviado en los últimos viajes²⁵

Se observa que las tortas son los productos que más se envían durante los últimos viajes diarios hacia todos los locales. Las tortas conforman el mayor porcentaje de producto enviado, los pocos vitales, siendo del 78.9% con respecto a los demás productos.

5.3.4.1. Objetivo para las Áreas de Pastelería y Decoración

Una vez identificado el tipo de producto que tiene incidencia en la generación de viajes en horas más tarde, así como en la utilización de la capacidad de las furgonetas, se establece el objetivo para que las áreas de Pastelería y Decoración aumenten su tasa de rendimiento en horas tempranas y así se puedan suprimir los últimos viajes. En el caso de los locales con menores niveles de ventas se buscará suprimir el tercer envío y en el caso de los puntos de venta de El Quicentro y Mall El Jardín que tienen un nivel de ventas más alto se buscará suprimir el cuarto y quinto envío.

²⁵ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia

6. CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

6.1. Descripción de la Planta de Producción

La disposición de la planta de Producción de Hansel y Gretel está orientada en el proceso. Es decir, las estaciones de trabajo están físicamente organizadas acorde a las operaciones que se realizan. Con esto, los trabajadores se dirigen hacia las máquinas para elaborar su producto y después regresan a su ubicación de trabajo.

A continuación se muestra una tabla sobre la descripción de la maquinaria utilizada en los procesos de Panadería, Pastelería y Decoración; seguido se muestra una tabla con la descripción de cada estación de trabajo dentro de los procesos de Pastelería y Decoración.

Tabla 7. Descripción de Maquinaria para la Planta de Producción²⁶

Máquina	Cantidad	Ubicación	Descripción	Restricciones
Hornos	7	Panadería y Pastelería	Todos los hornos comparten conexiones de gas centralizado en ésta área	No se puede considerar una reubicación
Cocinetas	3	Pastelería	Las utilizan las áreas de Pastelería y Decoración	Puede ser reubicado
Baño María	2	Pastelería	Las utilizan las áreas de Pastelería y Decoración	Conexión eléctrica, puede ser reubicado
Leudadora	1	Panadería	Utilizada en el área de Panadería para disminuir el tiempo de leudado de los panes.	Conexión eléctrica
Batidoras	3	Panadería, Pastelería y Decoración	Para las áreas de Panadería y Decoración son necesarias para la elaboración de crema chantilly.	Conexiones eléctricas.
Máquina de Baguette	1	Panadería	Panadería la utiliza para dar forma a los panes Baguette	Conexiones eléctricas.
Laminadora	2	Panadería	Realiza el trabajo de laminar la masa y luego recogerla en un rodillo.	1 funcionando por falta de espacio.
Refrigerante	1	Panadería	Regula la temperatura del agua que se utiliza para la elaboración de Pan.	Conexión eléctrica y toma de agua.
Microondas	1	Pastelería	Decoración lo utiliza para calentar el chocolate de cobertura.	Conexión eléctrica.

²⁶ *Elaboración: Propia*

Tabla 8. Descripción de Estaciones de Trabajo de Pastelería y Decoración²⁷

Área	Estación de Trabajo	# Personas	Actividades
Pastelería	1. Tortas de Pedido	1	Proceso de Producción Tortas
	2. Tortas de despacho diario	1	Proceso de Producción Tortas
	3. Postres	1	Producción Postres
	4. Galletería	1	Proceso de Producción Galletas
Decoración	1. Tortas de Figuras	1	Decoración especial
	2. Tortas de despacho diario	1	Proceso de Decoración Tortas
	3. Tortas Pedido y Fotopastel	1	Decoración especial
	4. Tortas Frías	1	Proceso de Decoración Tortas
Panadería	1. Masas de Hojaldre	1	Proceso Masas de hojaldre
	2. Productos varios	5	Proceso Elaboración Pan
Bodega	Bodega	1	Entrega de Materia Prima a todas las áreas
Despacho	Corredor Principal	1	Jefe de turno, consolida envíos en coches de punto de venta
Jefe de producción	Oficina 1	1	Entrega órdenes de trabajo a cada estación. Supervisar tareas de producción.

El layout de la planta se muestra a continuación:

²⁷ Elaboración: Propia

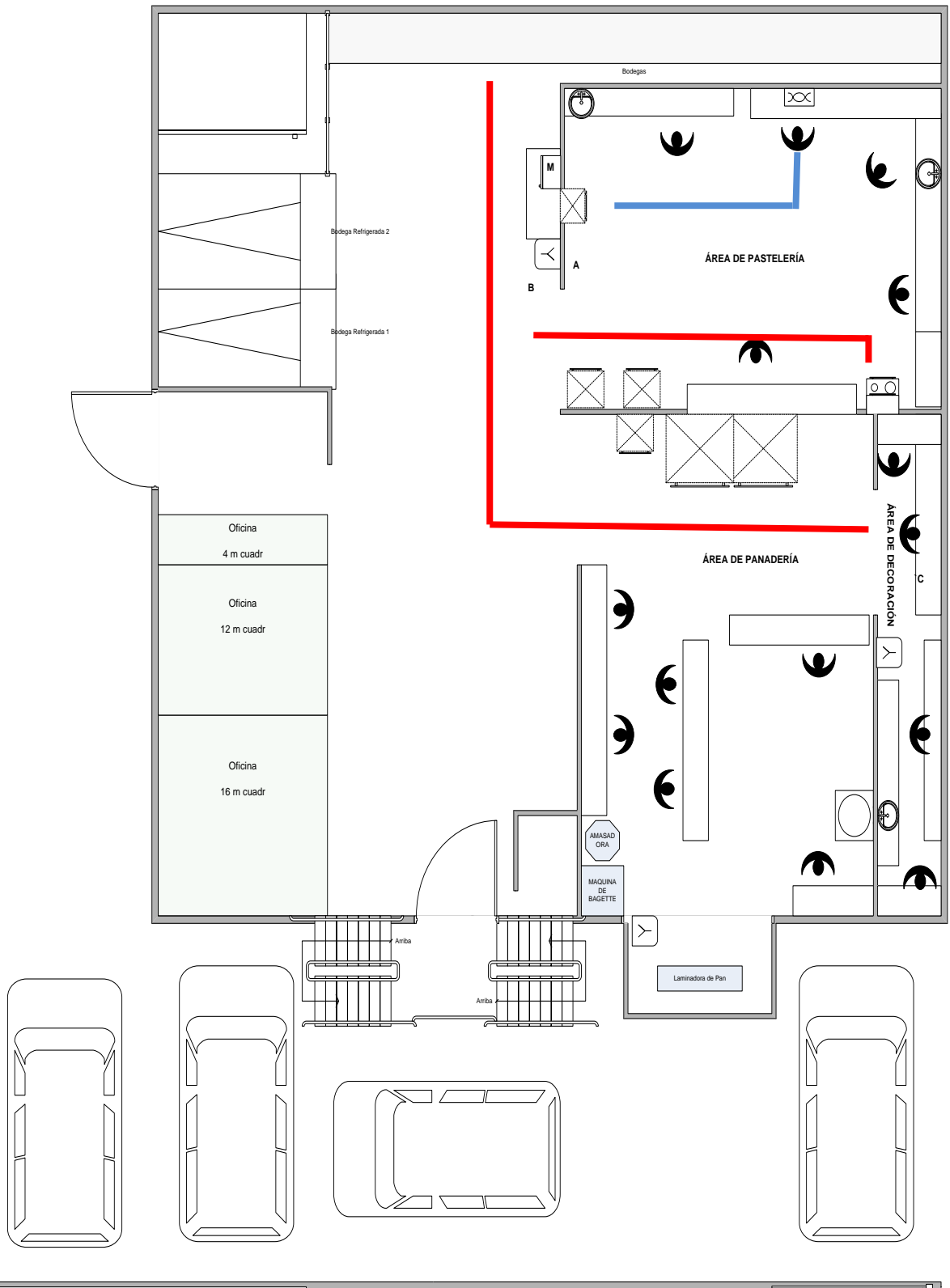


Figura 17. Layout del Centro de Producción²⁸

²⁸ Elaboración: Propia

En el área de Pastelería las personas tienen todos los ingredientes que necesitan en su estación de trabajo con la excepción de la harina que debe ser tomada de debajo del horno para Cheesecake ubicado en la entrada del área, véase A, y la crema chantilly que se encuentra en la batidora a la salida del área (B). Otros movimientos adicionales que se observan es la entrega de pasteles al área de Decoración; para hacerlo se deben mover a través de Panadería y dejarlos en la mesa de trabajo correspondiente (C). Además, las personas de Decoración que requieren algo caliente deben dirigirse a la cocineta de Pastelería (*) o al microondas (M) frente a los refrigeradores dependiendo de lo que requieran. El recorrido que realiza la persona de Decoración en caso de necesitar ingredientes desde la Bodega o de Pastelería se puede observar en color rojo. En lo que respecta a la persona de Pastelería, el recorrido se lo observa en color azul.

6.2. Estudio de Tiempos de las Actividades Productivas

Durante las visitas realizadas al centro de Producción de Hansel y Gretel se realizó un estudio de tiempos de las actividades que se consideraron de mayor significación de acuerdo con los análisis presentados en el punto anterior. La metodología para este levantamiento de información fue el registro del tiempo que un trabajador calificado se demoraba en ejecutar la tarea a medir. Se escogió a la operaria de la estación de trabajo de pasteles de entrega diaria, quien tenía la mayor experiencia en el proceso. Se realizaron varias mediciones con cronómetro digital y el resumen de datos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 9. Proceso de Preparación de Tortas²⁹

Proceso de preparación de Tortas	Actividad	Tiempo (min.)	Esperas (min.)	Movimientos
	Pesar Mantequilla	1		En estación
	Batido 1	10	2	En estación
	Preparación base de la masa	5		Cocineta
	Engrasar y enharinar moldes	1	0.5	En estación- Harina
	Batido 2	8	2	En estación
	Mezclado	2		En estación
	Poner en Moldes	4		En estación
	Pesado	1.5	0.5	En estación
	Horneado	60		Hornos

En lo que respecta al proceso de Preparación de Tortas, se tiene una persona en cada estación de trabajo que realiza todas las actividades. Existen tareas que se dan en paralelo, por ejemplo mientras se realiza el batido la operadora prepara la base de la torta. Se consideraron los tiempos de espera dado que no siempre se detiene una actividad en el tiempo exacto sino que depende de en qué tarea la operaria se encuentre trabajando en ese momento. Además, dentro de estos valores se consideran los tiempos para movimientos hacia los sitios en los que se toman ingredientes o materiales.

En el proceso de Decoración, intervienen diferentes operarios que en el proceso de elaboración de la masa del pastel. En el área de Decoración se ubica una persona por cada estación que se especializa en un tipo de torta. Considerando el proceso de Decoración de tortas para entrega diaria se tiene los resultados del estudio de tiempos en la siguiente tabla:

²⁹ *Elaboración: Propia*

Tabla 10. Proceso de Decoración de Tortas³⁰

	Actividad	Tiempo (min.)	Esperas (min.)	Movimientos
Proceso de decoración de Tortas	Poner bases y tortas en bases	1.67		
	Partir y poner relleno	0.67	2	Bodega a ver Relleno
	Poner crema	1.83	1	Máquina de chantilly
	Dar forma	0.47		
	Flamear	0.37		
	Frutas/nueces	0.17		

Cabe mencionar que dependiendo del tipo de torta estos tiempos varían por lo que el estudio se basó únicamente en las que son de despacho diario. Los tiempos de espera consideran el ir a buscar el faltante de ingredientes en Bodega, para el cual tiene que ir a través de toda la planta como se puede observar en la Figura 17: Layout del Centro de Producción

Con la información de las tablas se procedió a realizar un análisis de Matrices de Valor Agregado para los procesos de Pastelería y Decoración. Estas se muestran a continuación:

Tabla 11. Matriz de Valor Agregado del Proceso de Elaboración de Pasteles

No.	Actividades	VAC	VAN	P	M	E	I	A	Tiempo (minutos)
1	Pesar mantequilla								1
2	Preparar batidora								1
3	Batido 1								10
4	Recolección de ingredientes								1
5	Preparación sabor de la masa								5
6	Lleva molde y harina hacia estación								0.5
7	Engrasar y enharinar moldes								0.5
8	Colocar sabor de la masa en batidora								1
9	Batido 2								8
10	Caminar hacia la máquina de chantilly								0.5
11	Mezclado de chantilly con masa batida								2
12	Poner en moldes								4
13	Pesado								1.5
14	Acomodar moldes en horno								2
15	Horneado								60

Total

98

³⁰ Elaboración: Propia.

$$IVA (\#act) = \frac{\#Act. (VAC + VAN)}{Total Actividades} \times 100\% = \frac{6}{15} * 100\% = 40\%$$

$$IVA (t. act) = \frac{t. Act. (VAC + VAN)}{Total Tiempo Actividades} \times 100\% = \frac{87.5}{98} * 100\% = 89\%$$

Se obtienen dos índices, el primero corresponde a la relación entre el número de actividades que agregan valor y el total de las actividades, “IVA # actividades”, se obtuvo un valor de 40%, lo que significa que menos de la mitad de las tareas que se realizan agregan valor. El otro índice corresponde al valor agregado del tiempo de las actividades, “IVA tiempo de actividades”, se obtuvo un 89% de tiempo que agrega valor al cliente. Esto lleva a identificar oportunidades de mejora en la reducción de los tiempos que no agregan valor.

A continuación se presenta el análisis para el Proceso de Decoración:

Tabla 12. Matriz de Valor Agregado del Proceso de Decoración de Pasteles

No.	Actividades	VAC	VAN	P	M	E	I	A	Tiempo (minutos)
1	Arreglar bases								1
2	Colocar tortas sobre bases								0.67
3	Partir en mitad al pastel								0.33
4	Recolectar relleno del pastel								2
5	Colocar el relleno del pastel								0.33
6	Volver a juntar al pastel								0.33
7	Buscar la crema chantilly								1
8	Untar crema al pastel								1.83
9	Dar forma o decorar								0.47
10	Flamear								0.37
11	Frutas-nueces								0.17

Total

8.5

$$IVA (\#act) = \frac{\#Act. (VAC + VAN)}{Total Actividades} \times 100\% = \frac{8}{11} * 100\% = 72.72\%$$

$$IVA (t. act) = \frac{t. Act. (VAC + VAN)}{Total Tiempo Actividades} \times 100\% = \frac{4.5}{8.5} * 100\% = 52.94\%$$

En cuanto al área de Decoración se obtuvo un IVA # actividades de 72.72% y un IVA tiempo de actividades de 52.94%. Entonces se hace necesaria la reducción del tiempo utilizado para actividades que no agregan valor tales como la preparación de material a utilizarse y movimientos a diferentes áreas del Centro de Producción.

6.3. Value Stream Mapping: Estado Actual de Pastelería y Decoración

Tomando en cuenta el estudio de tiempos y las observaciones realizadas en el Proceso de Producción de Pasteles y Decoración, el estado actual de estos dos procesos puede representarse en la siguiente gráfica:

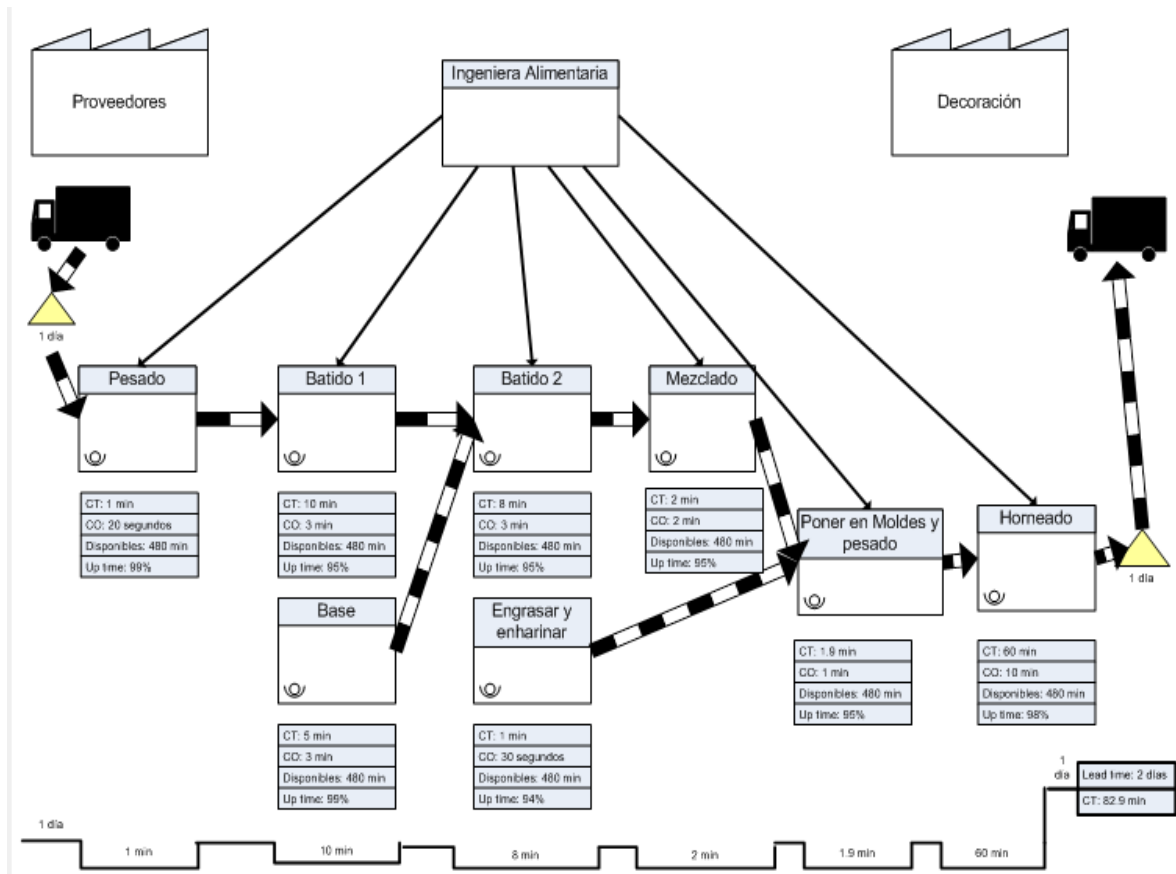


Figura 18. VSM Estado Actual Pastelería³¹

En el VSM correspondiente al área de Pastelería se puede observar las actividades necesarias para la salida del producto hacia el cliente interno, Decoración. Se tiene el requisito de un recurso por cada actividad, que son la batidora y la operadora a la que llamaremos Pastelera. El tiempo que toma un producto pasar por el sistema es de 82.9 minutos, sin embargo se tiene un inventario de 1 día para la llegada hacia el cliente interno Decoración. Dicho inventario es el mismo que se considera al inicio de la producción en el área de Decoración:

³¹ Elaboración: Propia

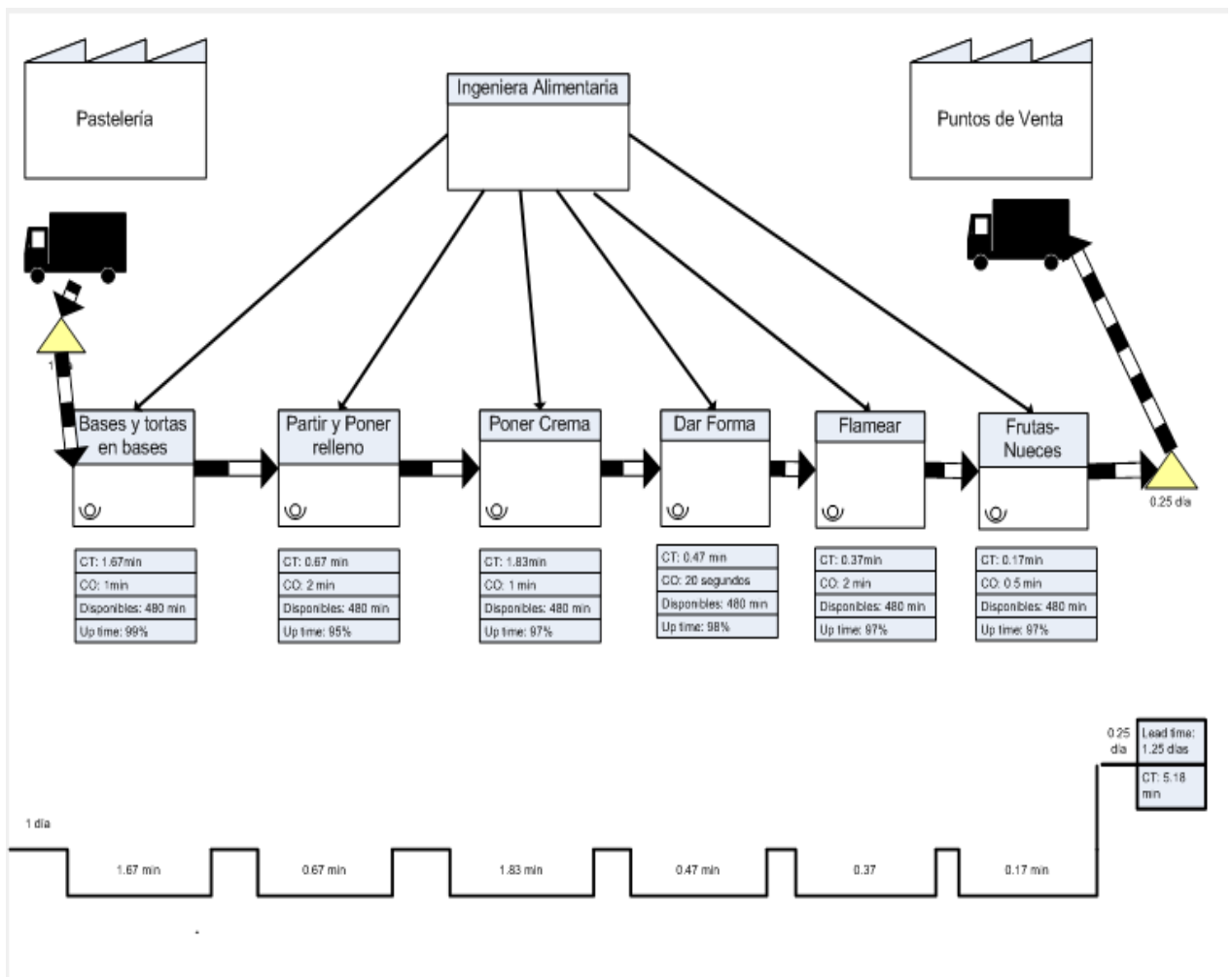


Figura 19. VSM Estado Actual Decoración³²

Se puede observar que el inventario es de apenas 0.25, es decir, 25% de la producción del día al final del proceso de Decoración se quedará en espera. Esta espera corresponde al tiempo en que los pasteles se encuentran en el coche previo el embarque en las furgonetas que los llevarán al su lugar de destino. En lo que respecta al tiempo de producción se tiene un ciclo de 5.18 minutos.

Cabe mencionar que tanto para el VSM de Pastelería como el de Decoración se consideraron tiempos para el procesamiento de una torta grande, sin embargo en la realidad, se procesan en lotes. Pastelería forma lotes de dos tortas grandes o de tres tortas pequeñas. Decoración procesa al mismo tiempo tres tortas grandes y nueve pequeñas. Esta información será considerada más adelante en la simulación para la capacidad de los recursos.

³² Elaboración: Propia

6.3.1. Conclusiones acerca del Estado Actual del VSM

Los VSM presentados muestran oportunidades de mejora en cuanto a la posibilidad de un cambio de un sistema push a un pull. Se sabe que Hansel y Gretel envían productos todos los días, haciendo énfasis en que se trata de productos frescos. Sin embargo, los pasteles que se despachan en el día, fueron decorados a la fecha pero elaborados el día anterior. Se pretenderá entonces cambiar el estilo de producción para tener un inventario menor a un día antes de pasar al proceso de Decoración, a través de cambios en los tiempos de procesamiento de la sección de Pastelería. Es posible reducir los tiempos necesarios para decorar los pasteles mediante el aumento de la disponibilidad de recursos para cada etapa. Si bien se observó que el porcentaje de tiempo disponible es alto, éste puede ser mayor si se consigue organizar de mejor manera los materiales utilizados en cada estación.

6.4. Simulación

Con la información obtenida en el estudio de tiempos se procedió a crear un modelo de simulación para establecer qué tan eficiente es en este momento la empresa y a partir de ese punto realizar las mejoras respectivas. El modelo realizado es el de producción de pasteles del diario y se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- El costo por hora de la operaria a considerarse en la simulación es de \$2.27, el mismo que se obtiene al dividir su salario mensual para 160. El salario está compuesto de la siguiente manera:
 - La operaria gana un sueldo básico, igual al de los choferes, que es de \$260.
 - Se tiene un rubro adicional por fondos de reserva, vacaciones, décimo tercero, décimo cuarto y aportes al IESS por parte del trabajador
 - La operaria tiene dos días libres a la semana y cada día trabaja en jornadas de 8 horas, que da un total de 160 horas al mes.

Tabla 13. Salario de una Operaria de Producción

Salario de la operaria		
Sueldo Base	\$	260.00
IESS	\$	31.59
Fondos de Reserva	\$	21.66
Décimo Tercero	\$	21.67
Décimo Cuarto	\$	18.17
Vacaciones	\$	10.83
Total al mes	\$	363.91

- En cuanto a la batidora y el horno, Berenice Cola, Gerente Financiera, indicó que los costos en la planta de producción correspondientes a un mes de trabajo son de \$655 por consumo de gas industrial y \$793 por consumo de electricidad. Es importante aclarar que estos rubros corresponden únicamente al área de producción.
 - Para la estimación de costos por horno se tiene que el gas es consumido únicamente por los hornos, teniendo 7 en las instalaciones. Se considera el consumo de los hornos de panadería como el doble del de los hornos de pastelería. Entonces, se estima el consumo mensual como \$655 dividido para 9. Lo que da como resultado de \$72.78 mensuales por horno, siendo entonces un valor de \$0.30 por hora a ser usado en la simulación.
 - En cuanto al consumo de electricidad, según el tarifario vigente del Consejo Nacional de Electricidad el precio para el sector industrial artesanal al que pertenece Hansel y Gretel es de \$0.052 kw/h. Una batidora semi industrial tiene una potencia de 325 watts. Esto implica un costo de \$0.03 por hora de funcionamiento.
- Del estudio de tiempos se obtuvieron tiempos promedios de producción, que tras un análisis de los datos se identificaron dos tipos de distribuciones.

- Una triangular para las actividades que presentaron variabilidad tomando como el valor más común el resultado del estudio y una holgura de ± 1 minuto para el tiempo menor y el tiempo mayor respectivamente.
- Una distribución uniforme para las estaciones que presentaron un tiempo constante pero que tenían tiempos de espera debido al movimiento del operario correspondiente.
- El modelo de simulación contempla la creación de pasteles cada 20 minutos, siendo este un tiempo obtenido mediante observación.
- El flujo seguido para el diseño es similar al que se presenta en las figuras de VSM explicadas anteriormente.
 - Originalmente se debía utilizar dos Módulos Create en el modelo de simulación por las actividades que se presentaban en paralelo. Este modelo se muestra en el Anexo 5. Sin embargo, había una creación de más de 150 entidades en el modelo, característica que la versión estudiantil del Software Arena no permite realizar.
 - Se realizó la modificación de contar solamente con un Módulo Create para simplificar el modelo. Se puede observar el flujo del modelo realizado en Arena en el Anexo 6.

6.4.1. Análisis de Resultados de la Simulación

Se realizaron diferentes réplicas de manera que se obtenga un costo promedio de las unidades al igual que un output promedio diario. En lo que respecta a la capacidad de producción en un día laborable normal de 8 horas se obtienen 33 pasteles. Las estadísticas mostradas en el reporte de Arena, para mayor detalle ver el Anexo 7.

, dan un costo total de 100 dólares por día de producción, en éste se considera los costos asignados a todos los recursos como se explicó en el punto anterior. En el modelo no se incluyeron costos de materia prima debido a las políticas de confidencialidad de la empresa sobre los ingredientes y recetas de su línea de productos.

Cabe mencionar que sólo las operadoras, Pastelera y Decoradora, tienen un costo cuando ellas no se encuentran realizando tarea alguna, debido a que ganan un salario mensual.

Para el área de Pastelería se tiene la siguiente utilización de los recursos:

Tabla 14. Utilización de los Recursos de Pastelería³³

Recurso	Capacidad	Cantidad de Recursos	Utilización
Horno	15	2	18%
Batidora	2	1	83%
Pastelera	2	1	79%

Es importante considerar que la utilización del horno se comparte con otros productos del área de Pastelería que no se consideraron en la simulación, tal es el caso de los pasteles bajo pedido y otros postres de producción regular que de acuerdo a la producción de enero generan una utilización del horno del 35%. Estos hornos no se comparten con Panadería. Es así que queda un 47% de disponibilidad del horno la cual se buscará sea utilizada para el crecimiento de la tasa de producción de pasteles del diario. Este porcentaje fue obtenido considerando un promedio de 1 hora de horneado por pastel. A continuación se muestran los cálculos realizados para obtener este porcentaje de utilización:

- Cantidad de hornos = 2
- Capacidad por horno = 15 pasteles por hora
- Número de horas de funcionamiento del horno diario = 7 horas

$$\text{Capacidad diaria} = 15 \frac{\text{pasteles}}{\text{hora}} * 2 \text{ hornos} * \frac{7 \text{ horas}}{\text{día}} = 210 \frac{\text{pasteles}}{\text{día}}$$

- Producción de pasteles del diario = 33 pasteles
- Producción otros pasteles y postres = 74 pasteles

$$\text{Utilización otros pasteles y postres} = \frac{74}{210} * 100\% = 35.2\%$$

³³ Elaboración: Propia

Para el área de Decoración se identificó un solo recurso que es la Decoradora, con una capacidad de tres tortas grandes, teniendo una utilización del 13%. Este resultado se debe a que en la simulación no se ha considerado el inicio del día de la Decoradora con pasteles en espera para ser decorados, como se da en la realidad. Finalmente se concluye que para mejorar el rendimiento de la producción de pasteles y poder cumplir con horarios preestablecidos de envío se debe mejorar el área de Pastelería para tener en la producción diaria la cantidad adecuada de pasteles para ser decorados y enviados en los primeros viajes.

7. CAPÍTULO 7: PROPUESTAS

Una vez presentado el estado actual de la empresa, se busca proponer una mejora tanto para el área de Producción, en los procesos de Pastelería y Decoración, como en el área de Logística, en el número diario de despachos.

Para este propósito, se incorporarán máquinas adicionales y se estimará nuevos tiempos para los diferentes procesos. Con esta información se realizará un nuevo modelo de simulación del cual se pueda analizar cuáles serán los nuevos costos y tiempos de los procesos. Además, se presentará el estado futuro del VSM para reconocer cómo cambió el sistema de producción de Hansel y Gretel.

Por otro lado, se realizará un análisis logístico sobre la capacidad de las furgonetas y la reducción del número de viajes que se desea obtener. Para esto, se definirán rutas y horarios estándar en los cuales las furgonetas deberían salir del Centro de Producción hacia los puntos de venta.

7.1. Generación de la Nueva Simulación

Debido a la alta utilización de la batidora en el área de Pastelería se propone la incorporación de una segunda con las mismas características. Se consideró también que el proceso de pesado de la mantequilla no agrega valor, por lo que se propone que se preparen porciones de mantequilla en los tiempos en los que el personal no está ocupado o en su defecto que lo realice la persona auxiliar de esta área.

En lo que respecta a Decoración se propone la ubicación de las mermeladas en las mesas que lo necesiten. Así se disminuirá los viajes a Bodega. Es importante revisar además la disposición de los productos y la cantidad de materiales antes de empezar el día de manera que el tiempo de viaje se reduzca a 1.5 minutos. El nuevo modelo de simulación contiene los mismos procesos que el original, pero se han aplicado los cambios mencionados. Adicionalmente, se modificó el tiempo de llegada de una orden a una cada cinco minutos debido al aumento de la capacidad. Se observa que de no generarse

órdenes con mayor frecuencia, el tener una nueva batidora no tendría efecto sobre la producción.

7.1.1. Análisis de Resultados de la Nueva Simulación

Se realizaron tres replicaciones del modelo de simulación y se obtuvo un nuevo output de producción promedio diario. La capacidad de producción para un día laborable de 8 horas sería de 49 pasteles a un costo de 106 dólares. Si bien es cierto que las estadísticas mostradas en el reporte generan un costo mayor, esto se debe a que las batidoras tienen un costo asignado sólo cuando están trabajando. Sin embargo al realizar un análisis de lo que la empresa puede estar ganando con este aumento de producción, se obtiene que la mejora es positiva como se explica a continuación. Adicionalmente, esta mejora en el output significa una mejor capacidad para satisfacer la demanda futura, que se espera sea creciente; además de contar con producto terminado más frecuentemente que en la actualidad; y de esta manera abastecer los viajes de las furgonetas a los puntos de venta.

En lo que respecta a la utilización de los recursos, se tiene una mejora en el porcentaje de la Pastelera, la Decoradora y del horno. Los resultados para Pastelería se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 15. Utilización de los Recursos de Pastelería³⁴

Recurso	Capacidad	Cantidad de Recursos	Utilización
Horno	15	2	27%
Batidora	2	1	74%
Batidora 2	2	1	90%
Pastelera	2	1	99%

La utilización del horno presenta una mejoría que se considera aceptable ya que no interfiere con los otros procesos al tener un porcentaje de capacidad excedente del 38%. Este excedente será necesario para cubrir demanda de

³⁴ *Elaboración: Propia*

pasteles bajo pedido que de acuerdo a su tamaño, variará la ocupación del horno. Por otro lado, un aumento de la utilización del horno podría convertir los otros recursos en cuellos de botella.

Además, para el área de Decoración, se identificó que la operadora tiene una utilización del 19%. Este aumento de la producción hará posible el cumplimiento de los horarios establecidos para despachos en la siguiente sección.

Se puede observar además, la utilización de la Pastelera, que en este caso es del 99%, en donde este recurso sería considerado un cuello de botella. Actualmente la empresa cuenta con una persona auxiliar en el área de Pastelería razón por la que se puede incluir este recurso en una modificación de la simulación. Para esta simulación se considera en las actividades que requieren de la Pastelera un Set de recursos conformado por la Pastelera y la Auxiliar. Se considera únicamente el costo de hora ocupada de la Auxiliar. Con esta variación se tiene un costo de producción de 112 dólares, y la nueva tabla de utilización es la siguiente:

Tabla 16. Utilización de los Recursos de Pastelería Segunda Simulación³⁵

Recurso	Capacidad	Cantidad de Recursos	Utilización
Horno	15	2	27%
Batidora	2	1	74%
Batidora 2	2	1	90%
Pastelera	2	1	74%
Auxiliar	2	1	22%

Actualmente, a un precio de mercado de 15 dólares por pastel, la empresa está ganando \$395. Con los cambios propuestos Hansel y Gretel podría ganar \$623 asumiendo que se venden todos los pasteles producidos, lo cual deja una diferencia en ganancia de \$228, monto que permitirá amortizar el costo de una batidora nueva. En estos montos no se considera el costo de ingredientes debido a la política de confidencialidad de recetas. El supuesto de vender toda la nueva

³⁵ *Elaboración: Propia*

producción de los pasteles se basa en que actualmente no existen bajas de pasteles completos, únicamente pocas bajas de panes y de porciones de pastel que representarían menos del 1% de la producción de esta área. Mediante entrevistas a los supervisores de Puntos de Venta, quienes se encargan del inventario de productos en percha, se determinó que en promedio al día se devuelven tres bajas de porciones al Centro de Producción. Estas porciones pueden ser tortas del diario u otros postres.

7.2. Value Stream Mapping: Estado Futuro de Pastelería y Decoración

El estado futuro del área de Pastelería se muestra a continuación. El área de Decoración conservará sus tiempos y procesos, solamente cambiará el inventario que tendrá al inicio del día.

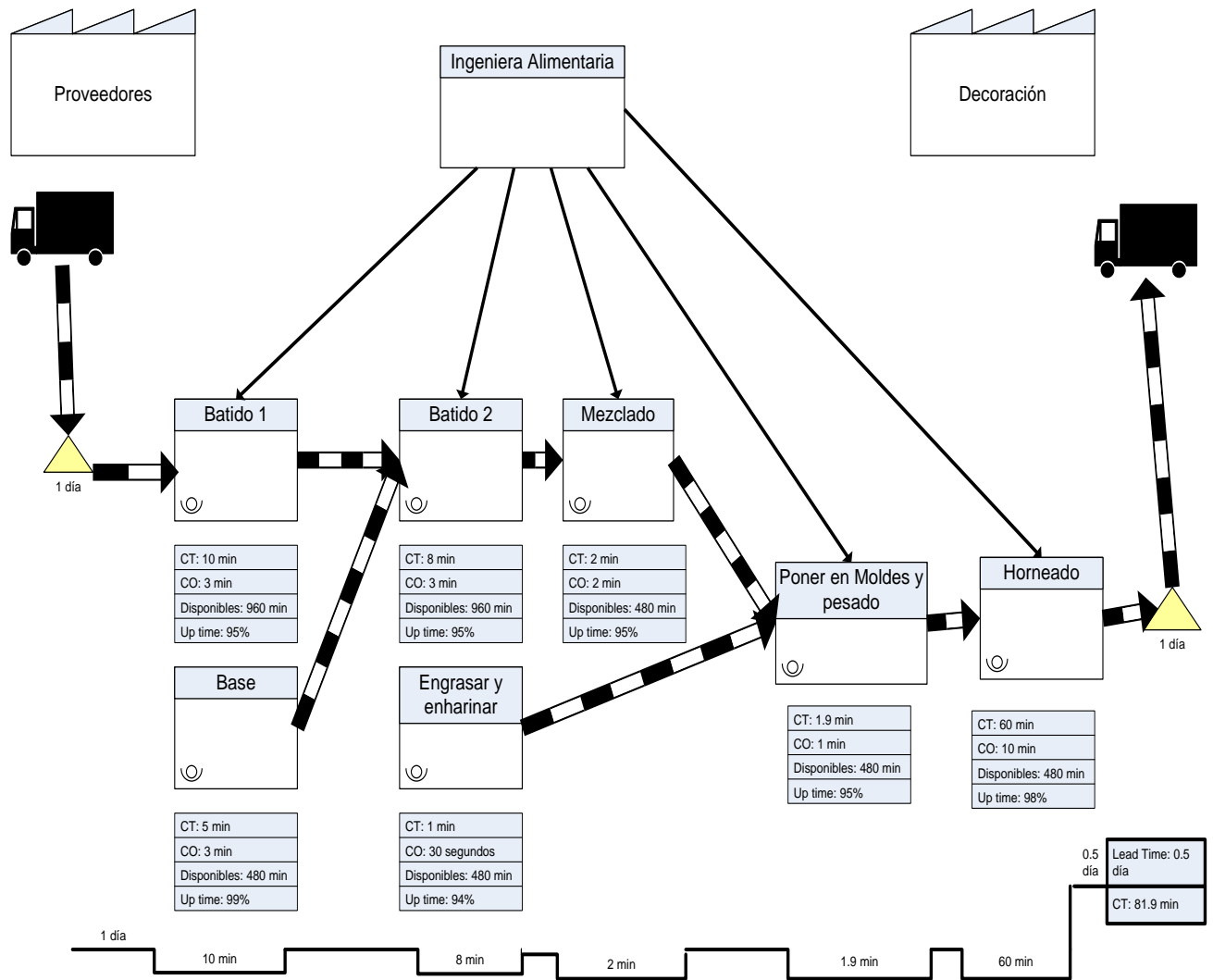


Figura 20. VSM Pastelería Situación Futura³⁶

Se puede observar que en el VSM futuro ya no existe la actividad de pesado de los ingredientes lo que disminuye el tiempo de ciclo en un minuto, siendo el nuevo de 81.9 minutos. Por otro lado se observa en las cajas de información que el tiempo disponible para el batido subió al doble, esto se debe al incremento de una batidora, lo cual genera mayor disponibilidad. Debido a que no se cambió el método de producción, se conserva un sistema push entre estaciones y hacia los clientes Decoración, pero considerando un nuevo tiempo de inventario de la producción correspondiente a la mitad del día de trabajo.

³⁶ Elaboración: Propia

7.3. Cambios en el Layout y Reubicación del Centro de Producción

Los cálculos de eficiencia realizados, además de los resultados de la simulación, toman en cuenta tiempos en los que el personal debe recorrer hacia la bodega y a la cocina de Pastelería. Se consideró eliminar estos traslados mediante la reubicación de las estaciones de trabajo, de modo que éstas se distribuyan como una línea de producción, es decir, una estación junto a la otra.

7.3.1. Cálculo de Eficiencia

Para considerar la necesidad de un cambio en el layout de la planta se requiere primero realizar un análisis de eficiencia de las instalaciones actuales. Para esto se realiza una tabla de relaciones para la ubicación de las actividades de Pastelería y Decoración, la misma que se encuentra en el Anexo 8. Para los valores de cercanía identificados se asignó un valor ponderado que permita realizar cálculos que impliquen flujo debido a la no existencia de un dato exacto. La planta tiene gran variabilidad de flujo entre las estaciones y movimientos pequeños, siendo esto lo que se consideró para el uso de la ponderación.

$$z = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij} f_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij}}$$

$$z = \frac{3(0) + 3(0) + 5(0) + 5(0) + 3(0) + 1(1) + 0(0) + 0(0) + 1(0) + 1(1) + 0(0) + 1(0) + 1(0) + 1(0) + 10(0) + 1(0) + 1(0) + 1(0) + 1(0) + 10(0) + 5(0)}{3(3) + 5(3) + 1(10) + 10(2)}$$

$$Z = \frac{2}{54} = 0.037$$

Para realizar el cálculo se utilizó una ponderación para cada uno de los valores de cercanía establecidos. Se obtuvo una eficiencia de 3.7% lo que significa que la distribución de las estaciones de trabajo y la ubicación de los recursos no es la adecuada por lo que se procede a la aplicación de la Metodología Blocplan de intercambio pareado para realizar los cambios necesarios.

7.3.2. Metodología Blocplan de Intercambio Pareado para Reacomodar Áreas de Trabajo

Se tomó en cuenta la Metodología Blocplan para lograr este objetivo. Se realizan intercambios pareados entre áreas iguales o adyacentes. Las dos únicas áreas que inicialmente se consideraría mover son las estaciones de trabajo de Decoración de pasteles del diario hacia la zona de Pastelería, en lugar de la estación de Galletería. Así, se podría evitar el recorrido de los pasteles a través de la planta de producción, mejorando los tiempos y eliminando congestión en otras áreas. A continuación se muestra el cálculo de eficiencia de poder mover ambas áreas.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij} f_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij}}$$

$$Z = \frac{3(0) + 3(0) + 5(0) + 5(0) + 3(0) + 1(1) + 0(0) + 0(0) + 1(0) + 1(1) + 0(0) + 1(0) + 1(0) + 1(0) + 1(0) + 10(1) + 1(1) + 1(1) + 1(1) + 1(0) + 1(0) + 10(1) + 5(1)}{3(3) + 5(3) + 1(10) + 10(2)}$$

$$Z = \frac{29}{54} = 0.4915$$

De esta forma, la eficiencia de la planta de producción mejora. Se puede lograr una eficiencia del 49.15%.

En los Anexo 9 y Anexo 10 se muestran el diagrama de bloque actual con la cocineta en el área de Pastelería y el diagrama de bloque final con la cocineta en el área de Decoración.

A pesar que la distribución propuesta al aplicar el algoritmo Blocplan representaría una mejora en la eficiencia de las operaciones, Rosario Bueno, Jefe de Producción, explicó que Decoración debía encontrarse lo más alejado de la maquinaria dado que en particular los hornos generan calor y para los procesos del área de Decoración se requieren temperaturas más bajas, por el riesgo de derretimiento del glacé. Es por esto que los cambios propuestos con el nuevo layout no podrían aplicarse, además de que la empresa está funcionando en la planta actual desde hace poco tiempo y Hansel y Gretel no tiene planificado cambiar de instalaciones en el mediano plazo.

7.3.3. Metodología 5´S

La Metodología Japonesa de las 5´S creará un entorno dentro de Hansel y Gretel que permita maximizar los recursos, el tiempo y la productividad del personal. Se empezará esta técnica a partir del área de Decoración para después practicarla en toda la planta de producción. A partir de ésta técnica, en el futuro se pueden implantar con mayor facilidad y éxito otros sistemas de calidad modernos. Cabe recalcar que el objetivo de implementar la metodología 5´S no es únicamente el mejorar la apariencia estética del lugar, sino más bien darle funcionalidad a las áreas de trabajo y facilitar la operación diaria. Además, se requerirá esfuerzo por parte del personal y de un cambio cultural en la empresa.

Asimismo, para que no decaiga el programa de las 5´S se requerirá de:

- Auditorías cruzadas entre áreas
- Divulgación de resultados y premiación o incentivos no necesariamente económicos
- Involucrar a las familias del personal
- Hacer conocer a la comunidad sobre el programa 5´S en la empresa

7.3.3.1. Seiri: Clasificar

“Separar lo útil de lo inútil”

Para poder separar innecesarios, el área de trabajo debe tener:

- *Material indispensable*
Se recomienda tener dentro del área de Decoración un aproximado de la cantidad diaria de ingredientes de decoración, ya que esta área tiene una temperatura ambiente y los ingredientes no se dañarán.
Se propone que el bodeguero reabastezca la bodega del área de Decoración diariamente para que los decoradores ya no tengan que recorrer otras áreas en búsqueda de ingredientes.
- *De uso inmediato*
Las herramientas como las paletas de decoración, manteles y demás utensilios que usen frecuentemente deben estar a la mano de los decoradores.

Se propone poner debajo de cada mesa de decorado todas estas herramientas y guardar en otro lugar aquellos artefactos y herramientas de uso poco frecuente.

- *En cantidades mínimas*

Además de contar con una pequeña bodega perteneciente al área de Decoración, cada decorador debe tener listo en la mesa de trabajo el material a utilizarse en la decoración de cada grupo de pasteles que están siendo procesados.

A continuación se muestra un plan de acción de cómo deberá ser realizado este punto.

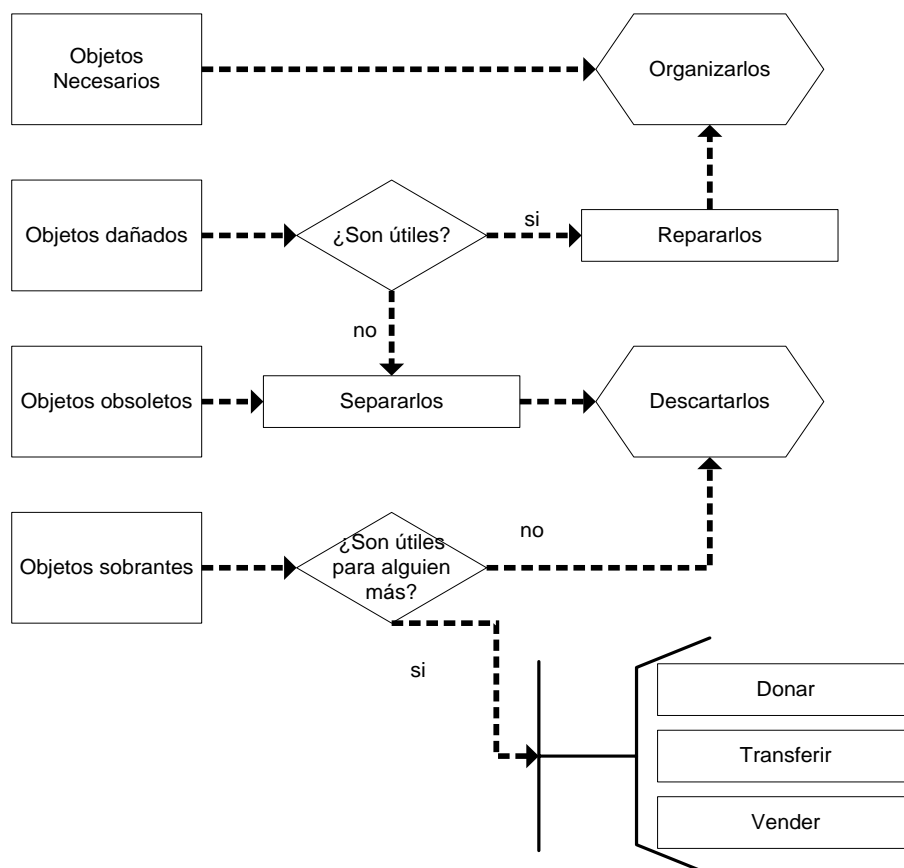


Figura 21. Pasos para la Clasificación de Materiales³⁷

Entre las ventajas que se tendrán al practicar la clasificación de materiales son el generar espacio útil, economía al poder utilizar ese material en otra parte, una enorme ganancia en tiempo y la disminución de posibles accidentes.

³⁷ Fuente: (Lozada y Miño)
Elaboración: Propia

7.3.3.2. Seiton: Ordenar

“Cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa”

Para situar necesarios, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- *Identificar todo con letreros*

Esto facilitará al personal encontrar los materiales que necesitan e identificar cuál es el lugar donde se almacenan estos materiales. Si se opta por el uso de tableros para disponer las herramientas de Decoración, se podría dibujar el perfil de éstas para que el operario pueda identificar rápidamente si la herramienta está allí o no. En caso de que la herramienta no esté ahí, el operario que la tomó puede dejar una ficha con su nombre indicando que la tomó. Así, el operario que necesita la herramienta no tendrá que ir por cada sitio de trabajo en busca de lo que necesita.

La forma de ordenar el área de trabajo dependerá de la frecuencia de uso que tengan las diferentes:

1. Colocar a la mano lo que se usa a toda hora
2. Colocar cerca del área de trabajo lo que se usa pocas veces al día
3. Guardar en la bodega lo que se usa de vez en cuando

Se recomienda tomar en cuenta las recomendaciones realizadas en el punto anterior sobre la creación de un pequeño espacio de bodega solamente para Decoración ya que se necesitan ciertos ingredientes con frecuencia diaria. Las razones por las que se puede reubicar los materiales incluyen el ser innecesarios, defectuosos, no urgentes o por ser material sobrante. Se pueden tomar acciones como almacenar por separado, mover al sitio de trabajo, regresar o eliminar el material del área de Decoración. Se recomienda también traer el microondas al área de Decoración, ya que actualmente éste se encuentra junto al área de Pastelería, y Decoración lo utiliza para calentar distintos materiales como chocolate, caramelo u otros ingredientes.

El ordenar los materiales permitirá generar rapidez y facilidad para encontrar las cosas, facilidad en la comunicación, tranquilidad en el trabajo ya que todo estará en su lugar, acceso, uso y devolución rápida de materiales cómoda y rápidamente y reducción o eliminación de tiempos de búsqueda de materiales.

7.3.3.3. Seiso: Limpiar

“Mejor que limpiar es no manchar”

Para cuidar del material necesario y devolverlo a sus condiciones de funcionamiento se debe seguir lo siguiente:

- Limpiar todo. No olvidar ningún rincón
- Verificar siempre si el ambiente continúa limpio
- Colocar a la mano los basureros
- Las áreas de circulación deben estar libres y limpias
- Se pueden generar residuos, pero esto no significa que el ambiente de trabajo tenga que estar sucio

Con la limpieza de las áreas de trabajo, se generará satisfacción por parte de los empleados, ya que tendrán un ambiente más agradable y quien llega a un puesto de trabajo lo encontrará limpio y en perfecto estado de uso, mayor control sobre el estado de las máquinas y equipos, se podrá visualizar las anomalías antes de que provoquen averías o defectos, entre otras ventajas.

Para evaluar las tres S anteriores en las estaciones de trabajo, se puede tomar fotografías del sitio de trabajo y pegarlas en carteleras. Después de un tiempo, se volverá a tomar fotografías y se las colocará encima de las anteriores para conocer qué tanto se está mejorando a manera de auditorías internas.

7.3.3.4. Seiketsu: Estandarizar

“Una imagen vale más que mil palabras”

Es necesario crear mecanismos que garanticen el mantener los pasos anteriores. Con la ayuda de estándares fijados por los puntos anteriores, se pueden revisar indicadores del desempeño del área de Decoración. La información de estos indicadores será proporcionada por los operarios a la Jefa de Producción.

Además, se puede crear varias acciones para mantener lo anterior:

- Verificar si aparecen nuevos materiales innecesarios
- Verificar si están todos los elementos necesarios o falta alguno

- Verificar si los elementos necesarios están en su sitio correcto
- Revisar si existe más o menos cantidad de los necesario
- Revisar si se cumplen los procedimientos de limpieza
- Revisar si se cuenta con todos los materiales para limpieza en su sitio
- Revisar si los indicadores están por encima o debajo de los valores adecuados
- Revisar el estado de funcionamiento de las máquinas e instalaciones
- Revisar el cuidado de la apariencia personal de los empleados
- Respetar las reglas de seguridad en el trabajo

Al practicar la estandarización, se generará aumento de productividad, equilibrio físico y mental al tener patrones de comparación, mejores condiciones de seguridad industrial, entre otros.

7.3.3.5. Shitsuke: Disciplina

“Por mucho que nos esforcemos para mantener la organización, el orden y la limpieza, siempre se vuelve a la situación inicial. El problema es la falta de disciplina en la empresa”

La autodisciplina permitirá darle continuidad a lo realizado anteriormente. Para practicarla es necesario:

- Respetar siempre lo acordado con los demás compañeros de trabajo
- Convertir en un hábito las 4´S anteriores
- Para resolver problemas, hacer reuniones con los compañeros de trabajo, no criticar y presentar soluciones.

Los beneficios que creará la autodisciplina son el cumplimiento de estándares para eliminar los reprocesos o las devoluciones, constante desarrollo personal y profesional, mejor interacción entre las personas, formación continua del trabajador, concientización sobre la organización, orden y limpieza y crear hábitos a través de la ejecución disciplinada de las normas y procedimientos.

7.3.4. Ubicación del Centro de Producción

En las visitas a la planta, se observó que no existía suficiente espacio para el desenvolvimiento eficiente de las personas en cada área del Centro de Producción. En el estudio no se consideró el área de Panadería en la que un horno adicional dentro de ésta área podría evitar el envío de pan a ser horneado en el Mall El Jardín; puesto que no hay suficiente espacio.

Dada esta falta de espacio y la imposibilidad de mover áreas de trabajo por restricciones de temperaturas, conexiones eléctricas, conexiones a gas y la presencia de columnas en ciertas zonas del Centro de Producción, se pensó en la posibilidad de una reubicación de la misma a un espacio más grande y que considere la cercanía a los puntos de venta. Sin embargo, Hansel y Gretel se encuentra funcionando desde hace dos años en el Centro de Producción actual. La reubicación del Centro de Producción es una decisión estratégica, es decir que no podrá ser modificada a corto plazo, por este motivo este estudio deberá ser realizado dentro de unos años más considerando el crecimiento de la demanda y de puntos de venta.

7.3.4.1. Ventajas de la Ubicación Actual del Centro de Producción

La ubicación actual tiene 2 vías de acceso: Av. Mariana de Jesús y Av. Atahualpa; que los conectan a las principales arterias viales del norte de Quito y les dan cercanía a la mayoría de sus locales con mayor volumen de ventas. Rosario Bueno, Jefa de Producción, indicó que de ser necesario un aumento en capacidad por aumento en la demanda, se debería considerar un incremento de los turnos de trabajo ya que durante las tardes ya no existe un turno de trabajo y la maquinaria tienen capacidad para seguir produciendo en este tiempo.

7.4. Creación y Análisis de la Propuesta de Logística

Uno de los aspectos logísticos que se desea estudiar es la necesidad o no de 4 furgonetas, con sus respectivos choferes, para el envío diario de productos hacia los puntos de venta, tomando en cuenta la propuesta de reducir el número de viajes. Por otro lado se deben analizar los horarios de salida y las rutas hacia los puntos de venta que deben cubrirse para un mejor uso de recursos. En esta sección se presentan dos modelos, el primero para la determinación del número óptimo de viajes, rutas y horarios, y el segundo de asignación de choferes a las furgonetas con su respectivo establecimiento de días laborables.

7.4.1. Modo de Cálculo de Salario de Choferes

El salario del chofer se considerará como un costo fijo en la elaboración del primero modelo. Para calcular el salario de un chofer de Hansel y Gretel se utilizaron los siguientes criterios dados por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social:

Horas al mes: Se utiliza un criterio que beneficia al empleador, es decir 240 horas trabajadas mensualmente.

- *Horas extra:* tienen un recargo de 0.5 del valor de las horas normales. Según el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y al Código Laboral, se puede realizar máximo 12 horas a la semana.

$$\text{Horas extra} = \left(\frac{\text{salario base}}{240 \text{ horas}} \right) * 12 \text{ horas máx. extra semanales} * 4 \text{ semanas} * 1.5$$

- *Salario:* Suma del salario base más las horas extra
- *Fondos de Reserva:* 8.33% del salario del chofer. Se lo paga después del primer año de trabajo
- *Aportaciones IESS por parte del trabajador:* 9.35% del salario del chofer.
- *Aportaciones IESS por parte del empleador:* 12.15% del salario del chofer.

- *Décimo cuarto*: \$218 equivalentes a un salario básico unificado que debe ser pagado anualmente. Éste puede ser prorrateado por meses. Así, $\frac{\$218}{12 \text{ meses}} = \18.17 mensuales .
- *Décimo tercero*: Un pago realizado anualmente correspondiente a un salario. Para determinar un costo mensual de éste rubro, se puede prorratearlo a 12 meses.
- *Vacaciones*: 50% del décimo tercero.

(Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social)

7.4.2. Costos Logísticos

Según Berenice Cola, Gerente Financiera de Hansel y Gretel, los elementos que intervienen en el proceso de transporte tienen los siguientes costos:

Tabla 17. Costos Mensuales de Choferes³⁸

Costos de un chofer	
Salario Base	\$ 260.00
Horas Extras	\$ 52.00
IESS	\$ 37.91
Fondos de Reserva	\$ 25.99
Décimo Tercero	\$ 26.00
Décimo Cuarto	\$ 18.17
Vacaciones	\$ 13.00
Total al mes por cada chofer	\$ 433.06
Total al mes por 5 choferes	\$ 2,165.30

³⁸ Fuente: (Cola, Costos Anuales Transporte)
Elaboración: Propia

En cuanto a las horas extra que los choferes trabajan, Berenice Cola brindó como información un valor estimado de un pago de \$50 mensuales por chofer. Dado que trabajan en jornadas de 8 horas diarias, seis días a la semana, se considera la existencia de 8 horas extras semanales o 32 horas extra mensuales por cada chofer. Se utilizó el criterio de beneficio del empleador que da un costo de \$1.63 por hora extra que corresponde a \$52 mensuales. Cabe mencionar que el número de horas extras al mes varía dependiendo de la ruta asignada a los choferes, además de los picos de producción que se tienen en noviembre y mayo.

Tabla 18. Costos Mensuales de las 4 Furgonetas³⁹

Costos de las 4 Furgonetas	
Promedio combustible	\$ 459.81
Matriculación/Revisión	\$ 95.26
Mantenimiento	\$ 404.52
Telepeaje	\$ 72.00
Total al mes	\$ 1,031.59

En cuanto al costo de las 4 furgonetas, se dividió para 12 el costo total anual por matriculación y revisión. El consumo de combustible es el valor exacto dado que cada uno de los choferes tiene una tarjeta a la que se recarga el monto y la empresa cubre esto al final de cada mes. En lo que respecta al telepeaje, se tiene una estimación basada en los tres viajes que realiza a diario la furgoneta que tiene la ruta Cumbayá.

Con estos datos, se tiene un costo total mensual por concepto de logística de \$3.196,89, el cual se buscará reducir en el siguiente análisis.

³⁹ Fuente: (Cola, Costos Anuales Transporte)
Elaboración: Propia

7.4.3. Capacidad de las Furgonetas

Como ya se comentó en la sección 5.2.1 Características de los Elementos del Proceso de Transporte, las furgonetas tienen 7 estanterías con capacidad para 11 bandejas. Para estandarizar la dimensión que ocupan los productos, se tomarán los valores de equivalencia mostrados en la Tabla 6, de la sección 5.3.4 Gráfica de Pareto de Productos Enviados en Últimos Viajes. Así, la unidad a considerarse sería de 1 torta grande y los demás productos, que son más pequeños, serán considerados como una fracción de torta grande, por ejemplo: un pan de huevo equivale a 1 octavo de torta. Por último, según lo observado en el proceso de Despachos, en cada furgoneta caben 114 productos. Esta estimación de capacidad se la realizó basada en el espacio que ocupa una torta. En cada bandeja entran 2 tortas grandes, dejando un espacio de una bandeja entre ellas, se considera que se ocupan 3 estanterías para este propósito. Otras tortas grandes no necesitan el espacio adicional por lo que caben dos por bandeja y no hay necesidad de holguras. La capacidad está dada por:

$$11 \frac{\text{bandejas}}{\text{estanterías}} \times 2 \text{ tortas grandes} \times 3 \text{ estanterías} + 4 \text{ estanterías} \\ \times 6 \frac{\text{bandejas}}{\text{estanterías}} \times 2 \text{ tortas grandes} = 114 \text{ tortas grandes}$$

Se utilizará esta información para determinar la demanda de cada punto de venta en unidades estándar y así poder determinar el número de viajes óptimo para las furgonetas y la secuencia de visitas a los puntos de venta.

7.4.1. Ventanas de Tiempo para la Salida de Furgonetas hacia cada Punto de Venta

Una de las entradas necesarias para el planteamiento del problema de ruteo de vehículos con restricciones de ventanas de tiempo, es la determinación de las horas en las que inicia y debe terminar el servicio en los puntos de venta. Para el caso de Hansel y Gretel estos rangos de tiempo se determinarán a partir de los horarios de salida de las furgonetas desde el Centro de Producción, esto

tiene el propósito de establecer un programa estándar de asignación de rutas y horarios.

Es posible la determinación de horarios mediante el uso de cartas de control debido a que los horarios de salida de las furgonetas son una característica de la calidad del proceso de entrega de productos, por tanto, éstos tendrán un impacto económico en el proceso de manufactura y tiempos de entrega del producto.

Tal como lo dice Reeve y Philpot en su publicación “Aplicaciones del Control Estadístico de Procesos para la Administración Financiera”:

“Factores críticos de desempeño como el Retorno Sobre Inversión, entregas a tiempo, cantidades producidas, tiempos para atender a un cliente y mediciones sobre la productividad pueden ser todos monitoreados usando técnicas estadísticas, como lo son las Cartas de Control. Además, las variaciones naturales en los factores críticos de desempeño se vuelven evidentes. Adicionalmente, las Cartas de Control crean “bandas” de desempeño, las cuales representan la variabilidad natural de un proceso que está bajo control.” (Reeve y Philpot)

“El manejo de costos de diferentes procesos puede ser monitoreado con Cartas de Control. Unos cuantos ejemplos de factores que afectan el costo son los tiempos de ciclo, sobretiempo, cumplimiento de horarios, disponibilidad de las máquinas, tiempos de inicio, entre otros. Todos estos factores pueden ser evaluados usando técnicas de Control Estadístico de Procesos. En el caso de los factores críticos de desempeño, las Cartas de Control señalan las variaciones naturales y promedios para el manejo de costos. Con el uso de Cartas de Control las empresas pueden reducir la variación y los promedios de las actividades para el manejo de costos. Por ejemplo, las empresas pueden reducir el tiempo que no agrega valor dentro de la manufactura para la entrega del producto al cliente. De esta forma se mejora la calidad en la manufactura del producto y se incrementa la disponibilidad del equipo” (Reeve y Philpot).

Dentro de la variabilidad natural de este proceso se puede considerar a la densidad de tráfico en las diferentes horas del día y la hora en que Producción

tenga listo el producto. Como causas asignables se podría tener diferentes escenarios que provoquen demoras en los pasos del Proceso de Logística descrito en la Figura 4: Diagrama de Flujo Logística de Distribución a Puntos de Venta. Por ejemplo, la disponibilidad de la persona que cuenta el producto en el Centro de Producción.

Se analizaron los datos de la hora de salida de furgonetas del Centro de Producción del mes de junio y octubre de 2009 y enero de 2010. El mes de octubre es considerado un mes de demanda pico y los meses de enero y junio son meses considerados de demanda normal. Así, se clasificó por días de la semana a cada una de estas horas y por el número de viaje al cual corresponden. Además, los minutos fueron transformados a fracciones de unidad para facilidad de análisis de datos en el Software Minitab. Por ejemplo, las 9:20 am fue convertido a 9.33. A continuación se muestra un ejemplo de cómo fue realizada la toma de datos:

Tabla 19. Ejemplo de Toma de Datos de Viajes realizados hacia cada Local⁴⁰

#	Día	Primer Viaje Realizado a El Condado			
		1era semana	2da semana	3ra semana	4ta semana
1	Lunes	9.67	10.08	9.13	10.08
2	Martes	9.72	10.5	9.75	10.05
3	Miércoles	8.08	9.83	9.87	9.58
4	Jueves	8.25	9.83	9.88	10.12
5	Viernes	9.92	9.83	10	8.25
6	Sábado	9.92	8.25	8.33	8.33
7	Domingo	9	10.33	8.33	10
8	Lunes	10.5	10.33	9	10.12
9	Martes	9.33	10.5	10	10.47
10	Miércoles	9.5	9.68	9.12	10.2
11	Jueves	8.25	9.92	10.05	10.87
12	Viernes	9.45	9.33	9	8.25
13	Sábado	10	8.25	8.33	8.33
14	Domingo	9.2	11.05	8.68	9.92
15	Lunes	10.92	10.08	10.45	9.5
16	Martes	9.72	10.12	9.75	10.33
17	Miércoles	8.08	10	9.45	10.12
18	Jueves	8.25	10.5	9.88	10.12
19	Viernes	9.92	9.83	10	8.25
20	Sábado	9.92	8.25	8.33	8.33
21	Domingo	9.11	10.33	9.1	10

⁴⁰ Elaboración: Propia

Según Rosario Bueno, Jefa de Producción de Hansel y Gretel, de lunes a jueves existe menor producción y envíos que en los fines de semana. Sin embargo aplicando tanto una prueba T como el Análisis ANOVA de la cantidad enviada de productos por día se llegó a la conclusión de que es la misma independientemente de si es fin de semana o un día entre el lunes y el jueves. Antes de realizar el análisis se graficaron los datos de todos los días de la semana para comprobar la normalidad de los mismos:

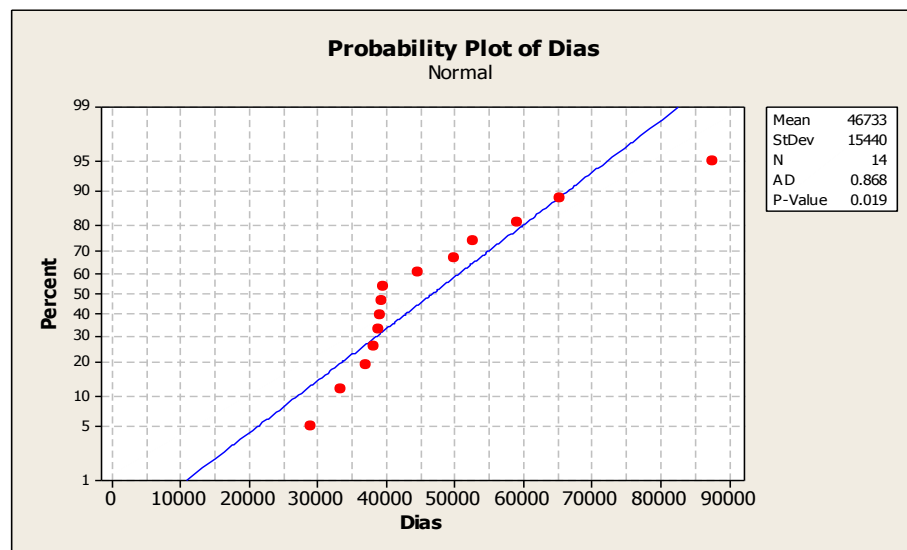


Figura 22. Normalidad de Datos para Gráficas de Control⁴¹

Se puede observar que los datos no son normales dado que se tiene un valor P de 0.019 que lleva al rechazo de la hipótesis nula de normalidad. Entonces, es necesario aplicar una transformación mediante el uso del logaritmo natural recomendado por la herramienta Box Cox del Software Design Expert. El gráfico de los nuevos valores para los datos se muestra a continuación:

⁴¹ *Elaboración:* Propia. Realizado con Software Minitab
Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

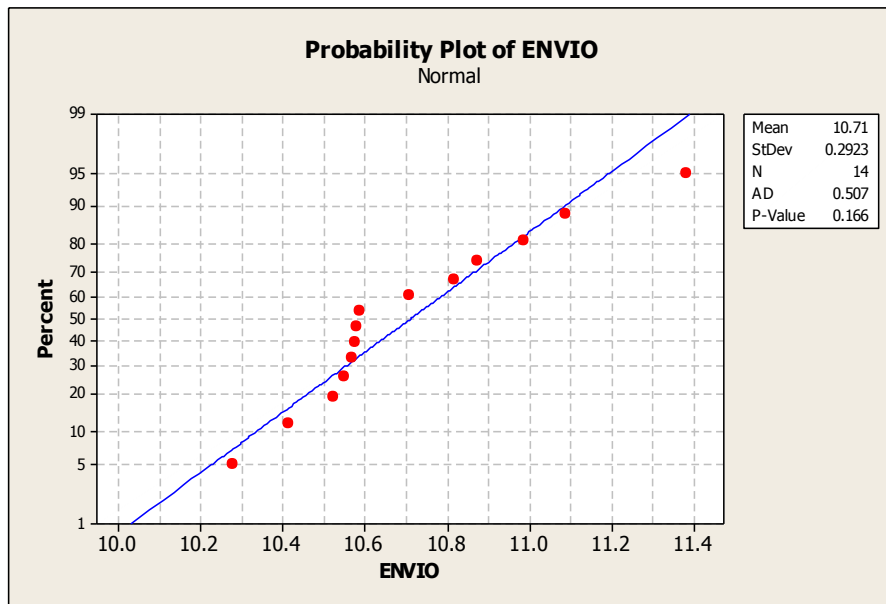


Figura 23. Normalidad de Datos Transformados a Lognormal⁴²

A pesar de que en el gráfico no se observa que los datos se encuentren muy pegados a línea, el valor P es de 0.166 lo que significa que no existe suficiente evidencia estadística como para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto se asume normalidad para los datos y se procede a realizar un análisis ANOVA donde se tiene un factor, Días de la semana, con dos niveles, Lunes a jueves y Viernes a domingo.

De los gráficos de residuales del análisis que se muestran a continuación se concluye que cumplen con los supuestos de normalidad, independencia y varianzas iguales.

⁴² *Elaboración:* Propia. Realizado con Software Minitab
Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

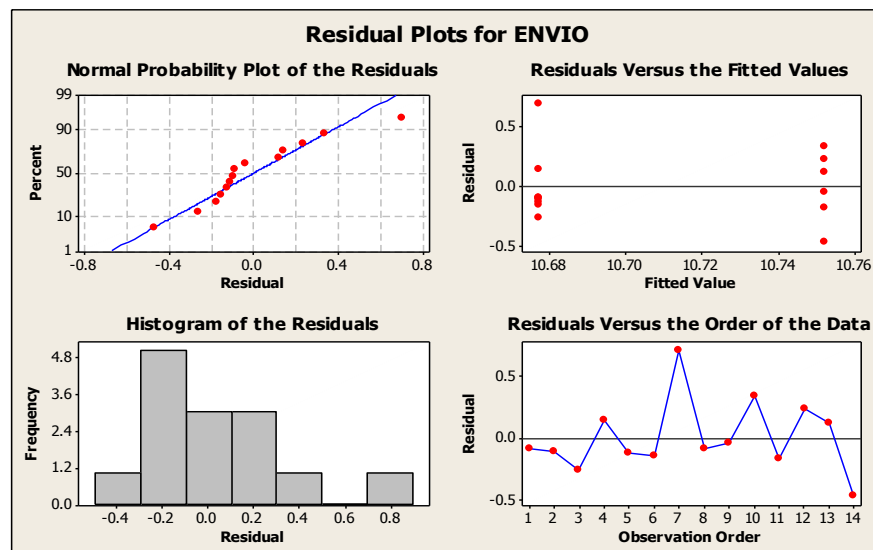


Figura 24. Gráfica de Residuales⁴³

Las hipótesis planteadas para la prueba T fueron:

$$H_0: u_1 - u_2 = 0$$

$$H_1: u_1 - u_2 \neq 0$$

Debido a que las muestras seleccionadas no tienen el mismo número de datos se procedió a realizar una prueba T, en la que se buscaba comprobar la igualdad de medias. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 20. Prueba T para Igualdad de Medias⁴⁴

Two-Sample T-Test and CI: ENVIO, Dia

Two-sample T for ENVIO

Dia	N	Mean	StDev	SE Mean
LUN-JUE	8	10.678	0.306	0.11
VIER/DO	6	10.752	0.296	0.12

Difference = mu (LUN-JUE) - mu (VIER/DO)

Estimate for difference: -0.074392

95% CI for difference: (-0.431178, 0.282395)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0.46 P-Value = 0.655 DF = 11

⁴³ Elaboración: Propia. Realizado con Software Minitab

Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

⁴⁴ Elaboración: Propia. Realizado con Software Minitab

Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

Del valor P de la prueba que es de 0.655 se concluye que no existe suficiente evidencia estadística como para rechazar la hipótesis nula, por lo tanto las medias de las dos muestras son iguales. La tabla obtenida en Minitab para el Análisis ANOVA se muestra a continuación:

Tabla 21. Análisis de la Varianza Envíos vs. Días⁴⁵

ANOVA: ENVIO versus Dia

Factor	Type	Levels	Values
Dia	fixed	2	LUN-JUE, VIER/DO

Analysis of Variance for ENVIO

Source	DF	SS	MS	F	P
Dia	1	0.01897	0.01897	0.21	0.656
Error	12	1.09190	0.09099		
Total	13	1.11087			

S = 0.301648 R-Sq = 1.71% R-Sq(adj) = 0.00%

El valor P para la prueba, con un nivel de confianza de 95%, es de 0.656. No se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias. Se tiene un valor de R^2 bajo lo que implica que la variabilidad de los datos no se encuentra del todo explicado por el modelo. Este hecho podría provocar más adelante puntos cercanos a los límites de control en las gráficas de horas de salida realizadas. Además, la producción de Pastelería empieza una hora más temprano los fines de semana y esto también podrá observarse en las gráficas.

7.4.1.1. Aplicación de Cartas de Control para Determinación de Ventanas de Tiempo

Se realizaron gráficas de control \bar{R} y \bar{X} para obtener un horario estimado de las horas de salida de las furgonetas. Se utilizaron cartas de control \bar{R} para examinar la variabilidad del proceso y saber si se está trabajando con un proceso bajo control o no. La utilización de las cartas de control \bar{X} sirve para determinar la hora promedio y los límites superiores e inferiores para el despacho de productos.

⁴⁵ *Elaboración:* Propia. Realizado con Software Minitab

Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

Como se mencionó anteriormente, la hora de salida de las furgonetas es considerada como una característica de la calidad del servicio de Hansel y Gretel.

En cuanto a la normalidad de los datos, Grant y Leavenworth citan en su libro "Control Estadístico de la Calidad" lo siguiente:

"Aunque la distribución de una población no sea normal, la distribución de las \bar{X} tiende a serlo. Cuanto mayor sea el tamaño de la muestra y más parecida a la normal sea la población, más se aproximará la distribución de las muestras a la curva normal.

No obstante, aunque n sea menor que 4 y la población sea distinta de la normal, la distribución de las medias de las muestras será similar a ella. Shewhart lo demuestra representando las distribuciones de las medias de 1000 muestras de cuatro elementos, tomadas de sus bombos que contienen, respectivamente, una distribución rectangular y una triangular. La figura a continuación tomada de los trabajos de Shewhart, compara estas dos poblaciones que no tienen ningún punto en común con la curva normal, con esta curva aplicada a las distribuciones de las medias de las muestras de cuatro"

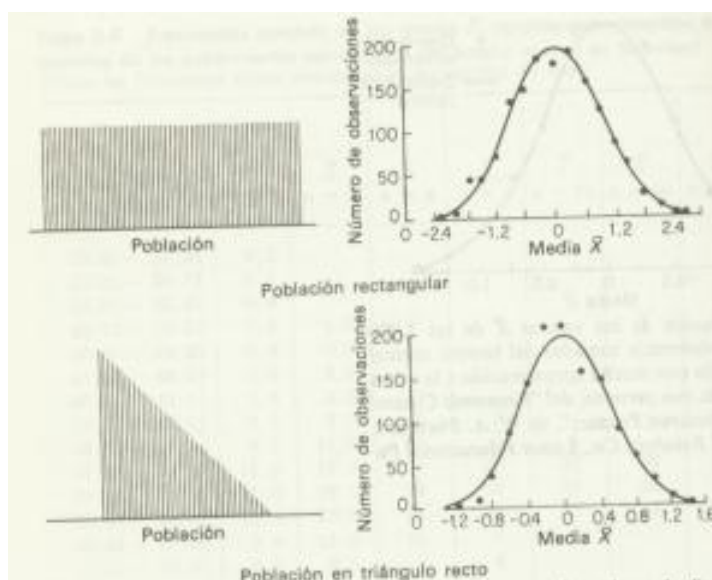


Figura 25. Distribución Rectangular y Triangular⁴⁶

⁴⁶ Fuente: (Shewhart)

A pesar de la gran diferencia existente entre estas poblaciones, rectangulares y triangulares, la distribución de los valores \bar{X} de muestras de cuatro elementos se aproxima a la normal.

En los muestreos realizados de la mayor parte de las poblaciones tomadas de la naturaleza y de la industria, la distribución de las \bar{X} es incluso más parecida a la normal.”

(Grant y Richard 70)

De esta manera, se realizó el estudio con 21 muestras pertenecientes a cada día de la semana y en cada muestra se tienen cuatro observaciones pertenecientes al mes de octubre de 2009, enero de 2010 y junio de 2009. Así, se identificaron horarios de salida desde el Centro de Producción hacia cada local para las furgonetas.

Tumbaco:

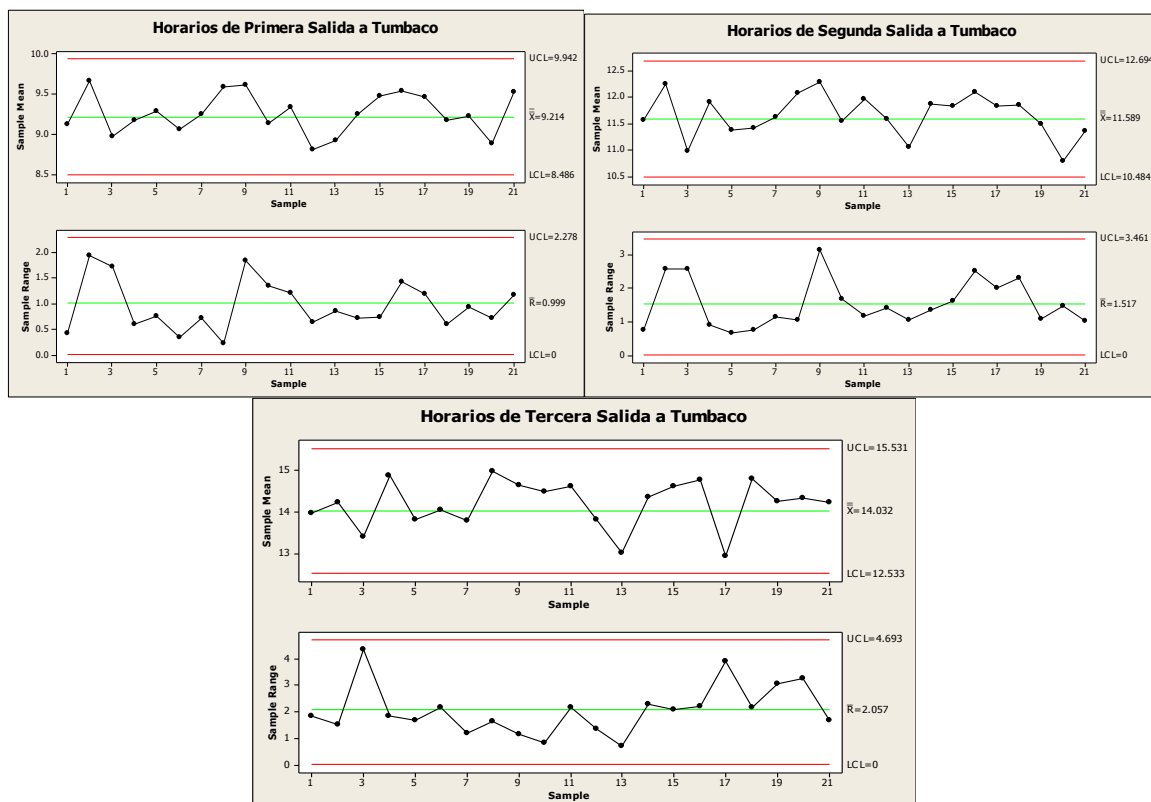


Figura 26. Cartas de Control para Horarios de Salida hacia Tumbaco⁴⁷

⁴⁷ Elaboración: Propia. Realizado con Software Minitab

Las tres cartas de control anteriores muestran los horarios estimados de salida durante cada uno de los siete días de la semana según sea el primero, segundo o tercer viaje diariamente. En la siguiente tabla se muestra un resumen de horarios a establecerse.

Tabla 22. Horarios de Salida hacia Tumbaco⁴⁸

	Hora Más Temprana de Salida	Horario Estándar	Hora Más Tardía de Salida
Primer Viaje	8:28	9:16	9:57
Segundo Viaje	10:32	11:35	12:30
Tercer Viaje	12:31	14:02	15:38

Gambeta:

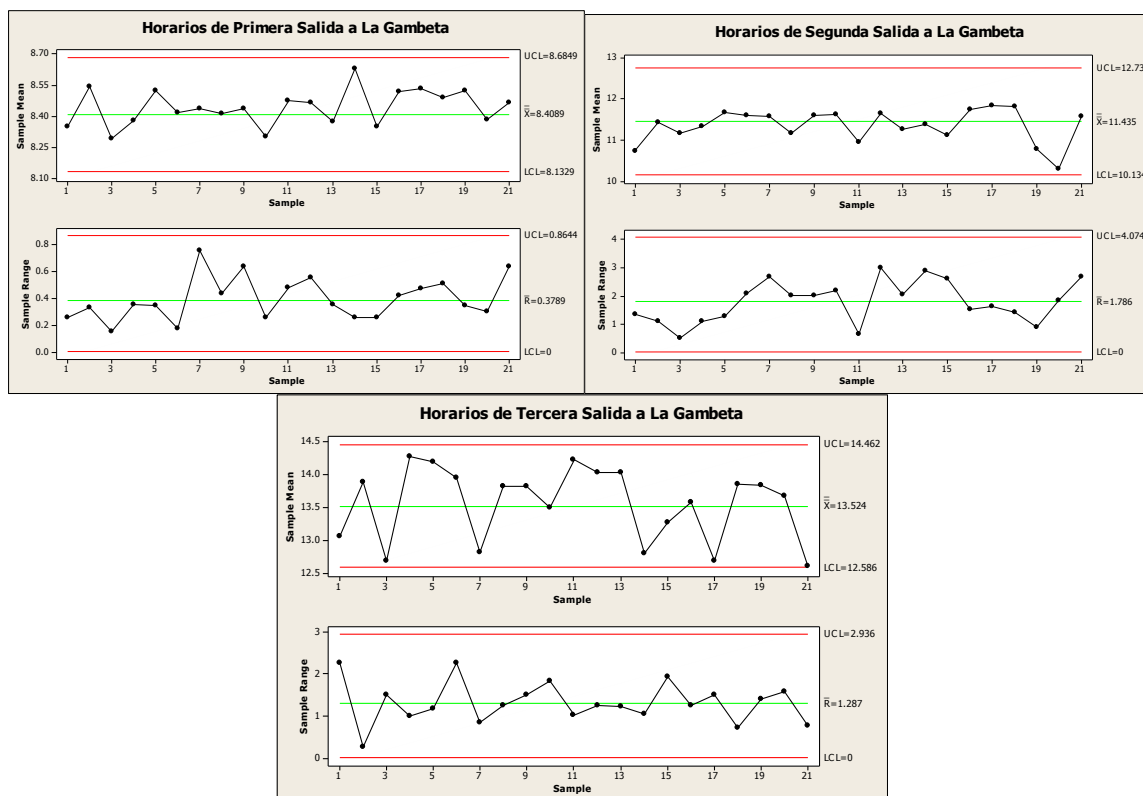


Figura 27. Cartas de Control para Horarios de Salida hacia La Gambeta⁴⁹

Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

⁴⁸ Elaboración: Propia

⁴⁹ Elaboración: Propia. Realizado con Software Minitab

Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

Las tres cartas de control anteriores muestran la variabilidad de horarios de salida durante cada uno de los días de la semana según el tipo de viaje, es decir, primero, segundo o tercer viaje. En la siguiente tabla se muestra un resumen de horarios a establecerse para La Gambeta.

Tabla 23. Horarios de Salida hacia la Gambeta⁵⁰

	Hora Más Temprana de Salida	Horario Estándar	Hora Más Tardía de Salida
Primer Viaje	8:05	8:25	8:44
Segundo Viaje	9:52	11:26	12:33
Tercer Viaje	12:34	13:35	14:28

Cumbayá

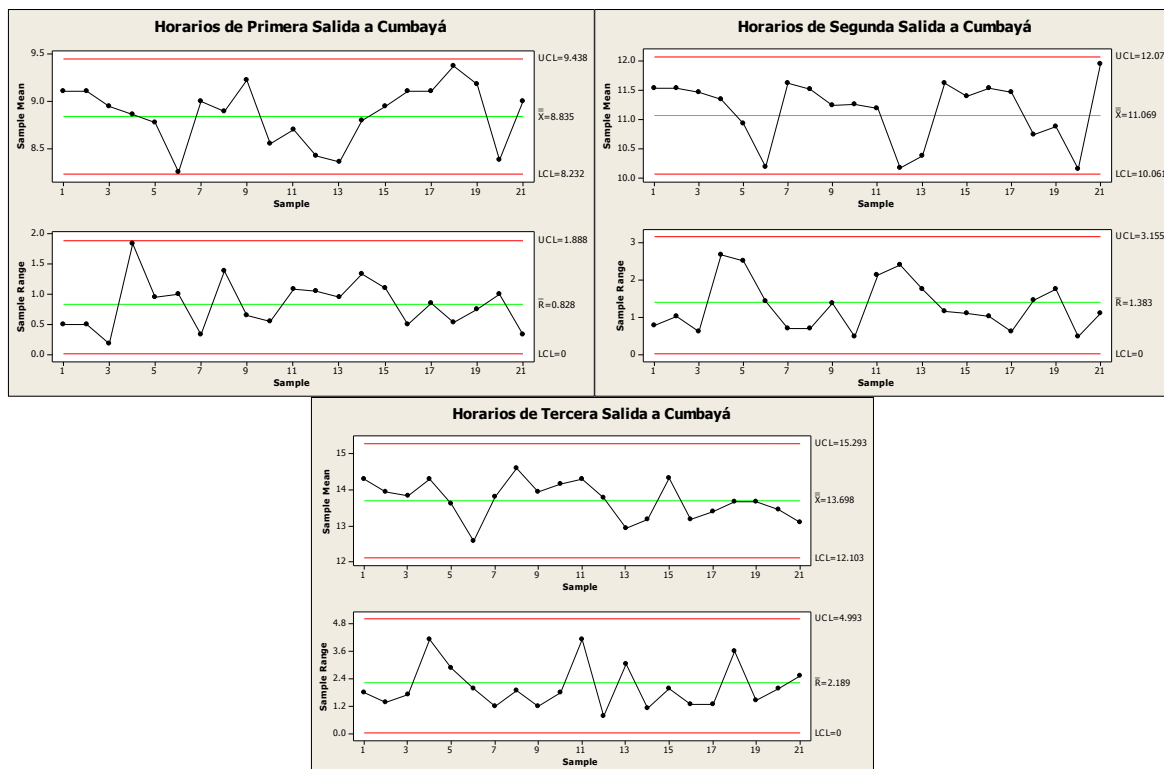


Figura 28. Cartas de Control para Horarios de Salida hacia Cumbayá⁵¹

⁵⁰ Elaboración: Propia

⁵¹ Elaboración: Propia. Realizado con Software Minitab

Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

Se observan los tres viajes realizados a Cumbayá en las cartas de control anteriores. La hora de salida solamente para el viaje hacia Cumbayá se muestra a continuación:

Tabla 24. Horarios de Salida hacia Cumbayá⁵²

	Hora Más Temprana de Salida	Horas Estándar	Hora Más Tardía de Salida
Primer Viaje	8:12	8:50	9:28
Segundo Viaje	9:50	11:04	12:19
Tercer Viaje	12:01	13:42	15:23

Mall El Jardín

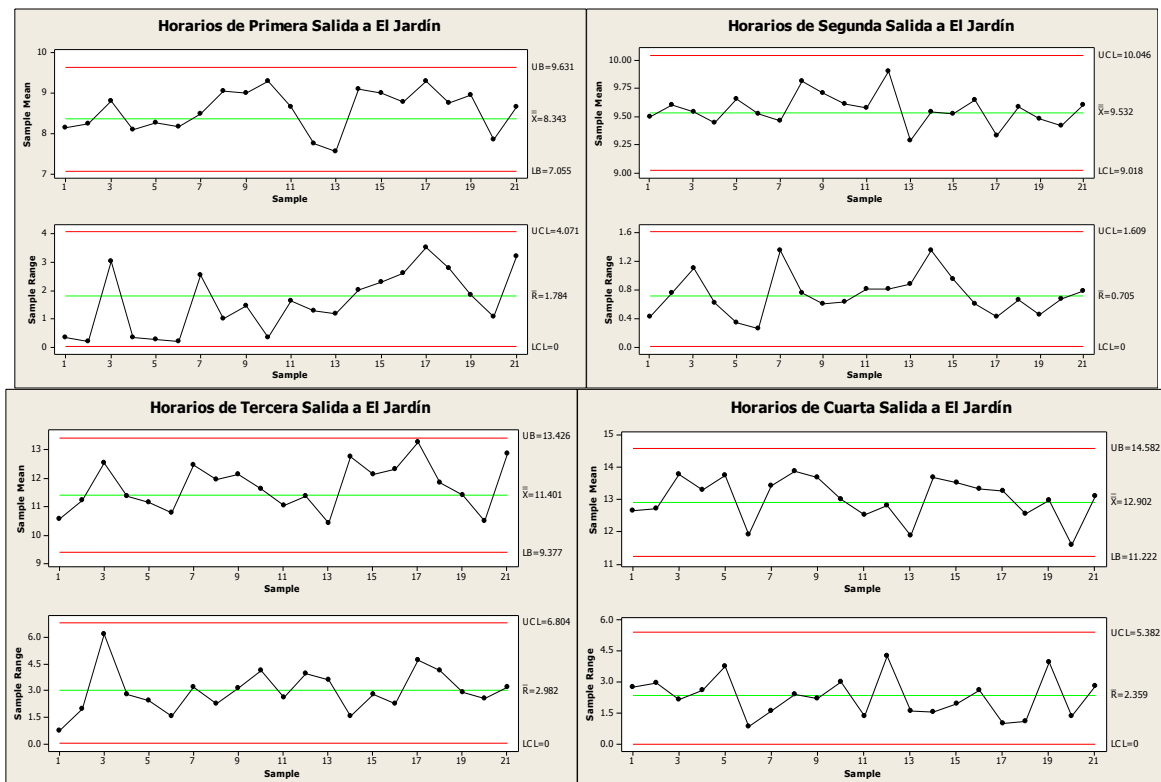


Figura 29. Cartas de Control para Horarios de Salida hacia el Mall El Jardín⁵³

Las cuatro cartas de control muestran los límites de control y el horario promedio estimado en el que deberían salir las furgonetas. No se muestran

⁵² Elaboración: Propia

⁵³ Elaboración: Propia. Realizado con Software Minitab

Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

puntos fuera de control en ninguno de los viajes. El horario propuesto de salida de las furgonetas es el siguiente.

Tabla 25. Horarios de Salida hacia el Mall El Jardín⁵⁴

	Hora Más Temprana de Salida	Horario Estándar	Hora Más Tardía de Salida
Primer Viaje	7:06	8:20	9:38
Segundo Viaje	9:01	9:32	10:03
Tercer Viaje	9:23	11:24	13:26
Cuarto Viaje	11:13	12:54	14:35

Quicentro Shopping

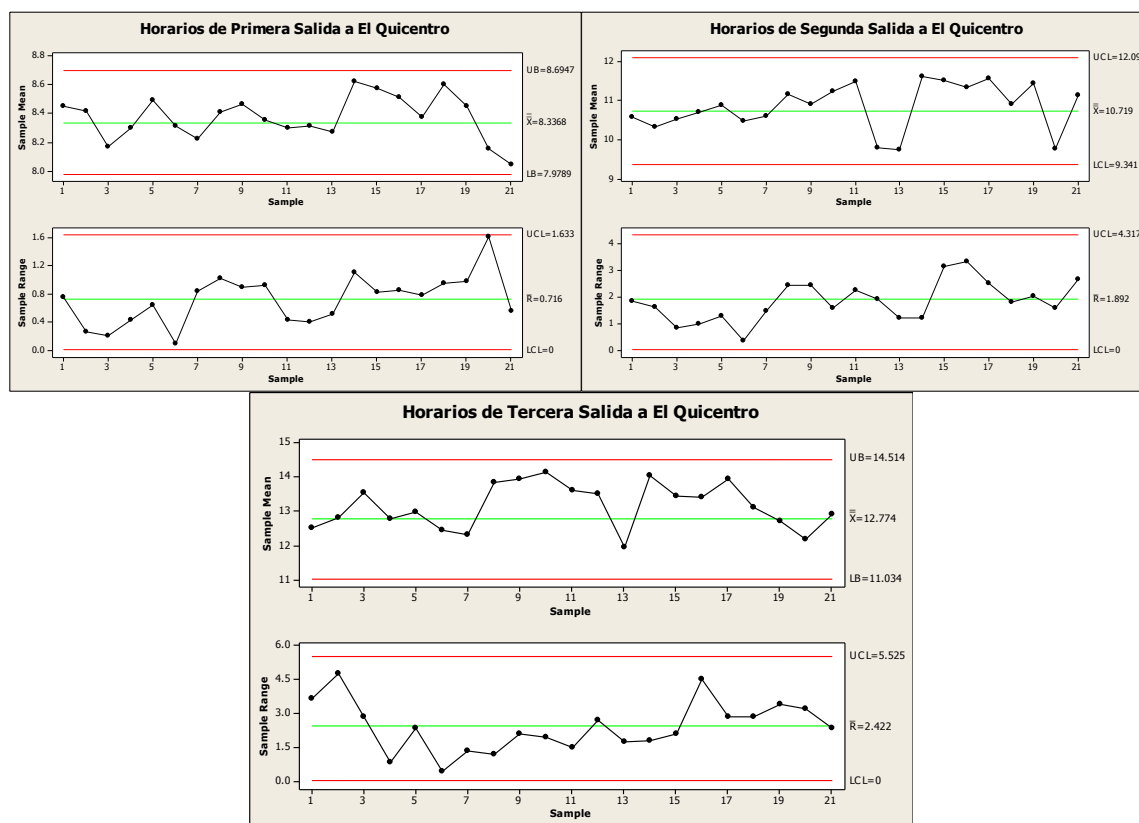


Figura 30. Cartas de Control para Horarios de Salida hacia El Quicentro⁵⁵

Las cartas de control para los tres primeros viajes no muestran puntos fuera de control. Los horarios propuestos para El Quicentro se muestran a continuación.

⁵⁴ Elaboración: Propia

⁵⁵ Elaboración: Propia. Realizado con Software Minitab

Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

Tabla 26. Horarios de Salida hacia El Quicentro⁵⁶

	Hora Más Temprana de Salida	Horario Estándar	Hora Más Tardía de Salida
Primer Viaje	7:59	8:20	8:41
Segundo Viaje	9:44	10:35	11:26
Tercer Viaje	11:02	12:46	14:31

Condado Shopping

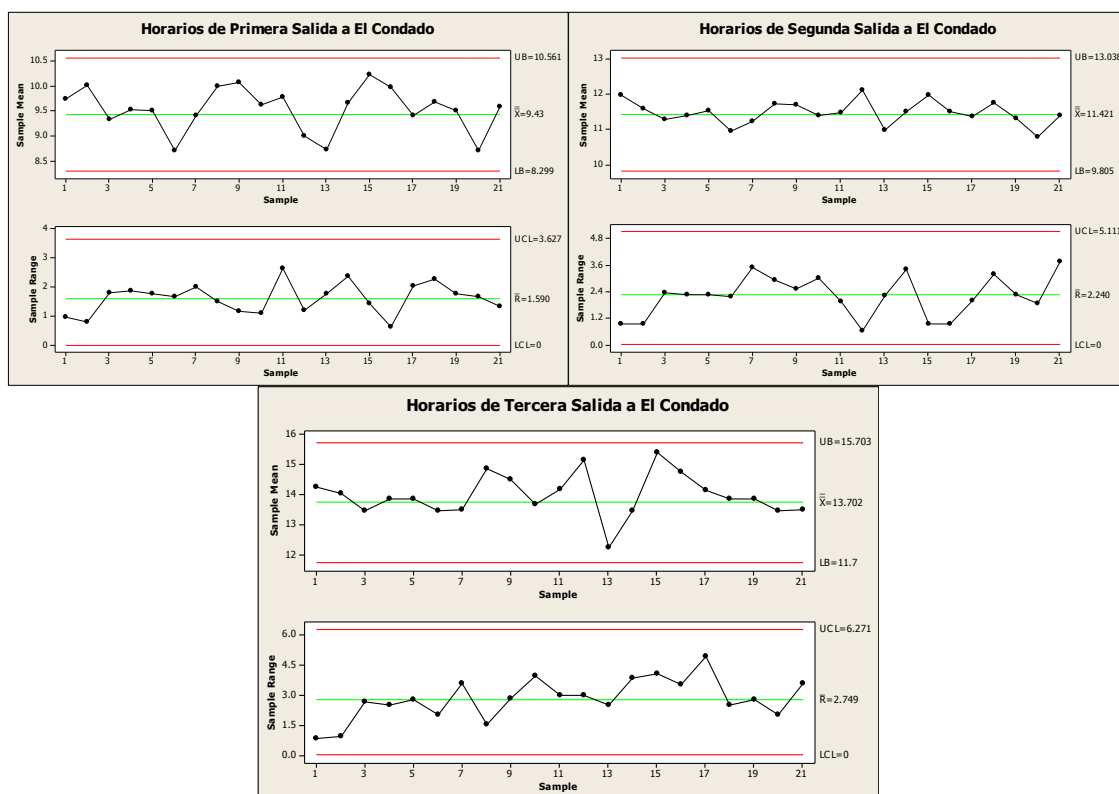


Figura 31. Cartas de Control para Horarios de Salida hacia El Condado⁵⁷

Los tres horarios de viajes hacia El Condado no presentan puntos fuera de control. Un horario estimado para la salida de esta ruta se muestra a continuación.

⁵⁶ Elaboración: Propia

⁵⁷ Elaboración: Propia. Realizado con Software Minitab

Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

Tabla 27. Horarios de Salida para la Ruta El Condado⁵⁸

	Hora Más Temprana de Salida	Horario Estándar	Hora Más Tardía de Salida
Primer Viaje	8:18	9:25	10:34
Segundo Viaje	9:48	11:25	13:02
Tercer Viaje	11:42	13:42	15:42

Centro Comercial El Recreo

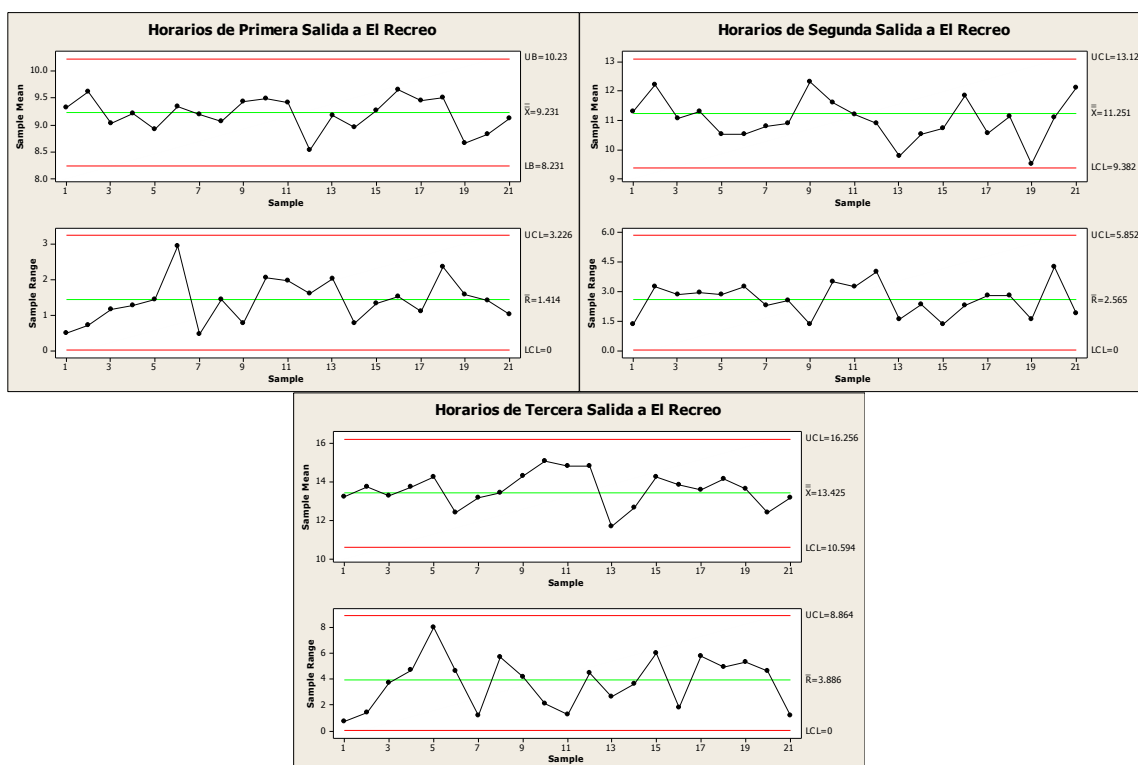


Figura 32. Cartas de Control para Horarios de Salida hacia El Recreo⁵⁹

Los tres horarios de viajes hacia El Recreo no presentan puntos fuera de control. Un horario estimado para la salida de esta ruta se muestra a continuación.

⁵⁸ Elaboración: Propia

⁵⁹ Elaboración: Propia. Realizado con Software Minitab

Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)

Tabla 28. Horarios de Salida para la Ruta El Recreo⁶⁰

	Hora Más Temprana de Salida	Horario Estándar	Hora Más Tardía de Salida
Primer Viaje	8:14	9:14	10:14
Segundo Viaje	9:18	11:15	13:12
Tercer Viaje	10:31	13:26	16:20

Esta información es uno de los elementos necesarios para el planteamiento del problema de ruteo de vehículos, el que se resolverá con la aplicación del Heurístico de Inserción definido en la sección 7.4.3 Aplicación del Heurístico de; y así proceder a la creación de rutas que consideren estos horarios establecidos y otros factores tales como la para de vehículos por mantenimiento, restricción vehicular de Pico y Placa, densidad del tráfico, velocidad de circulación, costos de horas extras por chofer, costos de funcionamiento de furgoneta, tiempo de carga y descarga de productos de las furgonetas, demandas de cada uno de los locales considerando las mejoras propuestas en el área de Pastelería, además de ventanas de tiempo de servicio en los centros comerciales.

7.4.2. Modelo Logístico de Movilidad de Furgonetas del Centro de Producción a Puntos de Venta

El modelo a desarrollarse es un problema de ruteo de vehículos con restricciones de ventanas de tiempo, el cual se resolverá aplicando el Heurístico de Inserción. Este algoritmo sugerirá diferentes rutas hacia los puntos de venta y establecerá la hora en que se debería visitar estos locales., respetando los horarios establecidos en la sección anterior. Para este diseño de rutas se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Horas de congestión de tráfico en la Ciudad de Quito.
- Holguras de Tiempo por semaforización.
- Ventanas de tiempo de servicio en los diferentes Centros Comerciales donde se localizan los puntos de venta.
- Hora máxima de salida de las furgonetas del Centro de Producción.

⁶⁰ Elaboración: Propia

- Tiempos de carga y descarga de las furgonetas
- Demanda de cada punto de venta considerando el incremento en capacidad de producción de Pastelería.
- Velocidades promedio hacia cada punto de venta

En base a la aplicación de este heurístico, se estudiarán 3 escenarios:

- Horarios de rutas cuando todas las furgonetas funcionan
- Horarios de rutas dado que se aplica la Ley Vehicular Pico y Placa
- Horarios de rutas cuando una de las furgonetas no está disponible debido a que está siendo reparada.

Cada uno de estos puntos será explicado a continuación:

7.4.2.1. Horas de congestión de tráfico en la Ciudad de Quito.

Según el Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito, realizado por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, la Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas y la Gerencia de Planificación de la Movilidad, en el año 2008 se estudió la densidad de tráfico en la ciudad. La densidad de tráfico según las calles y avenidas de Quito se puede apreciar en la gráfica mostrada en el Anexo 11 y Anexo 12; ésta fue calculada mediante la siguiente relación:

$$Densidad\ de\ tráfico = \frac{volumen\ de\ autos\ que\ recorren\ la\ calle}{capacidad\ y\ velocidad\ promedio\ en\ la\ red\ vial\ de\ Quito}$$

Además de considerar estos puntos de congestión vehicular, también se tomaron en cuenta las horas pico en las que ésta densidad de tráfico se vuelve mayor y alcanza un valor mayor o igual a 1. Ésta gráfica se muestra en el Anexo 13. Este estudio fue elaborado por la Secretaría de Movilidad en octubre del 2009 para el alcalde actual del Distrito Metropolitano de Quito, Augusto Barrera Guarderas.

Se levantó esta información mediante un conteo de autos en la Avenida Mariscal Sucre que es uno de los nudos viales de la ciudad de Quito. Así, como se puede

observar en la gráfica, se supera los 5.000 autos por hora, es decir, existe más acumulación vehicular, de lunes de viernes en las siguientes horas:

- 6:00 AM a 10:AM
- 16:00 PM a 20:00 PM

7.4.2.2. Holguras de Tiempo por Semaforización

Para asegurar que se cumpla con los tiempos de rutas, se han establecido holguras de tiempo adicionales por el número de semáforos que existe entre el Centro de Producción y los diferentes puntos de venta. Según Ing. Alex Rivera, Colaborador del Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito, por cada semáforo ubicado en la ruta establecida, se debería considerar un tiempo de espera máximo de 1 minuto en caso de tener que parar y esperar a que la luz roja cambie a color verde y seguir avanzando.

A continuación se muestran la cantidad de semáforos entre cada punto de la red estudiada. Por cada semáforo se considerará la espera de 1 minuto adicional en la ruta establecida, siendo estos minutos considerados como una holgura en el caso extremo de encontrar a todos los semáforos en color rojo.

Tabla 29. Cantidad de Semáforos entre Centro de Producción y Locales⁶¹

Semáforos	CP	Tumbaco	Cumbayá	Gambeta	Jardín	Quicentro	Condado	El Recreo
CP	0	9	7	4	3	6	8	15
Tumbaco	9	0	2	12	7	12	19	10
Cumbayá	7	2	0	10	5	10	17	8
Gambeta	4	12	10	0	4	2	12	15
Jardín	3	7	5	4	0	5	16	13
Quicentro	6	12	10	2	5	0	14	17
Condado	8	19	17	12	16	14	0	20
El Recreo	15	10	8	15	13	17	20	0

⁶¹ Elaboración: Propia

7.4.2.3. Ventanas de tiempo de Servicio en los Puntos de Venta.

Todos los centros comerciales donde se ubican los puntos de venta de Hansel y Gretel permiten a los proveedores hacer la entrega de productos de 7:30 am hasta las 20:00 pm. Sin embargo, existen ciertos horarios en los cuales existe mayor afluencia de proveedores que se acercan a realizar la entrega de productos en el puerto de descarga, causando congestión y demora para el tiempo de descarga. Esto impactará en el tiempo de descarga en cada local, haciendo este tiempo de descarga más prolongado.

Se usará entonces las ventanas de tiempo fueron establecidas en la sección anterior mediante la aplicación de cartas de control.

7.4.2.4. Tiempos de carga y descarga de las furgonetas

El tiempo de carga en el Centro de Producción y de descarga en Puntos de Venta según la hora del día hacia cada local fue tomado mediante cronometraje y tomando en cuenta también la experiencia de los choferes y supervisores de los puntos de venta. El tiempo de carga se estimó de 15 minutos dentro del Centro de Producción, para el primer viaje dónde el chofer cuenta con la ayuda de los demás choferes. En cuanto al segundo y tercer viaje se considera un tiempo de carga de 30 minutos. El tiempo de descarga considerando el congestionamiento que causen otros proveedores en los puntos de venta se presenta en minutos a continuación.

Tabla 30. Tiempos de Descarga en Cada Punto de Venta⁶²

Tiempo de Descarga (min)

	Gambeta	Tumbaco	Cumbayá	Recreo	Condado	Quicentro	Jardín
7:30	15	34	34	35	26	60	34
8:00	25	34	34	40	30	80	34
8:30	25	34	34	40	30	80	34
9:00	25	34	34	40	30	80	34
9:30	25	34	34	40	30	80	34
10:00	15	34	34	35	26	80	34
10:30	15	34	34	35	26	80	34
11:00	15	34	34	35	26	80	34
11:30	15	30	30	30	20	40	30
12:00	15	30	30	30	20	40	30
12:30	15	30	30	30	20	40	30
13:00	15	30	30	30	20	40	30
13:30	15	30	30	30	20	40	30
14:00	15	30	30	30	20	40	30
14:30	15	30	30	30	20	40	30
15:00	15	30	30	30	20	40	30
15:30	15	30	30	30	20	40	30
16:00	15	34	34	35	26	50	34
16:30	15	34	34	35	26	50	34
17:00	15	34	34	35	26	50	34
17:30	15	34	34	35	26	50	34
18:00	15	34	34	35	26	50	34
18:30	15	34	34	35	26	50	34
19:00	15	34	34	35	26	50	34

7.4.2.5. Hora máxima de salida de las furgonetas del Centro de Producción.

Con la información de la hora más temprana y la más tardía de salida de las furgonetas del Centro de Producción realizado en la sección 7.4.1.1 Aplicación de Cartas de Control para Determinación de Ventanas de Tiempo, se puede conocer a qué hora usualmente se hace la entrega de productos en cada punto de venta y utilizar esta información sumada al tiempo de viaje hacia cada local

⁶² Elaboración: Propia

como las ventanas de tiempo en la que el producto debería ser entregado en cada uno de ellos. Es importante mantener los horarios de despacho que se maneja actualmente debido a la capacidad de entrega de productos de Producción y para no hacer entregas más tardías en los locales de lo que usualmente se hace. El hacer la entrega de productos más tarde afectará el tiempo de disponibilidad para la venta que tendrán los mismos; este factor es crítico ya que si el producto demora en llegar, los puntos de venta no podrán satisfacer la demanda de clientes en horas tempranas de la mañana, por ejemplo, la compra de pan para el desayuno. Además de incumplir a los clientes, los panes solamente duran un día en percha y los pasteles duran 3 días en percha, por lo que estos productos eventualmente podrían ser dados de baja y perder la ganancia que se pudo haber generado al haber llegado a los puntos de venta a horas tempranas del día.

Las ventanas de tiempo en cada punto de venta fueron estimadas a partir de la hora más tardía de salida de furgonetas hacia cada local, sumado al tiempo que cada furgoneta se demora en llegar hacia este punto de venta considerando horarios con tráfico y sin tráfico. Lo mismo se realizó para el caso de la hora más temprana de salida de furgonetas en el que se pudo hallar el tiempo más temprano para llegar a un local. Esta información se presenta a continuación:

Tabla 31. Ventanas de Tiempo para Despachar Producto en Cada Local.⁶³

Horas de salida del CP de furgonetas			Ventanas de Tiempo para locales		
1er Viaje			1er Viaje		
	Hora más temprana	Hora más tardía		Hora más temprana	Hora más tardía
Tumbaco	7:15:00 AM	9:57:00 AM	Tumbaco	7:37:00 AM	10:29:00 AM
Cumbayá	7:15:00 AM	9:28:00 AM	Cumbayá	7:33:00 AM	9:46:00 AM
Gambeta	7:15:00 AM	8:44:00 AM	Gambeta	7:18:00 AM	8:47:00 AM
Jardín	7:15:00 AM	9:38:00 AM	Jardín	7:19:00 AM	9:42:00 AM
Quicentro	7:15:00 AM	8:41:00 AM	Quicentro	7:25:00 AM	8:51:00 AM
Condado	7:15:00 AM	10:34:00 AM	Condado	7:49:00 AM	11:08:00 AM
Recreo	7:15:00 AM	10:14:00 AM	Recreo	7:51:00 AM	10:50:00 AM
2do Viaje			2do Viaje		
	Hora más temprana	Hora más tardía		Hora más temprana	Hora más tardía
Tumbaco	10:32	12:38	Tumbaco	10:54	12:50
Cumbayá	9:50	12:19	Cumbayá	10:08	12:37
Gambeta	9:52	12:33	Gambeta	9:55	12:36
Jardín	9:01	10:03	Jardín	9:02	10:04
Quicentro	9:44	11:26	Quicentro	9:47	11:29
Condado	9:48	13:02	Condado	9:59	13:13
Recreo	9:18	13:12	Recreo	9:30	13:24
3er viaje			3er viaje		
	Hora más temprana	Hora más tardía		Hora más temprana	Hora más tardía
Tumbaco	12:25	15:38	Tumbaco	12:47	16:00
Cumbayá	12:01	15:23	Cumbayá	12:19	15:41
Gambeta	12:34	14:28	Gambeta	12:37	14:31
Jardín	9:23	13:26	Jardín	9:24	13:27
Quicentro	11:02	14:31	Quicentro	11:05	14:34
Condado	11:42	15:42	Condado	11:53	15:53
Recreo	10:31	16:20	Recreo	10:43	16:32

Se consideraron los horarios de despachos de solamente 3 viajes hacia cada punto de venta ya que el cuarto y quinto viaje se demostró llevaban muy poca cantidad de producto hacia los locales. Así, se agregó la demanda enviada

⁶³ Elaboración: Propia

del cuarto y quinto viaje con la demanda del tercer viaje en los locales que actualmente realizan cinco viajes.

7.4.2.6. Demanda de cada Punto de Venta considerando Incremento en Capacidad de Producción en Pastelería

Retomando los resultados de la sección 7.1.1 Análisis de Resultados de la Nueva Simulación, las propuestas realizadas lograrían un incremento en la capacidad de producción de pasteles. Este aumento de capacidad productiva permitirá tener en horas más tempranas una mayor cantidad de pasteles terminados y listos para ser entregados a los puntos de venta durante los primeros viajes. Como ya se mencionó en la sección 5.3.1.1 Problema Identificado y oportunidad de Mejora en el Proceso de Transporte, el envío de pasteles durante los últimos viajes de entrega de productos genera el problema de subutilización de furgonetas y por tanto, altos costos logísticos por recorridos de viajes de despachos excesivos.

Mediante observación del Modelo de Simulación realizado en la sección 7.1.1 Análisis de Resultados de la Nueva Simulación, se puede tener una referencia de cómo aumentará el desempeño anterior del área de Pastelería al implementar las propuestas, así se podría observar las siguientes mejoras según el tipo de viaje del día. Con la ayuda del Modelo de Simulación se registraron los pasteles del diario que producción termina hasta la hora más tardía de envíos hacia cada punto de venta.

Tabla 32. Comparación de Desempeño Actual y Desempeño con Mejoras Propuesto para Cada Viaje.⁶⁴

Viaje	Hora más tardía de salida de furgonetas	No. Pasteles del diario actualmente	No. Pasteles del diario con mejora	Porcentaje de incremento
Primero	10:34	7	7	0%
Segundo	13:12	18	28	56%
Tercero	16:20	8	14	75%
Total pasteles del diario		33	49	

⁶⁴ Elaboración: Propia.

El incremento de la tasa de producción en los pasteles del diario se verá reflejado en envíos de pasteles del diario en un horario más temprano. Al observar la tabla anterior, con el incremento de desempeño en el segundo viaje, ya se tiene la capacidad de enviar 32 pasteles del diario hasta éste segundo viaje. Actualmente estos pasteles se terminan de elaborar mucho más tarde.

El porcentaje de incremento de producción de pasteles del diario en cada viaje se añadirá a la cantidad actual enviada de estos pasteles para cada viaje y punto de venta considerando a la hora en la que estarían listos estos pasteles. De esta forma, se considerará el uso del espacio ocupado por la producción adicional en cada viaje para cada local que se introducirán en el Heurístico de Inserción.

Tabla 33. Cantidad de Demanda de Pasteles por Viaje de cada Local Considerando Mejora en el Proceso de Producción de Pastelería⁶⁵

	1er viaje			2do viaje			3er viaje		
	Cantidad Actual	Cantidad mejorada	Porcentaje de envío	Cantidad Actual	Cantidad mejorada	Porcentaje de envío	Cantidad Actual	Cantidad mejorada	Porcentaje de envío
El Recreo	0.67	0.67	0.10	2.33	3.63	0.13	0.25	0.43	0.03
El Condado	0.96	0.96	0.14	2.52	3.94	0.14	0.50	0.88	0.06
Cumbayá	0.99	0.99	0.14	2.62	4.09	0.15	1.26	2.20	0.16
Tumbaco	0.72	0.72	0.10	1.69	2.63	0.09	0.90	1.57	0.11
Gambeta	0.34	0.34	0.05	1.01	1.57	0.06	0.30	0.52	0.04
Jardín	1.70	1.70	0.24	3.23	5.04	0.18	2.19	3.84	0.27
Quicentro	1.61	1.61	0.23	4.61	7.19	0.26	2.60	4.55	0.33
Tot. Pasteles	7	7		18	28		8	14	

La información mencionada anteriormente se la obtuvo de registros históricos de la Producción de Hansel y Gretel. A partir de ellos se pudo conocer también el porcentaje de pasteles del diario que es enviado a cada punto de venta en cada viaje, observándose que la mayor cantidad de éste tipo de pasteles van hacia el Mall El Jardín y El Quicentro debido a que son los locales con mayores volúmenes de ventas.

⁶⁵ Elaboración: Propia.

Se considerará el aumento en la cantidad de pasteles del diario para determinar la nueva cantidad despachada de productos que cada local recibirá. Cabe recalcar que las demandas del cuarto y quinto viaje tanto del Mall El Jardín y del Quicentro Shopping han sido agregadas con su respectivo tercer viaje por tener cantidades muy bajas de producto en unidades de tortas enviadas.

Tabla 34. Cantidad de Demanda por Viaje de cada Local con Ventanas de Tiempo⁶⁶

	Cliente	Demanda actual	Demanda estimada con aumento de producción	Ventanas de Tiempo	
Primer Viaje	Tumbaco	21.20	21.20	7:37	10:29
	Cumbayá	35.10	35.10	7:33	9:46
	Gambeta	6.40	6.40	7:18	8:47
	Jardín	57.33	57.33	7:19	9:42
	Quicentro	24.14	24.14	7:25	8:51
	Condado	27.26	27.26	7:49	11:08
	El Recreo	21.13	21.13	7:51	10:50

	Cliente	Demanda actual	Demanda estimada con aumento de producción	Ventanas de Tiempo	
Segundo Viaje	Tumbaco	12.31	13.61	10:54	12:50
	Cumbayá	22.23	23.64	10:08	12:37
	Gambeta	4.75	6.22	9:55	12:36
	Jardín	49.00	49.95	9:02	10:04
	Quicentro	34.40	34.96	9:47	11:29
	Condado	22.23	24.04	9:59	13:13
	El Recreo	10.30	12.88	9:30	13:24

	Cliente	Demanda actual	Demanda estimada con aumento de producción	Ventanas de Tiempo	
Tercer Viaje	Tumbaco	12.31	12.50	12:47	16:00
	Cumbayá	22.23	22.61	12:19	15:41
	Gambeta	4.75	5.69	12:37	14:31
	Jardín	49.00	49.67	9:24	13:27
	Quicentro	34.40	34.62	11:05	14:34
	Condado	22.23	23.87	11:53	15:53
	El Recreo	0.77	2.72	10:43	16:32

⁶⁶ Elaboración: Propia.

7.4.2.7. Velocidades Promedio hacia cada Punto de Venta

El modelo a plantearse implica la consideración de tiempos de viaje de un punto al siguiente. Para la estimación de estos tiempos se utilizó la velocidad promedio a la que circulan los vehículos. Se realizaron mediciones en el recorrido de las furgonetas de la velocidad a la que circulan por cada una de las vías de Quito y el tiempo que permanecen en las mismas. Con esta información, se realizó un promedio ponderado de la velocidad, aplicando la siguiente expresión:

velocidad promedio

$$= \frac{\sum \text{velocidad de circulación} \frac{\text{Km}}{\text{horas}} \times \text{tiempo en la vía en horas}}{\sum \text{tiempo total de viaje en horas}}$$

Con la velocidad promedio desde el Centro de Producción a cada Punto de Venta y entre ellos se procedió a elaborar la tabla de velocidades que se muestra en el Anexo 14: Velocidades de Circulación Sin Tráfico de Furgonetas hacia cada Punto de Venta. La velocidad presentada considera la mejor situación, es decir circulación en horas en las que no existe alta densidad de tráfico o en fin de semana. Dado que las furgonetas tienen movilidad durante todo el día, existen momentos de viaje en el que se verán afectadas por el aumento de la densidad de autos en las vías, es por ello que se ha determinado una velocidad pesimista para esta situación. La velocidad en situaciones de mayor volumen de tráfico se encuentra estimada a partir de la primera mediante una penalización de 1/3 de la velocidad. Este valor toma los resultados del estudio de la densidad de tráfico en las calles y avenidas de la ciudad de Quito mostrado en el Anexo 15: Velocidades de Circulación Con Tráfico de las Furgonetas hacia Cada Punto de Venta. Las horas a las que se aplicará esta penalización se encuentran definidas por el gráfico del estudio realizado por el Municipio de Quito mostrado en el Anexo 11: Densidad de Tráfico en las Calles y Avenidas de la Ciudad de Quito.

Las distancias a utilizarse en el modelo se consideraron como los valores reales en km. Se realizaron viajes desde el Centro de Producción a cada Punto de Venta en las furgonetas de la empresa midiendo el kilometraje recorrido. En cuanto a la distancia existente entre Puntos de Venta, se realizaron viajes de manera que se puedan registrar los kilómetros existentes.

Con la información de velocidad y distancia se procedió a determinar los tiempos de viaje, en horas, que se detallan en la tabla del Anexo 16: Tiempos de Recorrido en Horas Con y Sin Tráfico entre Puntos de Venta. Se encontraron estos valores a través de la aplicación de la siguiente ecuación:

$$tiempo = \frac{\text{distancia en Km}}{\text{velocidad promedio } \frac{\text{Km}}{\text{h}}}$$

7.4.3. Aplicación del Heurístico de Inserción

El modelo heurístico parte de la inserción del punto de venta que tiene la ventana de tiempo con la hora más temprana de plazo de entrega, siendo ésta ruta asignada a la furgoneta 1. Se establece entonces el circuito correspondiente al primer viaje para cada una de las furgonetas. Una vez que se han asignado los puntos de venta del primer viaje a cada furgoneta, se continúa con el local que tenga la hora más temprana de plazo de entrega, eliminando los puntos de venta que ya fueron asignados al circuito. Se realiza este procedimiento con cada uno de los viajes para establecer las horas y los circuitos correspondientes a cada furgoneta.

Se inicia nuevamente el procedimiento para el segundo y tercer viaje. Los resultados de las horas de salida y recorridos se muestran a continuación

7.4.3.1. Escenario 1: Todas las furgonetas pueden circular normalmente a cualquier hora del día

El resumen de los recorridos se muestra a continuación:

Furgoneta 1

Horarios de la ruta viaje 1 = (CP, Gambeta, Jardín,CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	7:45 AM	-	7:45 AM	63.73
Gambeta	7:53 AM	8:08 AM	7:57 AM	8:12 AM	57.33
Jardín	8:15 AM	8:49 AM	8:23 AM	8:57 AM	0
CP	8:53 AM	-	9:04 AM	-	

Longitud 3.8 Km
Exceso capacidad 50.27 tortas

Horarios de la ruta viaje 2 = (CP, Recreo, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	9:30 AM	-	9:30 AM	79.99
El Recreo	9:42 AM	10:52 AM	9:57 AM	11:07 AM	0
CP	11:04 AM	-	11:34 AM	-	

Longitud 16 Km
Exceso capacidad 79.99 tortas

Horarios de la ruta viaje 3 C3 = (CP, Cumbayá, Tumbaco, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	11:30 AM	-	12:00 PM	5.26
Cumbayá	11:48 AM	12:18 AM	12:25 PM	12:55 PM	2
Tumbaco	12:22 PM	12:52 PM	13:01 PM	13:31 PM	0
CP	1:14 PM	-	14:02 PM	-	

Longitud 16.8 Km
Exceso capacidad 108.74 tortas

Longitud total = 36.6 Km

Furgoneta 2

Horarios de la ruta viaje 1 = (CP, Quicentro, Condado, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	8:00 AM	-	8:00 AM	51.4
Quicentro	8:10 AM	9:30 AM	8:16 AM	9:36 AM	27.26
Condado	9:43 AM	10:13 AM	10:03 AM	10:33 AM	0
CP	10:25 AM	-	10:45 AM	-	

Longitud 19.7 Km
Exceso capacidad 62.6 tortas

Horarios de la ruta viaje 2 = (CP, Condado, Gambeta, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	11:00 AM	-	11:15 AM	53.6
Condado	11:12 AM	12:04 AM	11:35 AM	12:27 PM	5.69
Gambeta	12:17 AM	12:32 PM	12:52 PM	13:07 PM	0
CP	12:35 PM	-	13:14 PM	-	

Longitud **19.5 Km**
Exceso capacidad **76.65 tortas**

Longitud total = **39.2 Km**

Furgoneta 3

Horarios de la ruta viaje 1 = (CP, Cumbaya, Tumbaco, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	8:15 AM	-	8:15 AM	56.3
Cumbayá	9:10 AM	9:44 AM	9:17 AM	9:51 AM	21.2
Tumbaco	9:47 AM	10:13 AM	9:56 AM	10:21 AM	0
CP	10:35 AM	-	10:52 AM	-	

Longitud **16.8 Km**
Exceso capacidad **57.7 tortas**

Horarios de la ruta viaje 2 = (CP, Quicentro, Recreo, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	11:00 AM	-	11:30 AM	84.3
Quicentro	11:04 AM	11:44 AM	11:40 AM	12:10 PM	34.62
Recreo	12:00 PM	12:30 PM	12:43 PM	13:13 PM	0
CP	12:42 PM	-	13:40 PM	-	

Longitud **19.8 Km**
Exceso capacidad **29.7 tortas**

Longitud total = **36.6 Km**

Último número de placa	Día que no puede circular
1 y 2	Lunes
3 y 4	Martes
5 y 6	Miércoles
7 y 8	Jueves
9 y 0	Viernes

Según el número de placa de las furgonetas de Hansel y Gretel, la restricción de circulación será en las horas indicadas en los siguientes días

- Furgoneta 1: Lunes (PBC-1691)
- Furgoneta 2: Martes (PBD-1703)
- Furgoneta 3: Miércoles (PVO-095)
- Furgoneta 4: Viernes (PDB-2260)

El día en que una de las furgonetas no pueda circular, el primer viaje de la mañana no se realiza y se repartirá el envío correspondiente entre el segundo viaje y tercer viaje; esta solución es factible dado que en la solución del Escenario 1 existe capacidad disponible en las furgonetas. Debido a la restricción vehicular necesariamente los locales se verán afectados en la entrega de productos en las horas Pico. Sin embargo, el modelo pretende que se balancee el efecto de Pico y Placa en la hora de entrega de productos en todos los locales y que el impacto de esta ley afecte de la menor forma al tiempo de entrega para los primeros viajes.

Para el lunes cambian los envíos de las furgonetas 1, 2 y 3, donde la demanda de la Gambeta se añadirá a la furgoneta 2 en su segundo viaje y la demanda de El Jardín se añadirá a la furgoneta 2 en su segundo viaje y a la furgoneta 3 en su segundo viaje. Las horas de salida de las rutas se verían de la siguiente manera:

Furgoneta 1

Horarios de la ruta viaje 2 = (CP, Recreo, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	9:30 AM	-	9:30 AM	79.99
El Recreo	9:42 AM	10:52 AM	9:57 AM	11:07 AM	0
CP	11:04 AM	-	11:34 AM	-	

Longitud **16 Km**
Exceso capacidad **79.99 tortas**

Horarios de la ruta viaje 3 C3 = (0,Cumbayá,Tumbaco,0).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	11:30 AM	-	12:00 PM	5.26
Cumbayá	11:48 AM	12:18 AM	12:25 PM	12:55 PM	2
Tumbaco	12:22 PM	12:52 PM	13:01 PM	13:31 PM	0
CP	1:14 PM	-	14:02 PM	-	

Longitud **16.8 Km**
Exceso capacidad **108.74 tortas**

Longitud total = **32.8 Km**

Furgoneta 2

Horarios de la ruta viaje 1 = (CP, Quicentro, Condado, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	8:00 AM	-	8:00 AM	51.4
Quicentro	8:10 AM	9:30 AM	8:16 AM	9:36 AM	27.26
Condado	9:43 AM	10:13 AM	10:03 AM	10:33 AM	0
CP	10:25 AM	-	10:45 AM	-	

Longitud **19.7 Km**
Exceso capacidad **62.6 tortas**

Para el martes cambian los envíos de las furgonetas 2 y 4, donde la demanda de Quicentro fue añadida a la furgoneta 4 en su segundo viaje y la demanda de El Condado fue añadida a la furgoneta 2 en su siguiente salida. Las horas de salida de las rutas se verían de la siguiente manera:

Furgoneta 2

Horarios de la ruta viaje 2 = (CP, Condado, Gambeta, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	8:00 AM	-	8:00 AM	80.86
Quicentro	8:10 AM	9:30 AM	8:16 AM	9:36 AM	5.69
Condado	9:43 AM	10:13 AM	10:03 AM	10:33 AM	0
CP	10:25 AM	-	10:45 AM	-	

Longitud **19.5 Km**
 Exceso capacidad **33.14 tortas**
 Longitud total = **19.5 Km**

Furgoneta 4

Horarios de la ruta viaje 1 = (CP, Condado, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	8:30 AM	-	8:30 AM	106.11
Jardín	8:34 AM	9:42 AM	8:37 AM	9:45 AM	6.2
Gambeta	9:45 AM	10:10 AM	9:52 AM	10:17 AM	0
CP	10:13 AM	-	10:24 AM	-	

Longitud **2.7 Km**
 Exceso capacidad **8.16 tortas**

Horarios de la ruta viaje 2 = (CP, Quicentro, Cumbayá, Tumbaco, CP).					
Ciudad	Llegada	Salida			Carga acumulada
CP	-	11:45 AM			96.36
Quicentro	10:49 AM	11:29 AM			37.26
Cumbayá	11:48 AM	12:18 PM			13.62
Tumbaco	12:21 PM	12:50 PM			0
CP	1:12 PM	-			

Longitud 36.3 Km
 Exceso capacidad 17.64 tortas

Longitud total = 39 Km

Para el miércoles cambian los envíos de las furgonetas 1 y 3, donde las demandas de Cumbayá y Tumbaco fueron agregadas a la furgoneta 1 en su tercer viaje. Las horas de salida de las rutas se verían de la siguiente manera.

Furgoneta 1

Horarios de la ruta viaje 1 = (CP, Gambeta, Jardin,CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	7:45 AM	-	7:45 AM	63.73
Gambeta	7:53 AM	8:08 AM	7:57 AM	8:12 AM	57.33
Jardín	8:15 AM	8:49 AM	8:23 AM	8:57 AM	0
CP	8:53 AM	-	9:04 AM	-	

Longitud 3.8 Km
 Exceso capacidad 50.27 tortas

Horarios de la ruta viaje 2 = (CP, Recreo, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	9:30 AM	-	9:30 AM	79.99
El Recreo	9:42 AM	10:52 AM	9:57 AM	11:07 AM	0
CP	11:04 AM	-	11:34 AM	-	

Longitud 16 Km
 Exceso capacidad 79.99 tortas

Horarios de la ruta viaje 3 C3 = (CP, Cumbayá, Tumbaco, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	11:30 AM	-	12:00 PM	61.56
Cumbayá	11:48 AM	12:18 AM	12:25 PM	12:55 PM	23.2
Tumbaco	12:22 PM	12:52 PM	13:01 PM	13:31 PM	0
CP	1:14 PM	-	14:02 PM	-	

Longitud 16.8 Km
 Exceso capacidad 52.44 tortas
 Longitud total = 36.6 Km

Furgoneta 3

Horarios de la ruta viaje 2 = (CP, Quicentro, Recreo, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	11:00 AM	-	11:30 AM	84.3
Quicentro	11:04 AM	11:44 AM	11:40 AM	12:10 PM	34.62
Recreo	12:00 PM	12:30 PM	12:43 PM	13:13 PM	0
CP	12:42 PM	-	13:40 PM	-	

Longitud **19.8 Km**
Exceso capacidad **29.7 tortas**

Longitud total = **19.8 Km**

Para el viernes cambian los envíos de las furgonetas 1 y 4, donde la demanda de la Gambeta fue añadida a la furgoneta 1 en su primer viaje y la demanda de El Jardín fue añadida a la furgoneta 1 en su primer viaje y en su tercer viaje. Las horas de salida de las rutas se verían de la siguiente manera.

Furgoneta 1

Horarios de la ruta viaje 1 = (CP, Gambeta, Jardín,CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	7:45 AM	-	7:45 AM	114
Gambeta	7:53 AM	8:08 AM	7:57 AM	8:12 AM	107.6
Jardín	8:15 AM	8:49 AM	8:23 AM	8:57 AM	0
CP	8:53 AM	-	9:04 AM	-	

Longitud **3.8 Km**
Exceso capacidad **0 tortas**

Horarios de la ruta viaje 2 = (CP, Recreo, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	9:30 AM	-	9:30 AM	79.99
El Recreo	9:42 AM	10:52 AM	9:57 AM	11:07 AM	0
CP	11:04 AM	-	11:34 AM	-	

Longitud **16 Km**
Exceso capacidad **79.99 tortas**

Horarios de la ruta viaje 3 C3 = (CP, Cumbayá, Tumbaco, Jardín, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	11:30 AM	-	12:00 PM	54,9
Cumbayá	11:48 AM	12:18 AM	12:25 PM	12:55 PM	51.64
Tumbaco	12:22 PM	12:52 PM	13:01 PM	13:31 PM	49.64
Jardín	13:14 PM	1:44 PM	14:00 PM	14:30 PM	0
CP	1:46 PM	-	14:35 PM	-	

Longitud **35.5 Km**
Exceso capacidad **59.1 tortas**

Longitud total = **55.3 Km**

Furgoneta 4

Horarios de la ruta viaje 2 = (CP, Quicentro, Cumbayá, Tumbaco, CP).					
Ciudad	Sin holgura de tiempo		Con holgura de tiempo		Carga en furgoneta
	Llegada	Salida	Llegada	Salida	
CP	-	10:45 AM	-	10:55 AM	72.22
Quicentro	10:49 AM	11:29 AM	11:05 AM	11:40 AM	37.26
Cumbayá	11:48 AM	12:18 PM	12:09 PM	12:39 PM	13.62
Tumbaco	12:21 PM	12:50 PM	12:25 PM	12:54 PM	0
CP	13:12 PM	-	13:41 PM	-	

Longitud **36.3 Km**
Exceso capacidad **41.78 tortas**

Longitud total = **36.3 Km**

7.4.3.3. Escenario 3: Recorridos cuando una de las Furgonetas está en Mantenimiento.

Para mantenimiento preventivo, María Soledad Bueno Gerente General de Hansel y Gretel, explicó que las furgonetas entran al taller para mantenimientos preventivos un lunes en la tarde y salen del taller a más tardar en la mañana del martes. Este mantenimiento lo realiza una furgoneta a la vez, por lo que se propone realizar el mantenimiento preventivo a la furgoneta que en ese día aplique la Ley de Pico y Placa de restricción de circulación. Así, la furgoneta

entrará al taller antes de las 16:00 pm y regresará al Centro de Producción en la noche o a más tardar al siguiente día a las 7:00 am.

Se puede tener también el caso en que una furgoneta, al estar dañada, no brinda el servicio por algunos días. Este tipo de situaciones no es muy frecuente puesto que las furgonetas reciben periódicamente mantenimientos preventivos y todavía se consideran nuevas al tener un recorrido de kilometraje de 50.000 km, siendo la furgoneta con mayor recorrido de 80.000 km. En el caso de que una furgoneta no esté habilitada, la empresa subcontrata a una camioneta, la cual tiene un costo de \$50 diarios. Cabe resaltar que esta camioneta tiene una capacidad solamente de 2 estanterías o de 44 unidades de pasteles, así, a esta furgoneta se le asignará las entregas de productos con menor volumen. Dado que el paro de actividades de una de las furgonetas es un caso excepcional se permitirá que tanto la camioneta contratada como las furgonetas realicen viajes adicionales de ser necesario, es importante considerar que debido la circulación de una de las furgonetas puede estar restringida por la Ley Vehicular Pico y Placa, y se hará necesaria una reorganización de los despachos.

7.4.4. Ahorros en Costos por Disminución de Kilometraje recorrido

A partir de la resolución del problema de ruteo de vehículos con el Heurístico de Inserción, se pudo determinar una nueva cantidad de viajes hacia los puntos de venta. Además, se considera que cada furgoneta tiene un rendimiento de 20 km/galón, dato verificado a través de entrevistas con los choferes y que para ellas se compra gasolina extra que tiene un costo de \$1.5/galón.

Así, la comparación del rendimiento de gasolina actual y el número de viajes que se realizan actualmente se comparan con la propuesta de mejora en la logística en un resumen a continuación.

Tabla 35. Resumen de Ahorros en Costo de Rendimiento de Gasolina.⁶⁷

Local	Viajes Actualmente	Viajes de propuesta logística
Tumbaco	3	3
Cumbayá	3	3
Gambeta	3	3
Jardín	5	3
Quicentro	5	3
Condado	3	2
El Recreo	3	2
Recorrido total	237.4 km	148.01 km
Consumo de Gasolina	\$17.81	\$11.10
Ahorro diario	\$6.71	

Además, con la propuesta de logística puede observarse que entre las furgonetas se distribuye con mayor uniformidad el kilometraje, lo cual permitirá que ninguna se desgaste mucho más rápido que las otras.

El recorrido total se lo obtuvo del promedio diario de kilometraje tomando en cuenta los días en que se aplica la Ley Pico y Placa y los días de circulación normal como los jueves, sábados y domingos.

7.4.5. Ahorros en Costos por Disminución de Horas Extras de los choferes

Dado cualquiera de los 3 escenarios definidos en la sección anterior, la hora de entrada de los choferes al Centro de Producción de Hansel y Gretel seguirá siendo a las 7:30 am.

Considerando la Ley de restricción vehicular Pico y Placa, cada chofer asignado a una furgoneta realizaría un número de horas diarias que comprenden entre 6 y 7 horas de trabajo dependiendo de la ruta asignada. Esto significaría

⁶⁷ Elaboración: Propia

una disminución de las horas laboradas semanalmente, un cronograma tentativo de una semana se encuentra a continuación.

Tabla 36. Total de Horas diarias de Trabajo para cada Chofer Semanalmente⁶⁸

Chofer	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total horas semanales
1	Día libre	6	6	6	6	6	6	36
2	5.5	Día libre	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	33
3	7	6.5	Día libre	6.5	7	6.5	6.5	40
4	6	6	6	6	Día libre	6	6	36
5	6	5.5	6.5	Día libre	6	6	6	36

Sin embargo, según el Código Laboral no es posible la eliminación de horas de jornada diaria, entonces se mantiene el horario de trabajo de cinco días de 8 horas y un adicional en el que se trabajarían 6 horas, que se consideran como extras. Adicionalmente, no se requiere de recargo por fin de semana debido que se trata de transportistas.

En el código laboral, capítulo VI, Trabajo en Empresas de Transporte, Art. 325.

“Art. 325.-Jornadas especiales de trabajo.- *atendida la naturaleza del trabajo de transporte, su duración podrá exceder de las 8 horas diarias siempre que se establezcan turnos en la forma que acostumbraren hacerlos las empresas o propietarios de vehículos, de acuerdo con las necesidades del servicio, incluyéndose como jornadas de trabajo los sábados, domingos y días de descanso obligatorio. Las empresas o el propietario de vehículos hará la distribución de los turnos de modo que sumadas las horas de servicio de cada trabajador resulte las ocho horas diarias, como jornada ordinaria.*

Art-326.- Trabajos Suplementarios.- *De haber trabajos suplementarios, el trabajador tendrá derecho a percibir los aumentos que, en cada caso, prescribe este Código”*

Con estas consideraciones legales se procede a plantear el segundo modelo para el mejoramiento de la logística en Hansel y Gretel: modelo de asignación para los choferes.

⁶⁸ Elaboración: Propia

El costo que se considera para el diseño del modelo corresponde a 1 hora de trabajo. Este se lo obtuvo dividiendo el sueldo básico, \$260, para 240 horas. Éste costo es el que se va a minimizar. Cabe recalcar que para el costo total por chofer se consideran todos los rubros que pide la ley explicados en la sección 7.4.1 Modo de Cálculo de Salario de Choferes

Para la asignación se tienen cinco recursos que corresponden a los choferes y 7 días de trabajo. Por otro lado, a cada día de la semana se le ha dividido por furgoneta de manera que se asignará a cada chofer a un día y una furgoneta. Se tiene como restricciones, un día libre a la semana y mínimo cuatro choferes por día. El planteamiento del problema corresponde al modelo descrito en la sección 3.15.1 Problema de Asignación:

Definición de Variables:

$$Chofer_{i,j,k} = \begin{cases} 1 & \text{si el asignado al día} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Para $i = 1,2,3,4$ (choferes) y $j = 1,2,3,4$ (furgonetas) y $k = 1,2,3,4,5,6,7$ (días)

En cuanto a las restricciones se consideró un máximo de 6 días laborables para los choferes, y la asignación de sólo una furgoneta por día a cada chofer que trabaje. Ingresando este planteamiento en Excel y resolviéndolo se obtuvieron las siguientes asignaciones de furgonetas y días de trabajo a los choferes. Para ver el modelo completo, referirse al Anexo 18.

Tabla 37. Total de Horas diarias de Trabajo para cada chofer semanalmente⁶⁹

Chofer	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total horas semanales
1	furgoneta 4	furgoneta 1	furgoneta 4	Día libre	furgoneta 3	furgoneta 4	furgoneta 3	46.00
2	furgoneta 3	Día libre	furgoneta 2	furgoneta 2	furgoneta 4	furgoneta 3	furgoneta 2	47.00
3	furgoneta 1	furgoneta 3	Día libre	furgoneta 4	furgoneta 1	furgoneta 2	furgoneta 1	46.00
4	Día libre	furgoneta 1	furgoneta 3	furgoneta 3	furgoneta 2	furgoneta 1	furgoneta 4	46.00
5	furgoneta 2	furgoneta 2	furgoneta 1	furgoneta 1	Día libre	auxiliar	auxiliar	46.00

Con esta reestructuración de horarios de trabajo, la hora de salida de los choferes se mantendrá a las 16:00 pm, trabajando así 8 horas por jornada de

⁶⁹ Elaboración: Propia

trabajo. Terminado el quinto día de trabajo semanal, los choferes empezarán a realizar horas extra por el sexto día de trabajo. Con esto se estima 6 horas extra en promedio para cada chofer semanalmente, es decir, 24 horas extra mensuales. En el caso del chofer 2, que necesita una hora más el sábado para terminar su recorrido se tiene 7 horas extra a la semana.

El ahorro en horas extra representa \$58.50 mensuales. Este valor se obtuvo multiplicando el costo de la hora extra por las 9 horas que ya no se realizarán a la semana y por 4. Esta reducción también tendrá impacto en el costo mensual de los trabajadores, ya que no se incluirá un valor de \$52 sino de \$39. La tabla de costos se ve a continuación:

Tabla 38. Costos Mensuales de Choferes⁷⁰

Costos de un chofer	
Salario Base	\$ 260.00
Horas Extras	\$ 39.00
IESS	\$ 36.33
Fondos de Reserva	\$ 24.91
Décimo Tercero	\$ 24.92
Décimo Cuarto	\$ 18.17
Vacaciones	\$ 12.46
Total al mes por cada chofer	\$ 415.78
Total al mes por 4 choferes	\$ 1,633.11

Para el chofer que realiza 47 horas a la semana, la tabla de costos es la siguiente:

⁷⁰ Fuente: (Cola, Costos Anuales Transporte)
Elaboración: Propia

Tabla 39. Costos Mensual de un Chofer⁷¹

Costos de un chofer	
Salario Base	\$ 260.00
Horas Extras	\$ 45.50
IESS	\$ 37.12
Fondos de Reserva	\$ 25.45
Décimo Tercero	\$ 25.46
Décimo Cuarto	\$ 18.17
Vacaciones	\$ 12.73
Total al mes por cada chofer	\$ 424.42

El costo total mensual es de \$ 2,087.53. Considerando el costo actual se tiene un ahorro mensual de \$77.77.

7.4.6. Determinación de la Carga de Mantenimiento para las Furgonetas

Para que las 4 furgonetas de Hansel y Gretel puedan tener un buen desempeño, se ha programado un Plan de Mantenimiento anual que incluya tanto mantenimientos preventivos como correctivos. Esta planificación considerará la nueva organización de despachos presentada en la sección anterior.

Actualmente, Hansel y Gretel da mantenimiento a sus furgonetas en el Taller "Quick Autoservice" que se encuentra en la Av. 10 de Agosto y Rumipamba. Para la programación de mantenimientos se ha considerado al mismo taller ya que la empresa ha trabajado con ellos algunos años, tienen un servicio preferencial en cuanto al tiempo de entrega de las furgonetas y al enviar una persona del taller encargada de retirar y devolver el auto a las instalaciones del Centro de Producción de Hansel y Gretel.

⁷¹ Fuente: (Cola, Costos Anuales Transporte)
Elaboración: Propia

7.4.6.1. Carga de Mantenimientos Preventivos

Los mantenimientos preventivos tratarán de evitar las causas de fallas potenciales en las furgonetas. Según Iván Pérez, Jefe de Taller de Quick Autoservice, el mantenimiento preventivo que reciben las furgonetas de Hansel y Gretel tiene un costo de \$15 por la mano de obra y contempla las siguientes actividades con su respectivo plazo para hacerlas:

Tabla 40. Actividades de Mantenimiento para las Furgonetas⁷²

Actividad	Plazo (km.)	Precio adicional por repuestos	Descripción adicional
Cambio de aceite y filtro de aceite	5,000	\$15	Aceite: 1 galón
Cambio de filtro de aceite	5,000	\$15	
Rotación de llantas, alineación y balanceo	20,000	\$0	
Cambio de juego de llantas	50,000	\$270	
Lavado, engrasado, pulverizado	10,000	\$0	<i>Engrasado:</i> grasa a presión en graseros. <i>Pulverizado:</i> Aceite quemado en partes metálicas debajo del auto para evitar oxidamiento
ABC MOTOR			
Revisión y cambio de bujías	10,000	\$5	
Limpieza del filtro de aire	10,000	\$10	
Limpieza del filtro de gasolina	10,000	\$10	
Limpieza inyectores	10,000	\$0	
Cambio de bandas	40,000	\$60	<i>Bandas:</i> distribución, alternador, bomba de agua
Revisión de sistema de embrague	50,000	\$180	\$180 cambio de sistema completo de embrague
Aditivo motor	10,000	\$10	Hace que el aceite fluya mejor en los pistones del motor. Frasco de 250 cm ³ (1/4 litro)
Aditivo combustible	10,000	\$5	Diluye impurezas en la gasolina y la combustión interna del motor es más efectiva
ABC FRENOS			
Limpieza y revisión del sistema de frenos	10,000	\$0	
Cambio de juego de frenos	20,000	\$32	<i>Pastillas:</i> Eje delantero \$16. <i>Zapatas:</i> Eje trasero \$16

⁷² Elaboración: Propia

Los precios de los repuestos que superan los \$50 están sujetos a cambio ya que el Taller trabaja con distintos proveedores de repuestos, de la marca Mitsubishi en el caso de las furgonetas, y continuamente el taller cotiza el precio más cómodo sin afectar a la garantía de los mismos.

Según el Jefe de Taller, cuando se planifica alguna de estas actividades se recoge la furgoneta del Centro de Producción desde el medio día, a más tardar a las 16:00 pm y se entrega la furgoneta generalmente a las 19:00 pm del mismo día. Si por algún motivo se da alguna demora, la furgoneta es entregada máximo al día siguiente a las 10 AM lo cual no afectará a ninguna ruta puesto que el tiempo de mantenimiento ocupará el tiempo en el que la furgoneta no puede transitar debido a la Ley Pico y Placa.

7.4.6.2. Mantenimientos Correctivos Recurrentes por Historial

El mantenimiento correctivo es aquel que se efectúa en el momento que se detecta una falla. Por tanto, estas fallas se dan inesperadamente si no se tiene un buen seguimiento de los mantenimientos preventivos o por casos fortuitos como en accidentes.

Según registros históricos de Berenice Cola, Gerente Financiera de Hansel y Gretel, cada una de las 4 furgonetas necesita mantenimiento correctivo en un estimado de 2 veces al año.

Para estimar la necesidad de mantenimiento correctivo es necesario observar además el kilometraje de cada una de las furgonetas y la distancia semanal que tendrán que recorrer según la nueva planificación de despachos:

Tabla 41. Kilometraje Actual de Furgonetas y Recorrido Semanal Propuesto⁷³

Tipo de furgoneta	Kilometraje actual (km)	Recorrido semanal propuesto (km)
Furgoneta 1	80,000	271.1
Furgoneta 2	56,000	254.9
Furgoneta 3	55,000	239.8
Furgoneta 4	50,000	270.3

Según el Jefe de Taller de Quick Autoservice, una furgoneta marca Mitsubishi podría considerar la reparación de su motor a los 200.000 km. Se puede identificar que ya es necesaria la reparación del motor cuando las furgonetas empiecen a consumir más gasolina, se perciba que la fuerza del motor es más débil o cuando por el tubo de escape se emane humo azul debido a que se quema el aceite.

Tomando en cuenta que el valor comercial de los automóviles disminuye cuando su motor ya ha sido reparado, es necesario que la empresa evalúe la alternativa de vender la furgoneta antes de que cumpla los 200.000 km para poder comprar una furgoneta nueva o de reparar el motor y quedarse con la furgoneta antigua.

7.4.6.3. Programación de Mantenimiento de las Furgonetas

Se asignará una secuencia de ejecución de tareas de mantenimiento por un año acoplado los días en los que las furgonetas estén restringidas por la Ley Vehicular Pico y Placa con el tipo de mantenimiento que la furgoneta necesite tomando en cuenta el plazo de kilometraje, utilizando las distancias recorridas explicadas en ella sección 7.4.2 Modelo Logístico de Movilidad de Furgonetas del Centro de Producción a Puntos de Venta, y la cantidad de actividades que se realizará en cada uno de estos mantenimientos.

Esta secuencia de actividades está sujeta a revisión y se incluye tiempo adicional cada 4 meses para cada furgoneta en caso de existir tareas de mantenimiento que pudieron quedar pendientes.

⁷³ Elaboración: Propia

Se tomará en cuenta las siglas mostradas a continuación para poder identificar qué tarea será realizada en qué semana. Cada sigla irá seguida por números del 1 al 4 indicando cuál furgoneta 1, 2, 3 o 4 debe recibir el mantenimiento.

Tabla 42. Siglas de Mantenimiento para Furgonetas⁷⁴

Siglas	Significado	Qué incluye	Plazo (km)
MPCA	Mantenimiento Preventivo Cambio Aceite	Cambio de aceite y filtro de aceite	5,000
MPAL	Mantenimiento Preventivo Aditivos Lavado	Aditivo motor, aditivo combustible, lavado, engrasado, pulverizado	10,000
MPBF	Mantenimiento Preventivo Bujías Filtros	Revisión y cambio de bujías, limpieza del filtro de aire y de gasolina	10,000
MPIF	Mantenimiento Preventivo Inyectores Frenos	Limpieza de inyectores y del sistema de frenos	10,000
MPRL	Mantenimiento Preventivo Rotación Llantas	Rotación de llantas, alineación y balanceo	20,000
MPCF	Mantenimiento Preventivo Cambio Frenos	Cambio de juego de frenos	20,000
MPCB	Mantenimiento Preventivo Cambio Bandas	Cambio de bandas	40,000
MPCL	Mantenimiento Preventivo Cambio Llantas	Cambio de juego de llantas	50,000
MPRE	Mantenimiento Preventivo Revisión Embrague	Revisión de sistema de embrague	50,000
MC	Mantenimiento Correctivo Furgoneta		2 veces/año
MCTP	Mantenimiento Correctivo Tareas Pendientes		1 vez/4 meses

Adicionalmente, se calculó el número de semanas que tendrían que pasar para realizar los mantenimientos propuestos en la tabla anterior según el kilometraje que cada furgoneta tendrá con la propuesta de logística considerando la Ley Pico y Placa.

⁷⁴ Elaboración: Propia.

Tabla 43. Semanas para la Realización de Mantenimientos Según Cada Furgoneta⁷⁵

Siglas	Furgoneta 1 (semanas)	Furgoneta 2 (semanas)	Furgoneta 3 (semanas)	Furgoneta 4 (semanas)
MPCA	18	20	21	18
MPAL	37	39	42	37
MPBF	37	39	42	37
MPIF	37	39	42	37
MPRL	74	78	83	74
MPCF	74	78	83	74
MPCB	148	157	167	148
MPCL	184	196	209	185
MPRE	184	196	209	185
MC	26	26	26	26
MCTP	52	52	52	52

⁷⁵ Elaboración: Propia.

Tabla 44. Programación para Plan de Mantenimiento de las 4 furgonetas⁷⁶

Mes	Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
ENE	1					
	2		MCTP 2			
	3	MC 1		MCTP 3		
	4					MC 4
	5	MCTP 1	MC 2			
FEB	6					MPCA 4
	7			MC 3		
	8	MPCL 1				
	9		MPCL 2			MCTP 4
MAR	10	MPCF 1		MPCL 3		
	11					
	12		MPCF 2			MPCL 4
	13			MPCF 3		
	14	MPAL 1				
ABR	15					
	16		MPAL 2			MPCF 4
	17			MPAL 3		
	18	MPCA 1				
MAY	19					
	20		MPCA 2			MPAL 4
	21			MPCA 3		
	22	MPIF 1				
JUN	23					
	24		MPIF 2			MPCA 4
	25			MPIF 3		
	26	MPCB 1				
	27					
JUL	28		MPCB 2			MPIF 4
	29	MC 1		MPCB 3		
	30					
	31		MC 2			
AGO	32	MPBF 1				MPCB 4
	33			MC 3		
	34					
	35					MC 4
SEP	36	MPCA 1	MPBF 2			
	37					
	38			MPBF 3		MPBF 4
	39					
	40	MPRL 1	MPCA 2			
OCT	41					
	42			MPCA 3		MPCA 4
	43					
	44	MPRE 1				
NOV	45		MPRL 2			
	46			MPRL 3		MPRL 4
	47					
	48					
DIC	49		MPRE 2			
	50			MPRE 3		MPRE 4
	51					
	52					

⁷⁶ Elaboración: Propia.

En cuanto al tiempo en el que cada furgoneta llegaría a cumplir los 200.000 km dado que diariamente recorren las distancias mostradas en la Tabla 41. El mantenimiento correctivo es aquel que se efectúa en el momento que se detecta una falla. Por tanto, estas fallas se dan inesperadamente si no se tiene un buen seguimiento de los mantenimientos preventivos o por casos fortuitos como en accidentes.

Según registros históricos de Berenice Cola, Gerente Financiera de Hansel y Gretel, cada una de las 4 furgonetas necesita mantenimiento correctivo en un estimado de 2 veces al año.

Para estimar la necesidad de mantenimiento correctivo es necesario observar además el kilometraje de cada una de las furgonetas y la distancia semanal que tendrán que recorrer según la nueva planificación de despachos:

Kilometraje Actual de Furgonetas y Recorrido Semanal Propuesto, se tiene lo siguiente:

Tabla 45. Tiempo para Cada Furgoneta Hasta Alcanzar los 200.000 km⁷⁷

Tipo de furgoneta	Tiempo hasta alcanzar los 200.000 km (años)
Furgoneta 1	9.2
Furgoneta 2	11.8
Furgoneta 3	12.6
Furgoneta 4	11.6

Esta estimación de tiempo se obtuvo al multiplicar la distancia que recorrerá cada furgoneta semanalmente por 4 semanas para obtener el kilometraje que tendrá en un mes. Luego, se dividió el kilometraje restante de cada furgoneta para llegar a los 200.000 km sobre el recorrido mensual de cada furgoneta para conocer en cuantos meses se alcanzará estos 200.000 km.

⁷⁷ Elaboración: Propia.

Finalmente se dividió el número de meses calculados para 12 y se pudo obtener el número de años en los que se cumplirá este kilometraje.

Por ejemplo, para la furgoneta 1, que tiene un recorrido de 80.000 km, se tuvo el siguiente cálculo:

$$\text{Kilometraje mensual de furgoneta 1} = \frac{271.1 \text{ km}}{\text{semana}} * \frac{4 \text{ semanas}}{1 \text{ mes}} = 1084.4 \frac{\text{km}}{\text{mes}}$$

$$\text{Años en furgoneta 1 para } 200.000 \text{ km} = \frac{200.000 \text{ km}}{1084.4 \frac{\text{km}}{\text{mes}}} = \frac{184.37 \text{ meses}}{\frac{12 \text{ meses}}{\text{año}}} = 15.36 \text{ años}$$

El desgaste de las furgonetas se observa bastante uniforme, de modo que en el futuro se podría considerar un cambio completo en la flota de furgonetas según las nuevas necesidades de la empresa.

Según el Jefe de Taller de Quick Autoservice, la vida útil de las furgonetas se prolongará especialmente si se respeta el tiempo estimado para cambios de aceite.

7.5. Resumen del Capítulo Propuestas

La propuesta a implementarse en Hansel y Gretel consta de dos fases.

7.5.1. Producción

La propuesta de mejora se enfoca en el área de Pastelería mediante el incremento de una batidora. Actualmente ésta área elabora en promedio 33 pasteles diarios, a un costo de 100 dólares, sin contar con costos de materia prima. Al implementar una nueva batidora se consigue una producción diaria de 49 pasteles a un costo de 112 dólares. Esto también se da debido a la reducción del tiempo de ciclo del proceso al eliminar la actividad de pesado de mantequilla al inicio de las actividades. El aumento de la tasa de producción de pasteles del diario, además de asegurar el cumplimiento de la creciente demanda futura, logrará que los pasteles puedan ser despachados a horas más tempranas y así no se los envíen en los últimos viajes de las furgonetas por no haber estado terminados antes.

En lo que respecta a Decoración se propone una reorganización de la estación de trabajo mediante la aplicación de la metodología de las 5'S.

7.5.2. Logística

Actualmente las furgonetas de la empresa realizan cinco viajes hacia El Quicentro y Mall El Jardín, y tres viajes a todos los demás locales. A través del estudio se propone la disminución de los viajes a 3 para todos los puntos de venta, a excepción de El Condado y El Recreo, debido a que son los puntos de venta más lejanos desde el Centro de Producción. Al haber disminuido la cantidad de viajes necesarios, se tendrá un ahorro de \$6.79 diarios por menor consumo de gasolina en todas las furgonetas. Anualmente este ahorro ascendería a \$2.478.35.

El establecimiento del horario diario de salida del Centro de Producción, creará ahorros en la disminución de horas extra en cuanto a los salarios de choferes, que ascienden \$77.77 mensuales o \$933.24 anuales. Así, para el área de Logística se logrará un ahorro total de \$3.411.59 anualmente.

8. CAPÍTULO 8: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

8.1. Plan de Implementación para el Área de Producción

Es necesaria la incorporación al proceso de una batidora semi-industrial, con 10 velocidades, 3 espas y tazón de acero inoxidable, marca Kitchen Aid, modelo KA-RRK5AWH con capacidad para cinco litros. Estas mismas características poseen las demás batidoras que se encuentran en el Centro de Producción. Se ha cotizado esta compra en Almacenes Montero a un precio de 472.72 dólares.



Figura 33. Batidora Semi-Industrial⁷⁸

La elaboración de porciones de mantequilla es una tarea que debe realizarse cuando la operadora de la estación de pasteles del diario o la persona auxiliar del área de Pastelería se encuentre con tiempo disponible. Se pesará la mantequilla de acuerdo con las necesidades de las tortas y se guardará en fundas plásticas que se ubicarán en un contenedor en la estación de trabajo.

⁷⁸ Fuente: (Montero)

8.2. Plan de Implementación para el Área de Decoración

Para la reorganización de la estación de trabajo en el área de Decoración se seguirán los pasos comentados en la sección 7.3.3 Metodología 5´S.

Se formarán grupos de trabajo de máximo 5 personas por área de trabajo para la realización de las tareas propuestas y la Jefa de Producción se encargará de la administración y seguimiento del mismo.

8.3. Estrategia de Impulso de Ventas de Pasteles

Para garantizar la venta de pasteles del diario, que con las propuestas aumentaría su nivel de producción, de modo que no se desperdicie o dañe el producto, se han considerado las siguientes opciones:

- Promociones de último momento
 - En el último día de validez de pasteles grandes, venderlos a precio de pastel pequeño.
 - En tortas pequeñas, aplicar un precio de \$10 en su último día de validez.
- Promociones en cafetería para venta de porciones
 - Por consumos superiores a \$20, obsequiar una porción de postre.
- Publicidad en centros comerciales
 - Por medio de volantes ofrecer descuentos al presentar esta publicidad. Los volantes serán repartidos por los guardias del centro comercial en el ingreso al parqueadero del mismo.
- Descuentos por cumpleaños
 - Presentar la cédula de identidad el día del cumpleaños para recibir un 20% de descuento en la compra del pastel.
- Aceptar promociones de otras pastelerías
 - Por medio de un benchmarking de la Pizzería Papa John's, se receptaría promociones de otras pastelerías. El método es el de recibir los volantes de las empresas de la competencia y aplicar el mismo descuento que éstas ofrecen.

Como se mencionó en la sección 7.1.1 Análisis de Resultados de la Nueva Simulación, las bajas de pasteles corresponden a menos del 1% de la producción, las estrategias presentadas promoverían la venta de los 16 pasteles del diario adicionales que se elaborarían con la mejora en producción. Debido a que se desconoce el verdadero margen de utilidad por pastel debido a motivos de confidencialidad de recetas ya mencionados, no se puede plantear estrategias de reducción de precios.

8.4. Logística

Para la implementación de los horarios establecidos es necesario que se capacite tanto al área de producción como a los choferes para que sepan a qué hora se debe tener listo el producto y se espera salir hacia los puntos de venta. Es importante además la comunicación de los cambios que se están realizando en la empresa y la publicación de los nuevos horarios para que todo el personal esté enterado de qué es lo que se está haciendo y se adapten al cambio. Organizar el trabajo en la zona de despacho para que la persona responsable del registro, envíe los coches de producto en el orden en el que se encuentran los horarios. Se pondrá a prueba uno de los horarios en un ruta para verificar la validez y se procederá a extenderlo a las demás.

8.5. Calendario de Trabajo para Implementación Propuestas

Para las propuestas establecidas se seguirá el cronograma de trabajo que se muestra en el diagrama de Gantt, mostrado en el Anexo 19. Se tiene las actividades en orden secuencial y separado por área. Los costos considerados son los de la batidora y los de los servicios profesionales de las autoras. En total, el costo del plan de implementación es de \$972.72 y tendrá una duración total de 3 semanas.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

- La competencia en el sector alimenticio en la ciudad de Quito, especialmente el de las panificadoras, impulsa al desarrollo de procesos más eficientes y a la constante búsqueda de reducción de costos.
- Dado el rápido crecimiento de la demanda de productos de la canasta básica como el pan, empresas del tipo de Hansel y Gretel, buscan abastecer sus puntos de venta con productos frescos y de alta calidad diariamente. Esta situación cambiante llevó a la empresa a un manejo poco planificado de despacho de productos.
- El establecimiento de horarios de despachos diarios por rutas evitará el envío de furgonetas casi vacías y, por tanto, viajes innecesarios.
- Para agregar la demanda de productos en el estudio se establecieron relaciones que permitieron determinar el espacio que éstos ocupaban dentro de las furgonetas en unidades de tortas grandes.
- Las simulaciones, tanto de la situación actual como de la futura, fueron enfocadas a la producción de Pasteles del Diario, producto que presentaba la mayor variabilidad y el que generaba el conflicto en el aumento de viajes hacia los puntos de venta.
- Los resultados de la simulación permitieron hacer un análisis de costos y determinar la posibilidad de un aumento de la capacidad de producción para utilizar mejor, posteriormente, la capacidad en las furgonetas eliminando los últimos viajes que éstas realizan. Se debe mencionar que dado que los métodos de producción son los mismos para todos los pasteles del diario, en la simulación un pastel puede ser de cualquier tipo, del diario o bajo pedido.
- Dadas las restricciones de conexiones eléctricas, de gas, de temperatura y de ubicación de columnas, la reubicación de estaciones de trabajo no pudo ser considerada dentro de este proyecto de tesis.

- En el presente proyecto de tesis no se consideró la reubicación del Centro de Producción puesto que Hansel y Gretel ha aumentado su área del Centro de Producción recientemente y el mismo se encuentra cerca de los puntos de venta con mayor demanda.
- En base a la aplicación del Heurístico de Inserción, se pudo determinar un número menor de viajes hacia cada punto de venta considerando sus demandas, el tiempo que toma llegar a ellas según las horas de tráfico de la ciudad de Quito y las ventanas de tiempo en las que se debería llegar a cada uno de estos locales.
- Se estableció un plan de mantenimiento para las furgonetas para que puedan tener un alto desempeño, ya que su correcto funcionamiento es necesario todos los días del año.

9.2. Recomendaciones

- Se recomienda la utilización de bases de datos en lugar de registros en papel, de manera que la empresa pueda planificar la producción diaria con la ayuda de pronósticos en lugar de llamadas de la noche anterior. Así, no se perdería tiempo en las mañanas al esperar la orden de producción del día por parte de la Jefa de Producción y se prescindiría de espacio para inventario de documentos dentro de las bodegas de la empresa.
- Se recomienda la publicación de los horarios y recorridos e incentivar el cumplimiento de los mismos, de esta manera se respetará el orden de salida de las furgonetas y se puede cumplir con la siguiente hora de salida a tiempo.
- Se recomienda examinar anualmente el crecimiento de la demanda para considerar la necesidad o no de la reubicación del Centro de Producción según los puntos de venta a los que se deba abastecer.
- A pesar de que Hansel y Gretel considera que su Centro de Producción no necesita ser reubicado o ampliado, se recomienda evaluar la opción de reubicación del Centro de Producción en el futuro, dado que se encuentra en un sector residencial y puede resultar incómodo para los vecinos el olor que emiten los hornos y el tráfico que ocasionan las furgonetas.
- Se recomienda la extensión de la metodología de las 5's a otras áreas de la empresa, de manera que se organice de mejor manera las estaciones de trabajo. Por otro lado una vez aplicada en Decoración se debe realizar una evaluación periódica que evite un nuevo desorden en el área.
- Se recomienda balancear el trabajo entre la batidora nueva y la anterior batidora en la estación de Pastelería al organizar el trabajo de la operadora. Así, se aprovechará mejor la adquisición realizada.

- Si para cubrir el aumento de demanda se decide implementar un nuevo turno diario, es importante realizar un estudio sobre los costos de nuevos operarios considerando la curva de aprendizaje
- En cuanto a las nuevas rutas obtenidas a partir del Heurístico de Inserción, se recomienda realizar un plan de implementación piloto y observar el desempeño de los recorridos. Debido a que todavía no se posee estudios sobre las nuevas velocidades de circulación durante los horarios de Pico y Placa que se estiman serán mayores a las actuales consideradas en los horarios de mayor afluencia de vehículos. Más adelante se necesitaría de un estudio actualizado sobre la verdadera reducción de la densidad de tráfico especialmente en estos lapsos de tiempo.
- Se recomienda respetar especialmente la programación de cambios de aceite de cada furgoneta para que se pueda alargar la vida útil de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

(IESS), Instituto de Seguridad Social. «Cuadro de Beneficios Sociales.» 1 de enero de 2007. IESS. 18 de marzo de 2010 <http://www.captur.com/Docs/Cuadro_de_Beneficios_Sociales.pdf>.

¿Qué es Value Stream Mapping (Mapeo de la Cadena de Valor) - VSM? 29 de octubre de 2009. 15 de noviembre de 2009 <<http://lean-esp.blogspot.com/2008/10/qu-es-value-stream-mapping-mapeo-de-la.html>>.

Antonio, José. «Teorema del Límite Central.» Seis Sigma: Green Belt. Quito: Portland State University, 2010. 50.

Banks, Jerry, et al. Discrete-Event System Simulation. Fourth edition. New Jersey: Prentice Hall, 2005.

Bueno, Ing. Rosario. Dimensión de Productos de Hansel y Gretel Adriana Maldonado y Verónica Maldonado. 16 de Febrero de 2010.

Bueno, María Soledad. Cadena de Valor Hansel y Gretel Adriana Maldonado y Verónica Maldonado. 30 de Enero de 2010.

Calidad, Sociedad Latinoamericana para la. «Gráficas de Pareto.» 15 de Enero de 2000. ONG con Calidad. 18 de Marzo de 2010 <<http://www.ongconcalidad.org/pareto.pdf>>.

Carrillo, Daniela. «Industria de Alimentos y Bebidas en el Ecuador.» Junio de 2009. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 15 de Enero de 2010 <www.inec.gov.ec>.

Chopra, Sunil. Administración de la Cadena de Suministro: Estrategia, Planeación y Operación. México D.F.: Pearson Education, 2008.

Cisneros, Patricio. Identificación de niveles de procesos Adriana Maldonado y Verónica Maldonado. 14 de Enero de 2010.

Cola, Berenice. Costos Anuales Transporte Adriana Maldonado y Maldonado Verónica. 20 de Enero de 2010.

Cola, Berenice. Historia de Hansel y Gretel Adriana Maldonado y Verónica Maldonado. 11 de Enero de 2010.

Cola, Berenice. Historia de la empresa Hansel y Gretel Maldonado Verónica Maldonado Adriana. Quito, 11 de Enero de 2010.

Colombia, Secretaría de Educación de. Secretaría de Educación de Córdoba. 2003. 12 de Enero de 2010 <<http://www.sedcordoba.gov.co/Inspeccion%20y%20Vigilancia/MacroprocesoF.html>>.

Correa, Óscar. Qué son los Pronósticos? 19 de Diciembre de 2008. 15 de Noviembre de 2009 <<http://www.pronosticoexperto.com/articulos/3/1/-Que-son-los-Pronosticos-/Page1.html>>.

Dolcemascolo, Darren. Mapping the Future State. 1 de Febrero de 2007. 15 de Noviembre de 2009 <<http://www.emsstrategies.com/dd020107article.html>>.

García, María José. Pruebas de Hipótesis. 24 de mayo de 2003. 18 de marzo de 2010 <http://descartes.cnice.mec.es/materiales_didacticos/Muestreo_Inferencia_Estadistica/pruebas_hipotesis.html>.

Ghiani, Gianpaolo, Gilbert Laporte y Roberto Musmanno. Introduction to Logistics Systems Planning and Control. Southern Gate: Wiley, 2004.

Grant, Eugene y Leavenworth Richard. Control Estadístico de la Calidad. Séptima edición. México D.F.: McGraw-Hill, 1984.

Gretel, Hansel y. Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel. Reportes de Producción. Quito: Hansel y Gretel, 2009.

—. Hansel y Gretel... Definitivamente lo mejor. 2000. 9 de Enero de 2010 <<http://www.hanselygretel.net/>>.

Group, EMS Consulting. Value Stream Analysis: Mapping the Current State. 1 de Diciembre de 2003. 15 de Noviembre de 2009 <<http://www.emsstrategies.com/dd120103article1.html>>.

Hillier, Frederick y Gerald Lieberman. Investigación de operaciones. México D.F.: McGraw-Hill, 2003.

Hobbs, Dennis. Lean Manufacturing Implementation. Ed. APICS. Primera edición. J. Ross Publishing, 2004.

Hopp, Wallace. Factory Physics. Third edition. New York: McGraw-Hill, 2008.

Hopp, Wallace J. and Mark Spearman. Factory Physics. 3rd edition. New York: McGraw-Hill, 2008.

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, IESS. «Cuadro de Beneficios Sociales.» 1 de enero de 2007. Instituto de Seguridad Social. 18 de marzo de 2010 <http://www.captur.com/Docs/Cuadro_de_Beneficios_Sociales.pdf>.

Juran, Joseph. Manual de Calidad. Quinta edición. Vol. III. Madrid: McGraw-Hill, 2001. 3 vols.

Law, A.M. Simulation Modeling and Analysis. Third edition. McGraw-Hill, 2000.

Lozada, Jaime y Cristobal Miño. «Seminario Taller 5´S.» Metodologías para el Mejoramiento de la Calidad. Quito: CAPEIPI, 2010. 19.

Miquel, Marina Vallés. «La Herramienta de Simulación Arena.» Simulación Discreta. 3ro FI.

Montero, Almacenes. Montero Gastronomía. 13 de Marzo de 2010 <<http://www.montero.ec/cgi-bin/mtro/HOME?CATEG=05>>.

Montgomery, Douglas. Control Estadístico de la Calidad. Limusa, s.f.

—. Diseño y Análisis de Experimentos. Mexico D.F.: Limusa Wiley, 2007.

Montgomery, Douglas y George Runger. Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería. México D.F.: Limusa Wiley, 2005.

Narasimhan, Sim. Planeación de la Producción y Control de Inventarios. Segunda edición. Naucalpan de Juárez: Prentice Hall, 1996.

Nelson, J y Schilling. Best Target Value for a Production Process. Journal. New York: Journal of Quality Technology, 1978.

Niebel, Benjamin. Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño de trabajo. Onceava edición. México D.F.: Alfaomega, 2006.

Porter, Michael. Value Chain Framework of Michael Porter. 23 Marzo 2009. 14 Noviembre 2009 <http://valuebasedmanagement.net/methods_porter_value_chain.html>.

Pozo, José Manuel. Elaboración del Mapa de Proceso de la Entidad. 8 de Mayo de 2006. 12 de Enero de 2010 <http://www.wikilearning.com/monografia/consideraciones_teoricas_y_experiencias_en_el_analisis_y_mejoras_de_los_b_procesos_b_elaboracion_del_b_mapa_b_de_proceso_de_la_entidad/12497-6>.

Pyzdek, Thomas. The Six Sigma Handbook. New York: McGraw-Hill, 2003.

Reeve, J.M y J.W. Philpot. Applications of Statistical Process Control for Financial Management. Tesis de Maestría. Miami: University of South Florida, 2002.

Salvendy, Gavriel. Manual de Ingeniería Industrial. Vol. 1. Mexico DF: Limusa, 2007. 2 vols.

Shewhart, W.A. Economic Control of Quality of Manufactured Product. New York: Litton Educational Publishing, 1931.

The seven value stream mapping tools. 15 de 11 de 2009 <<http://www.valuestreamguru.com/?p=35>>.

Thomas, Pyzdek. The Six Sigma Handbook. New York: McGraw-Hill, 2003.

Tompkins, James, y otros. Planeación de instalaciones. Mexico DF: Thomson, 2006.

Valles Miquel, Marina. «La Herramienta de Simulación Arena.» pdf-search-engine. 15 de Enero de 2010 <<http://personales.upv.es/75FF18A5-513C-4C55-A4CB-A5AA0B919B6C/FinalDownload/DownloadId-2EB6741FA06A977429DC35957ACAA4A3/75FF18A5-513C-4C55-A4CB-A5AA0B919B6C/~marmoag/marena.pdf>>.

Vázquez, Ana. Qué son los Diagramas de Flujo? 9 de Noviembre de 2009 <http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/quesonlosdiagramasdeflujo/>.

ANEXOS

Anexo 1: Listado de Productos de Galletería

Choconuez

Choco Chip

Chocolate Chip

Chocopasas

Avena Coco

Naranja Coco

Chocolate-Chocolate

Mora Grande

Mora Chica

Lenguas de Gato

Pistacho

Melba

Cuernecilos

Polvorones

Mora Chica

Alfajores

Aplanchados

Limón

Almendra

Bizcochos

Surtidas

Navideñas

Anexo 2: Listado de Productos de Repostería

Tabla 46. Productos de Repostería⁷⁹

Pastas	Varios	Manzana Piña Manzana Piña Queso Pañuelo de Manzana Pastas de Chocolate Mil Hojas Tartaletas Caracoles Quesadillas Orejas
	Tartaletas	Guaytambo Albaricoque Frutilla
Postres	Varios	Mousse de Chocolate Bavarois Budín Brazo Gitano Tiramisú Selva Negra Bizcochuelo Tres Leches Cheesecake
	Pies	Manzana Piña Limón Pecanas Frambuesa Alemán Frutas Mortifio Guaytambo Albaricoque Strudell Strauzzell
	Fríos	Mora Moka Limón Queso Mango
Tortas	Normales	Caramelo Ciruela-Nuez Chocolate Naranja Coco Vainilla Brownie Húmeda Chocolate
	Bizcochuelos	De Piña De Manzana De la Abuela De Albaricoque
	Toda Ocasión	Diseños Infantiles Figuras Disney Foto Pastel Corporativas Comunión Matrimonio Baby Shower Navideñas

⁷⁹ Fuente: Hansel y Gretel, . Hansel y Gretel... Definitivamente lo mejor. 2000. 9 de Enero de 2010 <<http://www.hanselygretel.net/>>.

Elaboración: Propia

Anexo 3: Cantidad de Producto Enviado en los Últimos Viajes de Locales con Niveles de Venta Menores

Tabla 47. Cantidad de Producto Enviado en los Últimos Viajes de Locales con Niveles de Venta Menores⁸⁰

Ruta	Productos en Segundo y Tercer Viaje					Total Enviado
	Cumbayá-Tumbaco-Gambeta			Condado	Recreo	
Familia de Pan	Cumbayá	Tumbaco	Gambeta	Condado	Recreo	
Pan de Agua	23.0	13.5	6.5	8.6	6.5	58.1
Centeno	3.5	0.9	0.0	0.3	1.1	5.8
Dulce	82.1	43.8	0.8	59.9	47.3	233.8
Cachos (huevo)	0.0	1.3	0.0	2.5	1.1	4.9
Reventados (Huevo)	220.0	79.1	0.8	27.5	51.9	379.3
Huevo	122.7	96.0	49.0	48.5	74.4	390.6
Redondo (Integral)	7.5	3.1	0.4	3.8	1.6	16.4
Integral	4.4	3.8	0.0	3.8	4.0	15.9
Quesadilla (pasta)	52.5	31.0	25.8	13.6	17.4	140.3
Pastas	66.6	27.8	10.0	48.4	35.0	187.8
Pies	1.0	1.5	0.6	1.5	0.3	4.9
Postres	4.5	4.0	0.1	6.4	4.5	19.5
Postres especiales	4.5	5.1	0.4	2.5	2.3	14.8
Postres pequeños	1.9	2.3	1.1	1.5	2.1	8.9
Choconuez	27.5	19.4	5.7	17.6	4.8	74.9
Galletas (gramos)	14.1	9.7	0.2	10.5	3.0	37.6
Tortas	118.0	70.5	23.5	68.0	60.0	340.0
Tortas pequeñas	56.0	33.3	33.3	48.0	30.0	200.7
Bavarois	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0

⁸⁰ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia.

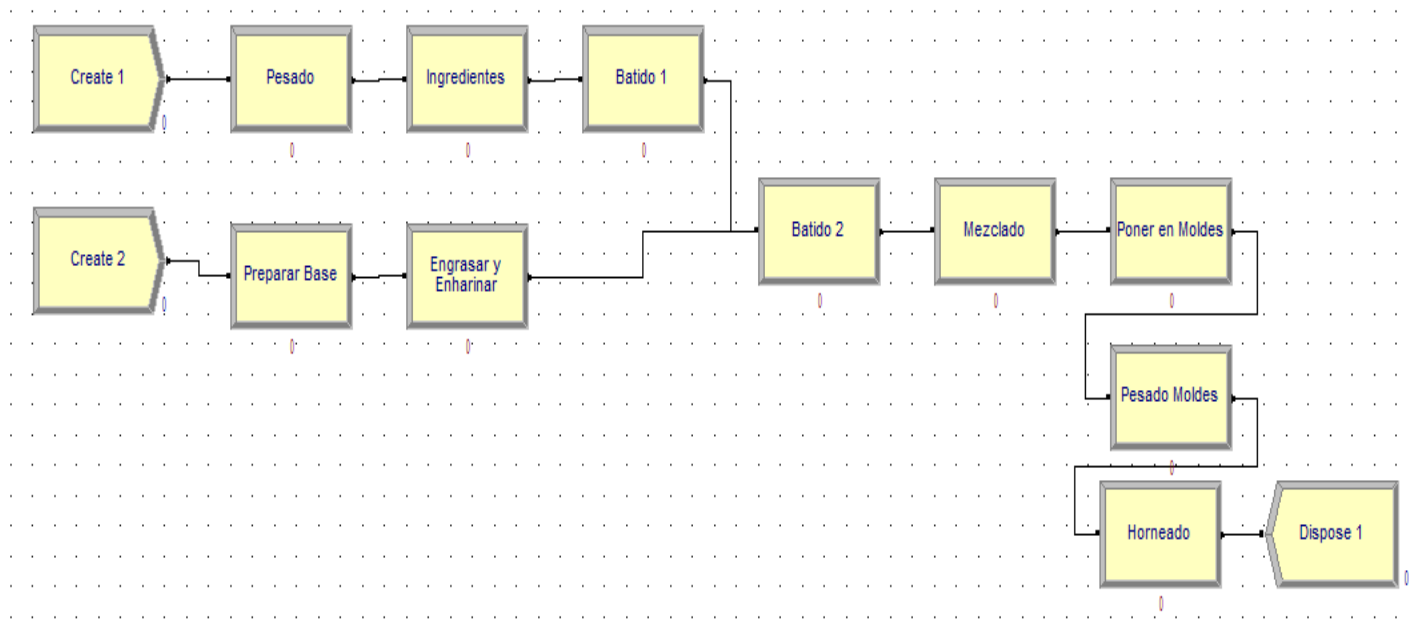
Anexo 4: Cantidad de Producto Enviado en los Últimos Viajes de Locales con Niveles de Venta Mayores

Tabla 48. Cantidad de Producto Enviado en los Últimos Viajes de Locales con Niveles de Venta Mayores⁸¹

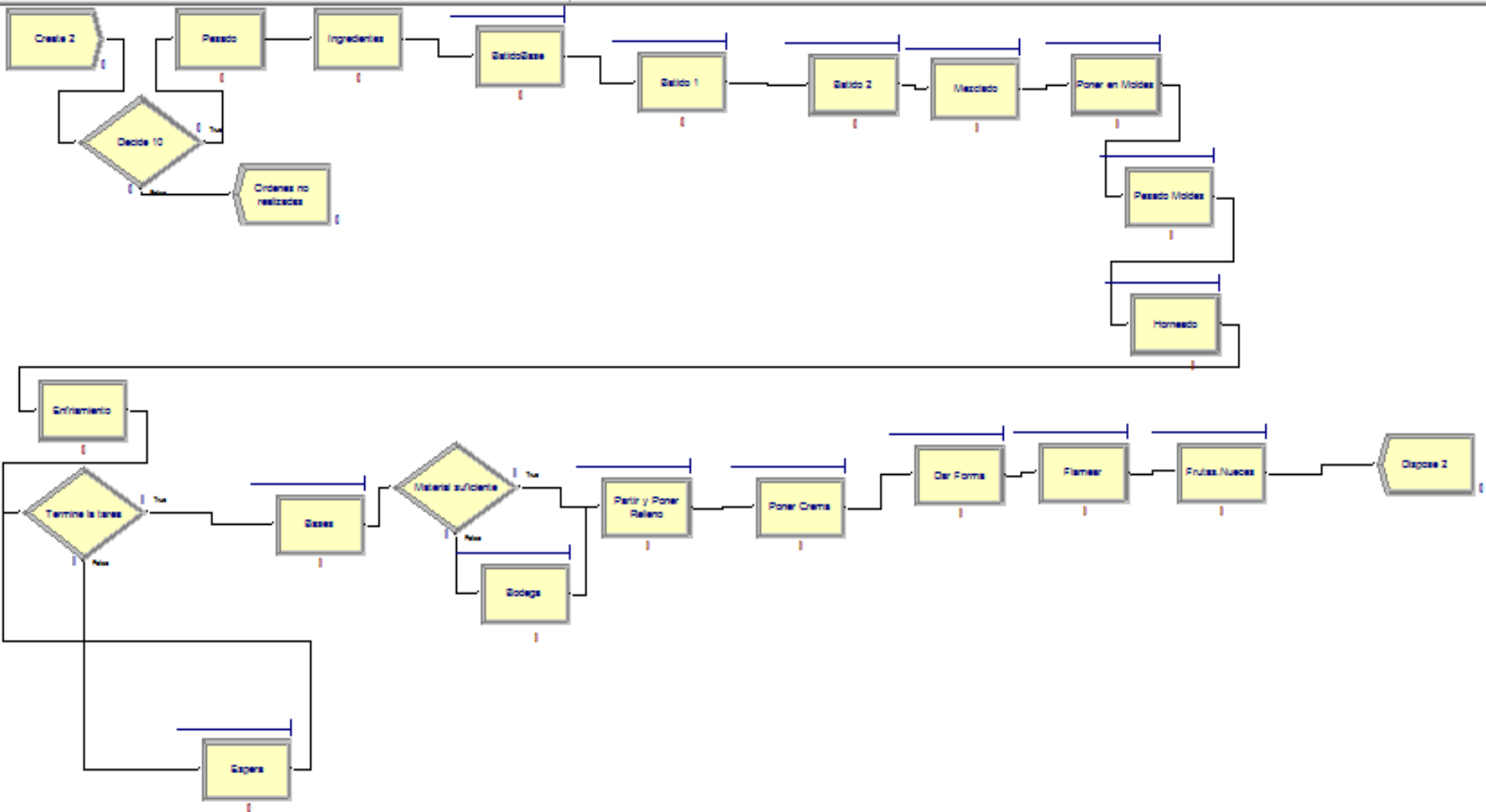
Ruta	Productos en Tercero, Cuarto y Quinto Viaje			Total Enviado
	Quicentro-Jardín I-Jardín II			
Familia de Pan	Quicentro	Jardín I	Jardín II	Total Enviado
Pan de Agua	33.0	35.5	3.3	71.8
Centeno	6.0	10.5	0.9	17.4
Dulce	283.0	124.3	18.8	426.0
Cachos (huevo)	0.0	10.4	0.0	10.4
Reventados (Huevo)	20.0	5.0	6.5	31.5
Huevo	216.5	38.8	0.1	255.5
Redondo (Integral)	27.0	27.0	0.5	54.5
Integral	20.0	7.5	2.9	30.4
Quesadilla (pasta)	318.0	80.8	28.0	426.8
Pastas	487.0	161.3	31.3	679.5
Pies	19.0	35.8	1.9	56.6
Postres	26.0	4.8	2.5	33.3
Postres especiales	10.0	6.0	2.5	18.5
Postres pequeños	12.0	2.6	1.1	15.8
Choconuez	674.0	32.1	22.1	728.2
Galletas (gramos)	434.0	18.1	3.3	455.3
Tortas	116.0	12995.0	49.0	13160.0
Tortas pequeñas	70.0	82.7	26.0	178.7
Bavarois	2.0	29.0	0.0	31.0

⁸¹ Fuente: (Gretel, Datos históricos de la Demanda de Hansel y Gretel)
Elaboración: Propia.

Anexo 5: Modelo Inicial de Simulación para Proceso de Pastelería de Hansel y Gretel.



Anexo 6: Modelo Final de Simulación para el Proceso de Pastelería y Decoración de Hansel y Gretel



Anexo 7: Portada del Reporte de Simulación de Arena para el Proceso de Pastelería y Decoración de Hansel y Gretel

8:51:12PM

Category Overview

May 4, 2010

Values Across All Replications

Unnamed Project

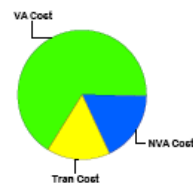
Replications: 3

Time Units: Hours

Key Performance Indicators

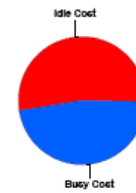
All Entities

	Average
Non-Value Added Cost	9
Other Cost	0
Transfer Cost	7
Value Added Cost	32
Wait Cost	0
Total Cost	47



All Resources

	Average
Busy Cost	47 *
Idle Cost	53
Usage Cost	0
Total Cost	100



* these costs are included in Entity Costs above.

System

	Average
Total Cost	100
Number Out	36

Anexo 8: Tabla de Relaciones Estaciones de Trabajo Pastelería y Decoración Hansel y Gretel⁸²

TABLA DE RELACIONES

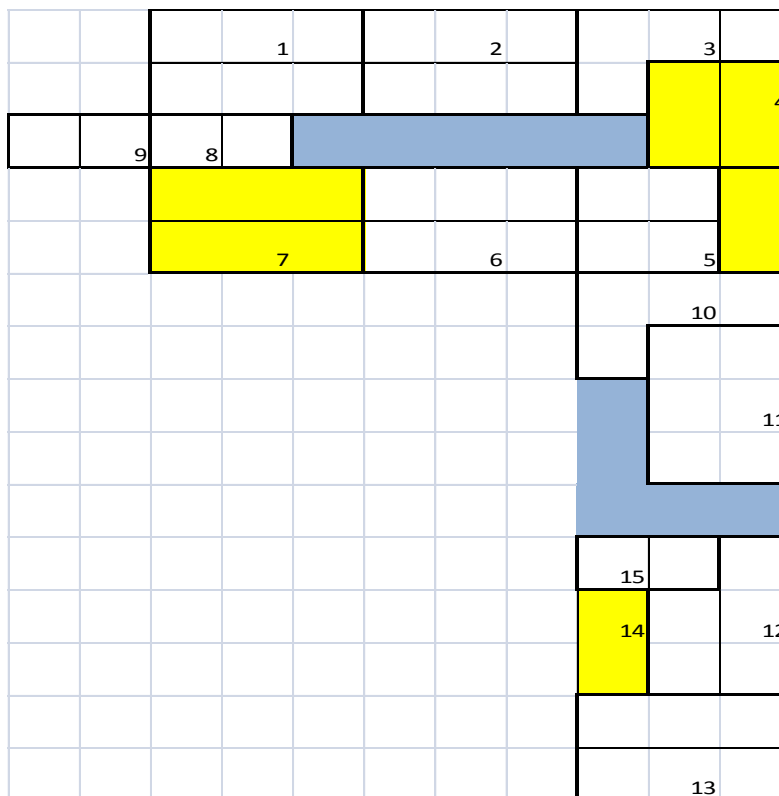
# área	1	2	3	4	5	5	7
	Batidora	Lavabo	Hornos	Harina	Chantilly	Cocineta	Decoración
Batidora		I 1	I 5	E 1	E 1	I 1	O 5
Lavabo			U 5	U 5	O 2	O 1	U 5
Hornos				0 5	0 5	0 5	A 1
Harina					0 5	0 5	O 5
Chantilly						0 5	A 1
Cocineta							E 1
Decoración							

Codigo	Razon
1	Flujo de materia prima y productos
2	Limpieza
3	Reuniones con los jefes de procesamineto y almacenamiento
4	Recepcion de documentacion, clientes e inspecciones.
5	Nulo

Valor	Cercania	Ponderacion del flujo
A	Absolutamente necesaria	10
E	Muy importante	5
I	Importante	3
O	Cercania normal	1
U	No es importante	0

⁸² Elaboración: Propia

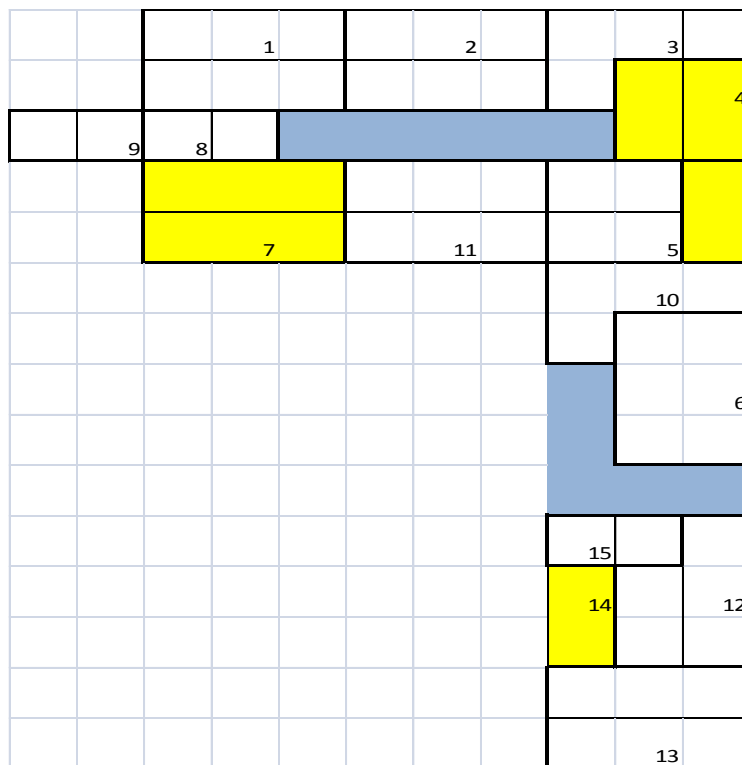
Anexo 9: Diagrama de Bloque Actual Áreas de Decoración y Pastelería⁸³



Código	Estación de Trabajo
1	Pastelería: Pasteles Pedido
2	Pastelería: Pasteles del Diario
3	Pastelería: Postres
4	Lavabo
5	Cocineta
6	Galletería
7	Hornos
8	Harina-Horno Cheesecake
9	Batidora
10	Decoración: Pastel Figuras
11	Decoración: Pastel del Diario
12	Decoración: Fotopastel
13	Decoración: Tortas Frías
14	Lavabo
15	Batidora
	Restricción de Movimiento
	Pasillos

⁸³ Elaboración: Propia

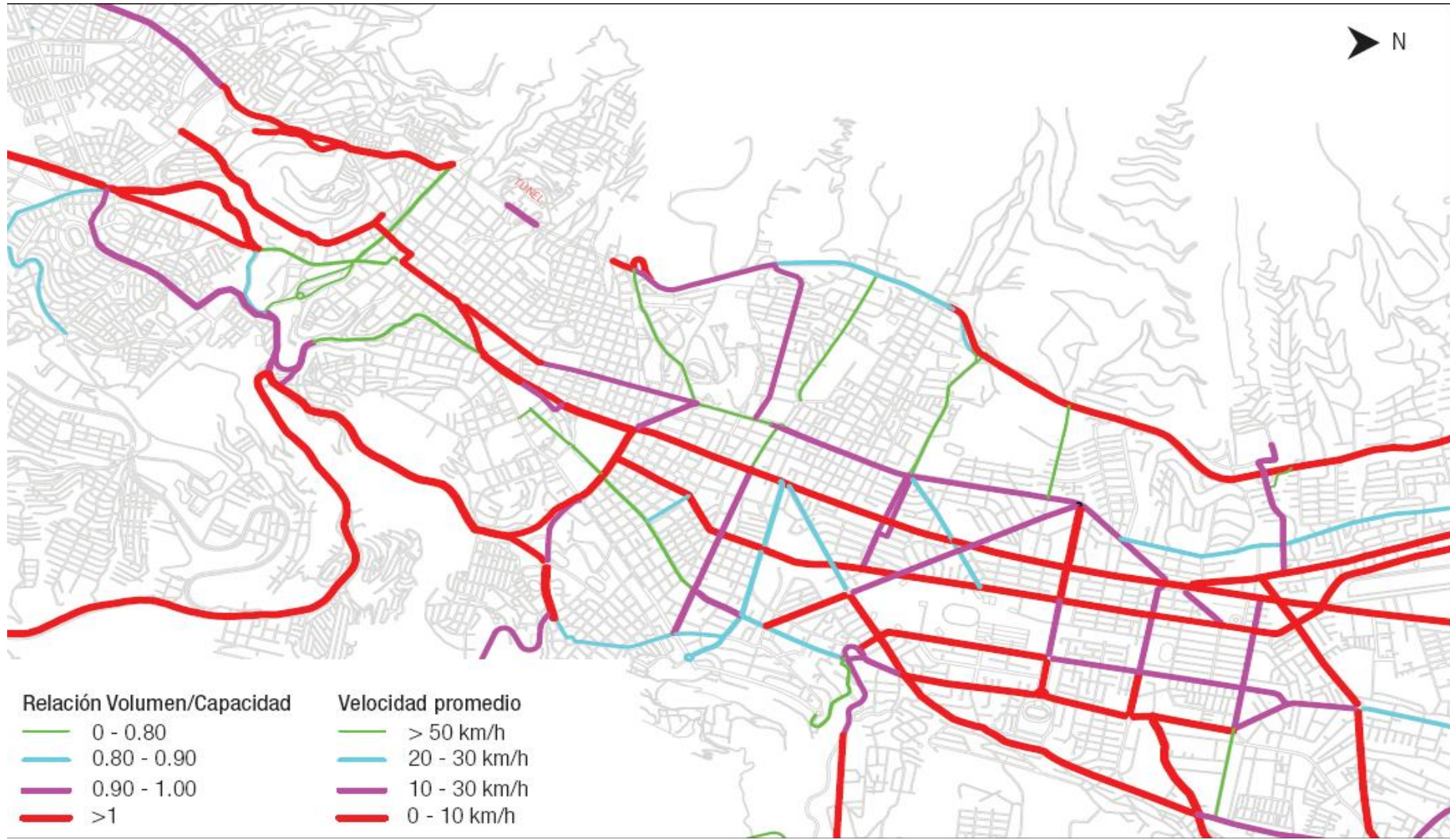
Anexo 10: Diagrama de Bloque Final Áreas de Decoración y Pastelería⁸⁴



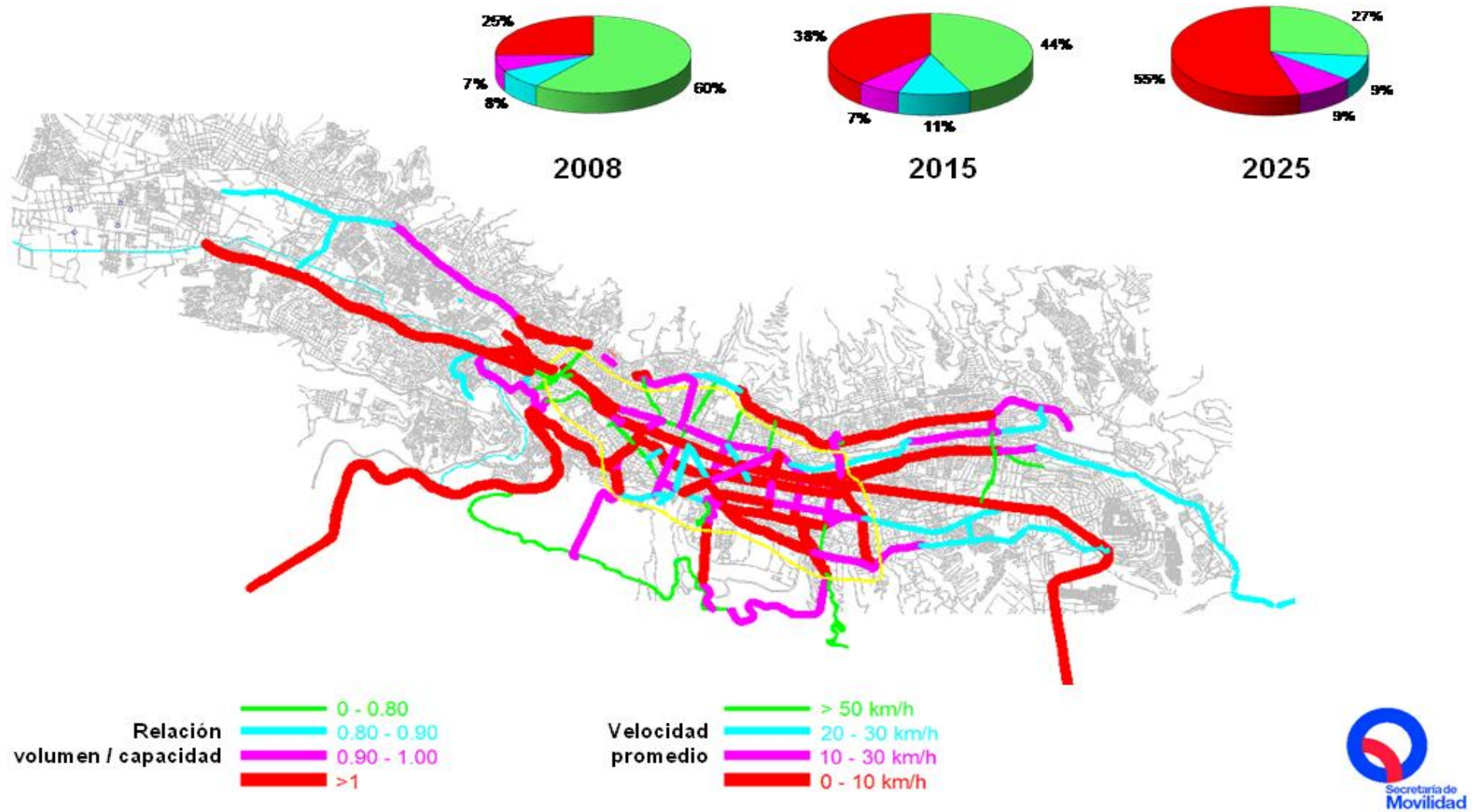
Código	Estación de Trabajo
1	Pastelería: Pasteles Pedido
2	Pastelería: Pasteles del Diario
3	Pastelería: Postres
4	Lavabo
5	Cocineta
6	Galletería
7	Hornos
8	Harina-Horno Cheesecake
9	Batidora
10	Decoración: Pastel Figuras
11	Decoración: Pastel del Diario
12	Decoración: Fotopastel
13	Decoración: Tortas Frías
14	Lavabo
15	Batidora
	Restricción de Movimiento
	Pasillos

⁸⁴ Elaboración: Propia

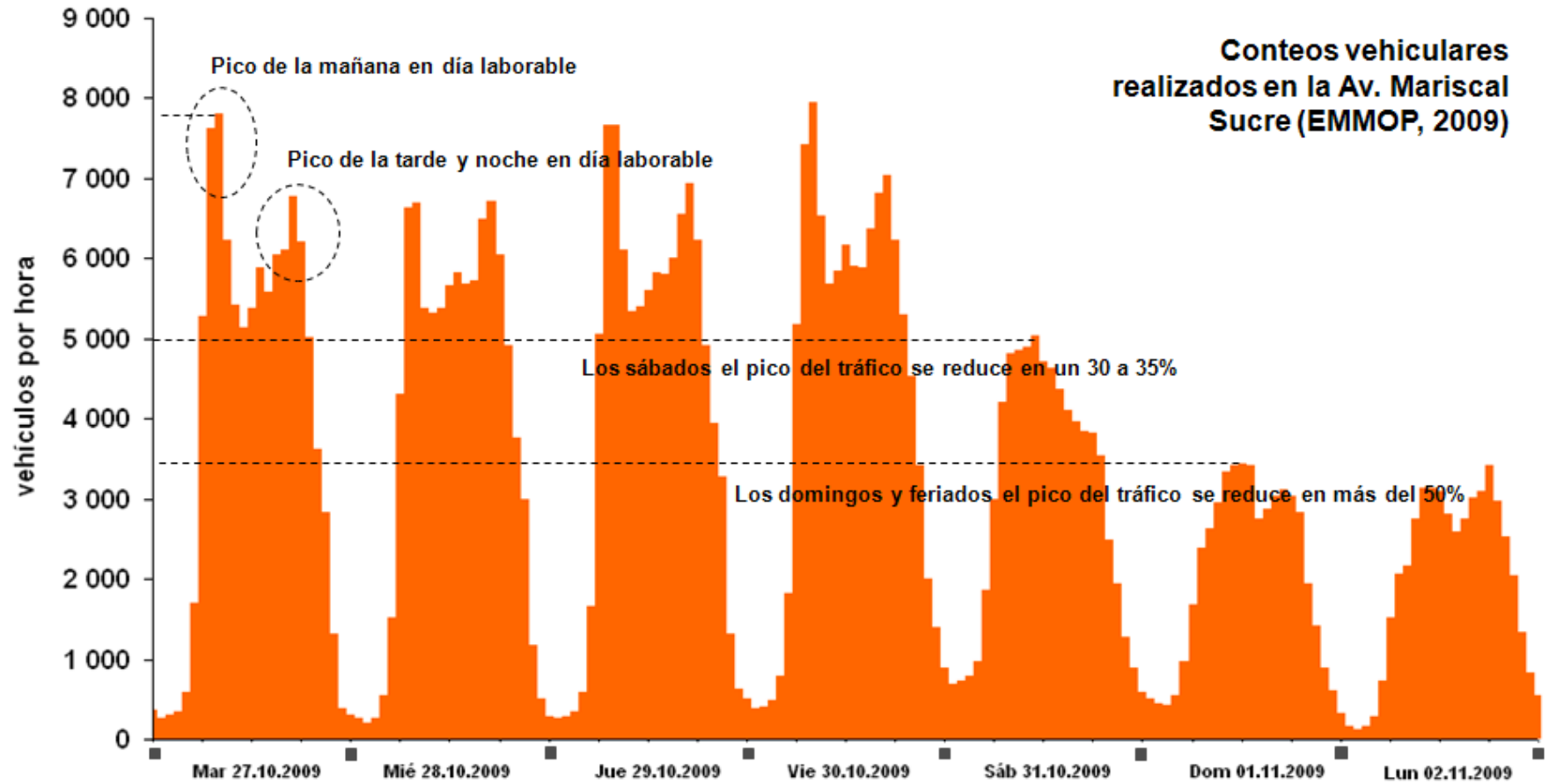
Anexo 11: Densidad de Tráfico en las Calles y Avenidas de la Ciudad de Quito



Anexo 12: Proyecciones de Tráfico de Quito para los Sigüientes Años



Anexo 13: Horarios de Mayor Tráfico en las Calles de Quito



Anexo 14: Velocidades de Circulación Sin Tráfico de Furgonetas hacia cada Punto de Venta

sin tráfico

Velocidad	CP	Tumbaco	Cumbayá	Gambeta	Jardín	Quicentro	Condado	El Recreo
CP	0	49	49	38	32	35	50	40
Tumbaco	49	0	50	38	47	44	35	45
Cumbayá	49	50	0	38	47	44	35	45
Gambeta	38	38	38	0	32	30	38	38
Jardín	32	47	47	32	0	30	38	40
Quicentro	35	44	44	32	30	0	38	38
Condado	50	35	35	38	38	38	0	40
El Recreo	40	45	45	38	40	38	40	0

Anexo 15: Velocidades de Circulación Con Tráfico de las Furgonetas hacia Cada Punto de Venta

con tráfico

Velocidad	CP	Tumbaco	Cumbayá	Gambeta	Jardín	Quicentro	Condado	El Recreo
CP	0	16	16	13	11	12	17	13
Tumbaco	25	0	17	13	16	15	12	15
Cumbayá	25	17	0	13	16	15	12	15
Gambeta	19	13	13	0	11	10	13	13
Jardín	16	16	16	11	0	10	13	13
Quicentro	17	15	15	11	10	0	13	13
Condado	25	12	12	13	13	13	0	13
El Recreo	20	15	15	13	13	13	13	0

Anexo 16: Tiempos de Recorrido en Horas Con y Sin Tráfico entre Puntos de Venta

con
tráfico

Tiempos	CP	Tumbaco	Cumbayá	Gambeta	Jardín	Quicentro	Condado	El Recreo
CP	0	1.08	0.92	0.14	0.07	0.17	0.57	0.60
Tumbaco	1.08	0	0.168	1.373684	1.085106	1.138636	1.7914	1.53333333
Cumbayá	0.92	0.17	0	1.152632	0.919149	0.947727	1.7657	1.34
Gambeta	0.14	1.37	1.152632	0	0.121875	0.065	0.6474	0.74210526
Jardín	0.07	1.09	0.919149	0.121875	0	0.17	0.7579	0.6075
Quicentro	0.17	1.14	0.947727	0.060938	0.17	0	0.6474	0.77368421
Condado	0.57	1.79	1.765714	0.647368	0.757895	0.647368	0	1.2825
El Recreo	0.60	1.53	1.34	0.742105	0.6075	0.773684	1.2825	0

sin tráfico

Tiempos	CP	Tumbaco	Cumbayá	Gambeta	Jardín	Quicentro	Condado	El Recreo
CP	0	0.36	0.31	0.05	0.02	0.06	0.19	0.20
Tumbaco	0.359183673	0	0.056	0.45789	0.362	0.37955	0.59714	0.51111
Cumbayá	0.306122449	0.056	0	0.38421	0.306	0.31591	0.58857	0.44667
Gambeta	0.047368421	0.45789	0.38421053	0	0.041	0.02167	0.21579	0.24737
Jardín	0.021875	0.3617	0.30638298	0.04063	0	0.05667	0.25263	0.2025
Quicentro	0.057142857	0.37955	0.31590909	0.02031	0.057	0	0.21579	0.25789
Condado	0.19	0.59714	0.58857143	0.21579	0.253	0.21579	0	0.4275
El Recreo	0.2	0.51111	0.44666667	0.24737	0.203	0.25789	0.4275	0

Anexo 17: Desarrollo del Heurístico de Inserción

Primer viaje:

1ER
VIAJE

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	21.20	7:37 AM	10:29:00 AM
Cumbayá	35.10	7:33 AM	9:46:00 AM
Gambeta	6.40	7:18 AM	8:47:00 AM
Jardín	57.33	7:19 AM	9:42:00 AM
Quicentro	24.14	7:25 AM	8:51:00 AM
Condado	27.26	7:49 AM	11:08:00 AM
El Recreo	21.13	7:51 AM	10:50:00 AM

α	0.9
$\mu=\lambda$	1
t. de carga	15

Paso 0: (Inicialización) La primera ruta es inicialmente $C1 = (0,i,0)$, donde i es el cliente con el horario de salida más temprano.

Paso 1: $C1 = (0,Gambeta,0)$ Demanda del viaje = 6.40

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	33.51091	G	0	-15.9109
Cumbayá	28.61289	G	0	-13.6129
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	3.584539	G	0	-2.88454
Quicentro	6.774026	G	0	-4.77403
Condado	17.81753	G	0	-8.31753
El Recreo	18.16	G	0	-10.16

Paso 2: Se ingresa el $f2$ máximo que corresponde al cliente Jardín

» Demanda del viaje = 63.73

Paso 1: $C1 = (0,Gambeta, Jardín,0) \rightarrow$ ruta actual del circuito

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	33.42369	J	G	-16.0237
Cumbayá	28.52499	J	G	-13.925
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-

Quicentro	8.955906	j	G	-8.30591
Condado	17.97834	J	G	-9.77834
El Recreo	18.70277	J	G	-9.30277

Paso 2: El f2 máximo corresponde al cliente Quicentro. Se lo incluirá en otra ruta por exceder la hora máxima de ventana de tiempo de 8:51 am

Hasta aquí, se tiene al circuito C3 = (0,Gambeta, Jardín, 0).

La longitud de este circuito es de 3.8 km. Este es el horario de la primera salida:

7:45 AM	Salida del CP
7:53 AM	Llegada a La Gambeta
8:08 AM	Fin de descarga en La Gambeta
8:15 AM	Llegada a El Jardín
8:49 AM	Fin de descarga en El Jardín
8:53 AM	Llegada al CP

Se cuenta con un espacio adicional en la furgoneta de 50.27 unidades de pastel

Este viaje cubrirá la primera salida de las furgonetas

Se reanuda otro recorrido con otra furgoneta

1ER VIAJE

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	21.20	7:37 AM	10:29:00 AM
Cumbayá	35.10	7:33 AM	9:46:00 AM
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	24.14	7:25 AM	8:51:00 AM
Condado	27.26	7:49 AM	11:08:00 AM
El Recreo	21.13	7:51 AM	10:50:00 AM

α	0.9
$\mu=\lambda$	1
t. de carga	15

Paso 0: (Inicialización) La primera ruta es inicialmente C1 = (0,i,0), donde i es el cliente con el horario de salida más temprano.

C2 =

Paso 1: (0,Quicentro,0) Demanda del viaje = 24.14

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	32.67448	Q	0	15.0745
Cumbayá	27.77947	Q	0	12.7795
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	17.23459	Q	0	7.73459
El Recreo	18.34023	Q	0	10.3402

Paso 2: Se ingresa el f2 máximo que corresponde al cliente Condado

» Demanda del viaje = 51.40

Paso 1: C1 = (0,Quicentro, Condado,0) → ruta actual del circuito

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	30.08827	C	Q	13.3883
Cumbayá	27.27661	C	Q	13.3766
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-
El Recreo	20.97088	C	Q	11.1709

Paso 2: El f2 máximo corresponde al cliente El Recreo. Se lo incluirá en otra ruta por exceder la hora máxima de ventana de tiempo de 10:50 am

Hasta aquí, se tiene al circuito C3 = (0,Gambeta, Jardín, 0).

La longitud de este circuito es de 19.7 km. Este es el horario de la segunda salida:

8:00 AM	Salida del CP
8:10 AM	Llegada a El Quicentro
9:30 AM	Fin de descarga en El Quicentro
9:43 AM	Llegada a El Condado
10:13 AM	Fin de descarga en El Condado
10:25 AM	Llegada al CP

Se cuenta con un espacio adicional en la furgoneta de 62.6 unidades de pastel

Este viaje cubrirá la segunda salida de las furgonetas

Se reanuda otro recorrido con otra furgoneta

1ER VIAJE

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	21.20	7:37 AM	10:29:00 AM
Cumbayá	35.10	7:33 AM	9:46:00 AM
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	-	-	-
Condado	-	-	-
El Recreo	21.13	7:51 AM	10:50:00 AM

α	0.9
$\mu=\lambda$	1
t. de carga	15

Paso 0: (Inicialización) La primera ruta es inicialmente $C1 = (0,i,0)$, donde i es el cliente con el horario de salida más temprano.

Paso 1: $C2 = (0,Cumbayá,0)$ Demanda del viaje = 35.10

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	8.292718	CU	0	9.307282
Cumbayá	-	-	-	-
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-
El Recreo	15.29216	CU	0	-7.29216

Paso 2: Se ingresa el $f2$ máximo que corresponde al cliente Tumbaco

» Demanda del viaje = 56.30

Paso 1: $C1 = (0,Cumbayá, Tumbaco,0) \rightarrow$ ruta actual del circuito

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	-	-	-	-
Cumbayá	-	-	-	-

Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-
El Recreo	20.97088	T	CU	-0.87088

Paso 2: El f2 máximo corresponde al cliente El Recreo. Se lo incluirá en otra ruta por exceder la hora máxima de ventana de tiempo de 10:50 am

Hasta aquí, se tiene al circuito C3 = (0,Gambeta, Jardín, 0).

La longitud de este circuito es de 35.4 km. Este es el horario de la tercera salida:

8:15 AM	Salida del CP
9:10 AM	Llegada a Cumbayá
9:44 AM	Fin de descarga en Cumbayá
9:47 AM	Llegada a Tumbaco
10:13 AM	Fin de descarga en Tumbaco
10:35 AM	Llegada al CP

Se cuenta con un espacio adicional en la furgoneta de 57.7 unidades de pastel

Este viaje cubrirá la tercera salida de las furgonetas

Se reanuda otro recorrido con otra furgoneta

2DO

VIAJE

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	13.61	10:54	12:50
Cumbayá	23.64	10:08	12:37
Gambeta	6.22	9:55	12:36
Jardín	49.95	9:02	10:04
Quicentro	34.96	9:47	11:29
Condado	24.04	9:59	13:13
El Recreo	12.88	9:30	13:24

3er viaje

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	12.50	12:47	16:00
Cumbayá	22.61	12:19	15:41
Gambeta	5.69	12:37	14:31
Jardín	49.67	9:24	13:27

Quicentro	34.62	11:05	14:34
Condado	23.87	11:53	15:53
Recreo	2.72	10:43	16:32

α	0.9
$\mu=\lambda$	1
t. de carga	15

Paso 0: (Inicialización) La primera ruta es inicialmente $C1 = (0,i,0)$, donde i es el cliente con el horario de salida más temprano.

Paso 1: $C2 = (0,Jardín,0)$ Demanda del viaje = 49.95

1er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	-	-	-	-
Cumbayá	-	-	-	-
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-
El Recreo	17.97419	J	0	9.97419

2do viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	34.1197	J	0	16.5197
Cumbayá	29.40719	J	0	14.4072
Gambeta	4.679836	J	0	2.87984
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	10.72758	J	0	8.72758
Condado	19.68623	J	0	10.1862
El Recreo	17.97419	J	0	9.97419

3er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	34.1197	J	0	16.5197
Cumbayá	29.39661	J	0	14.3966
Gambeta	5.529398	J	0	-3.7294
Jardín	3.346563	-	-	-

				2.64656
Quicentro	6.134143	J	0	4.13414
Condado	20.09279	J	0	10.5928
El Recreo	17.38075	J	0	9.38075

Paso 2: Se ingresa el f2 máximo que corresponde al cliente Jardín en su tercer viaje

» Demanda del viaje = 99.62

Paso 1: C1 = (0,Jardín,0) → ruta actual del circuito

1er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	-	-	-	-
Cumbayá	-	-	-	-
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-
El Recreo	17.39806	J	0	9.39806

2do viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	33.9799	J	0	16.3799
Cumbayá	29.28906	J	0	14.2891
Gambeta	3.666612	J	0	1.86661
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	6.109193	J	0	4.10919
Condado	19.20208	J	0	9.70208
El Recreo	17.29806	J	0	9.29806

Paso 2: Se ingresa el f2 máximo que corresponde al cliente Gambeta en su segundo viaje

» Demanda del viaje = 105.84

Hasta aquí, se tiene al circuito C4= (0,Jardín, Gambeta, 0).

Se cuenta con un espacio adicional en la furgoneta de 8.16 unidades de pastel

Cualquier otra demanda de otro local excedería la capacidad disponible

La longitud de este circuito es de 2.7 km. Este es el horario de la cuarta salida:

8:30 AM Salida del CP
 8:34 AM Llegada a El Jardín
 9:42 AM Fin de descarga en El Jardín
 9:45 AM Llegada a Gambeta
 10:10 AM Fin de descarga en Gambeta
 10:13 AM Llegada al CP

Se reanuda otro recorrido con otra furgoneta

Segundo Viaje:

1ER VIAJE

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	-	-	-
Cumbayá	-	-	-
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	-	-	-
Condado	-	-	-
El Recreo	21.13	7:51 AM	10:50:00 AM

2DO VIAJE

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	13.61	10:54	12:50
Cumbayá	23.64	10:08	12:37
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	34.96	9:47	11:29
Condado	24.04	9:59	13:13
El Recreo	12.88	9:30	13:24

3er viaje

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	12.50	12:47	16:00
Cumbayá	22.61	12:19	15:41
Gambeta	5.69	12:37	14:31
Jardín	-	-	-
Quicentro	34.62	11:05	14:34
Condado	23.87	11:53	15:53
Recreo	2.72	10:43	16:32

α	0.9
$\mu=\lambda$	1
t. de carga	30

Paso 0: (Inicialización) La primera ruta es inicialmente $C1 = (0,i,0)$, donde i es el cliente con el horario de salida más temprano.

Paso 1: $C2 = (0,Recreo,0)$ Demanda del viaje = 21.13

1er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	-	-	-	-
Cumbayá	-	-	-	-
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-
El Recreo	-	-	-	-

2do viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	32.807029	R	0	15.2070295
Cumbayá	27.845279	R	0	12.8452789
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	11.431504	R	0	9.43150376
Condado	19.38175	R	0	-9.88175
El Recreo	4.4	R	0	3.6

Se ingresa el $f2$ máximo que corresponde al cliente Recreo en su segundo viaje

Paso 2:

» Demanda del viaje = 34.01

Paso 1: $C1 = (0, \text{Recreo}, 0) \rightarrow$ ruta actual del circuito

1er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	-	-	-	-
Cumbayá	-	-	-	-
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-
El Recreo	-	-	-	-

2do viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	26.6	R	0	-9
Cumbayá	21.4	R	0	-6.4
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-4.3	R	0	6.3
Condado	11.1	R	0	-1.6
El Recreo	-	-	-	-

Paso 2: El f2 máximo corresponde al cliente Quicentro. Se lo incluirá en otra ruta por exceder la hora máxima de ventana de tiempo de 11:29 am

Hasta aquí, se tiene al circuito $C5 = (0, \text{Recreo}, 0)$.

Se cuenta con un espacio adicional en la furgoneta de 79.99 unidades de pastel

La longitud de este circuito es de 16 km. Este es el horario de la quinta salida:

9:30 AM	Salida del CP
9:42 AM	Llegada a El Recreo
10:52 AM	Fin de descarga en El Recreo
11:04 AM	Llegada al CP

Se reanuda otro recorrido con otra furgoneta

1ER VIAJE

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	-	-	-
Cumbayá	-	-	-
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-

Quicentro	-	-	-
Condado	-	-	-
El Recreo	-	-	-

2DO
VIAJE

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	13.61	10:54	12:50
Cumbayá	23.64	10:08	12:37
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	34.96	9:47	11:29
Condado	24.04	9:59	13:13
El Recreo	-	-	-

3er viaje

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	12.50	12:47	16:00
Cumbayá	22.61	12:19	15:41
Gambeta	5.69	12:37	14:31
Jardín	-	-	-
Quicentro	34.62	11:05	14:34
Condado	23.87	11:53	15:53
Recreo	2.72	10:43	16:32

α	0.9
$\mu=\lambda$	1
t. de carga	30

Paso 0: (Inicialización) La primera ruta es inicialmente $C1 = (0,i,0)$, donde i es el cliente con el horario de salida más temprano.

Paso 1: $C2 = (0,Quicentro,0)$ Demanda del viaje = 34.96

1er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	-	-	-	-
Cumbayá	-	-	-	-
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-

El Recreo	-	-	-	-
-----------	---	---	---	---

2do viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	32.151315	Q	0	14.5513152
Cumbayá	27.266279	Q	0	12.2662789
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	24.20175	Q	0	-14.70175
El Recreo	-	-	-	-

Paso 2: Se ingresa el f2 máximo que corresponde al cliente Cumbayá en su segundo viaje

» Demanda del viaje = 58.61

Paso 1: C1 = (0,Quicentro, Cumbayá,0) → ruta actual del circuito

2do viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	5.6	R	0	11.1
Cumbayá	-	-	-	-
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	14.9	R	0	-6.7
El Recreo	-	-	-	-

Paso 2: Se ingresa el f2 máximo que corresponde al cliente Tumbaco en su segundo viaje

» Demanda del viaje = 72.22

Hasta aquí, se tiene al circuito C6 = (0,Quicentro, Cumbayá,Tumbaco,0).

Se cuenta con un espacio adicional en la furgoneta de 41.78 unidades de pastel

La longitud de este circuito es de 36.3 km. Este es el horario de la sexta salida:

10:45 AM	Salida del CP
10:49 AM	Llegada a Quicentro
11:29 AM	Fin de descarga en Quicentro
11:48 AM	Llegada a Cumbayá
12:18 PM	Fin de descarga en Cumbayá

12:21 PM	Llegada a Tumbaco
12:50 PM	Fin de descarga en Tumbaco
1:12 PM	Llegada al CP

Al final de este circuito el chofer tendrá su almuerzo

Se reanuda otro recorrido con otra furgoneta

α	0.9
$\mu=\lambda$	1
t. de carga	30

Paso 0: (Inicialización) La primera ruta es inicialmente $C1 = (0,i,0)$, donde i es el cliente con el horario de salida más temprano.

Paso 1: $C2 = (0,Condado,0)$ Demanda del viaje = 24.04

2do viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	-	-	-	-
Cumbayá	-	-	-	-
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-
El Recreo	-	-	-	-

3er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	29.176633	C	0	11.5766327
Cumbayá	26.560469	C	0	11.5604694
Gambeta	1.9573158	C	0	0.15731579
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	4.6382932	C	0	2.63829323
Condado	2.9	C	0	6.6
El Recreo	17.08375	C	0	-9.08375

Paso 2: Se ingresa el f2 máximo que corresponde al cliente Condado en su tercer viaje

» Demanda del viaje = 47.91

Paso 1: $C1 = (0, \text{Condado}, 0) \rightarrow$ ruta actual del circuito

3er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	29.176633	C	0	-
Cumbayá	26.560469	C	0	-
Gambeta	1.9573158	C	0	0.15731579
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	4.6382932	C	0	2.63829323
Condado	-	-	-	-
El Recreo	17.08375	C	0	-9.08375

Paso 2: Se ingresa el f2 máximo que corresponde al cliente Gambeta en su tercer viaje

» Demanda del viaje = 53.60

Paso 1: $C1 = (0, \text{Condado}, \text{Gambeta}, 0) \rightarrow$ ruta actual del circuito

3er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	30.173925	G	C	9.27392481
Cumbayá	27.375699	G	C	7.62430075
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	4.5870313	G	C	3.61296875
Condado	-	-	-	-
El Recreo	19.515908	G	C	2.41590789

Paso 2: El f2 máximo corresponde al cliente Cumbayá. Se lo incluirá en otra ruta por no tener lista aún la producción para las 12:19 am

Hasta aquí, se tiene al circuito $C7 = (0, \text{Condado}, \text{Gambeta}, 0)$.

Se cuenta con un espacio adicional en la furgoneta de 60.4 unidades de pastel

La longitud de este circuito es de 19.5 km. Este es el horario de la séptima salida:

11:00 AM	Salida del CP
11:12 AM	Llegada a Condado
12:04 AM	Fin de descarga en Condado

12:17 AM Llegada a Gambeta
 12:32 PM Fin de descarga en Gambeta
 12:35 PM Llegada al CP

Al final de este circuito el chofer tendrá su almuerzo

Se reanuda otro recorrido con otra furgoneta

**1ER
 VIAJE**

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	-	-	-
Cumbayá	-	-	-
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	-	-	-
Condado	-	-	-
El Recreo	-	-	-

**2DO
 VIAJE**

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	-	-	-
Cumbayá	-	-	-
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	-	-	-
Condado	-	-	-
El Recreo	-	-	-

3er viaje

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	12.50	12:47	16:00
Cumbayá	22.61	12:19	15:41
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	34.62	11:00	14:34
Condado	-	-	-
Recreo	2.72	10:43	16:32

α	0.9
$\mu=\lambda$	1
t. de carga	30

Paso 0: (Inicialización) La primera ruta es inicialmente $C1 = (0,i,0)$, donde i es el cliente con el horario de salida más temprano.

Paso 1: $C2 = (0,Quicentro,0)$ Demanda del viaje = 34.62

3er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	33.579901	C	0	-15.9799011
Cumbayá	28.889063	C	0	-13.889063
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-
El Recreo	16.903076	C	0	-8.90307566

Se ingresa el $f2$ máximo que corresponde al cliente Quicentro en su tercer

Paso 2: viaje

» Demanda del viaje = 37.35

Hasta aquí, se tiene al circuito $C8 = (0,Jardín, Quicentro,0)$.

Se cuenta con un espacio adicional en la furgoneta de 76.65 unidades de pastel

La longitud de este circuito es de 19.8 km. Este es el horario de la octava salida:

11:00 AM	Salida del CP
11:04 AM	Llegada a Quicentro
11:44 AM	Fin de descarga en Quicentro
12:00 PM	Llegada a Recreo
12:30 PM	Fin de descarga en Recreo
12:42 PM	Llegada al CP

Al final de este circuito el chofer tendrá su almuerzo

Se reanuda otro recorrido con otra furgoneta

Tercer Viaje:

1ER VIAJE

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	-	-	-
Cumbayá	-	-	-
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	-	-	-
Condado	-	-	-
El Recreo	-	-	-

2DO VIAJE

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	-	-	-
Cumbayá	-	-	-
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	-	-	-
Condado	-	-	-
El Recreo	-	-	-

3er viaje

Cliente	Demanda	Ventana de Tiempo	
Tumbaco	12.50	12:47	16:00
Cumbayá	22.61	12:19	15:41
Gambeta	-	-	-
Jardín	-	-	-
Quicentro	-	-	-
Condado	-	-	-
Recreo	-	-	-

α	0.9
$\mu=\lambda$	1
t. de carga	30

Paso 0: (Inicialización) La primera ruta es inicialmente $C1 = (0,i,0)$, donde i es el cliente con el horario de salida más temprano.

Paso 1: $C2 = (0,Cumbayá,0)$ Demanda del viaje = 22.61

3er viaje

u	f1(i,u,j)	i(u)	j(u)	f2(i,u,j)
Tumbaco	7.87090612	C	0	9.72909388
Cumbayá	-	-	-	-
Gambeta	-	-	-	-
Jardín	-	-	-	-
Quicentro	-	-	-	-
Condado	-	-	-	-
El Recreo	-	-	-	-

Paso 2: Se ingresa el f2 máximo que corresponde al cliente Tumbaco en su tercer viaje

» Demanda del viaje = 35.10

Hasta aquí, se tiene al circuito $C9 = (0, \text{Cumbayá}, \text{Tumbaco}, 0)$.

Se cuenta con un espacio adicional en la furgoneta de 78.9 unidades de pastel

La longitud de este circuito es de 16.8 km. Este es el horario de la novena salida:

11:30 AM	Salida del CP
11:48 AM	Llegada a Cumbayá
12:18 AM	Fin de descarga en Cumbayá
12:22 PM	Llegada a Tumbaco
12:52 PM	Fin de descarga en Tumbaco
1:14 PM	Llegada al CP

Al final de este circuito el chofer tendrá su almuerzo

Se reanuda otro recorrido con otra furgoneta

Anexo 18: Desarrollo del Modelo de Asignación Choferes-Días-Furgonetas.

						Función Objetivo	\$ 226.42									
	1	2	3	4	5	Total Choferes por Día	<=	Choferes Necesarios		1	2	3	4	5	Horas trabajadas	
Lunes 1	0	0	1	0	0	1	<=	1		Lunes 1	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Lunes 2	0	0	0	0	1	1	<=	1		Lunes 2	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Lunes 3	0	1	0	0	0	1	<=	1		Lunes 3	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Lunes 4	1	0	0	0	0	1	<=	1		Lunes 4	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Martes 1	0	0	0	1	0	1	<=	1		Martes 1	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Martes 2	0	0	0	0	1	1	<=	1		Martes 2	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Martes 3	0	0	1	0	0	1	<=	1		Martes 3	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Martes 4	1	0	0	0	0	1	<=	1		Martes 4	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Miercoles 1	0	0	0	0	1	1	<=	1		Miercoles 1	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Miercoles 2	0	1	0	0	0	1	<=	1		Miercoles 2	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Miercoles 3	0	0	0	1	0	1	<=	1		Miercoles 3	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Miercoles 4	1	0	0	0	0	1	<=	1		Miercoles 4	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Jueves 1	0	0	0	0	1	1	<=	1		Jueves 1	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Jueves 2	0	1	0	0	0	1	<=	1		Jueves 2	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8
Jueves 3	0	0	0	1	0	1	<=	1		Jueves 3	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	\$ 8.67	8

Anexo 19: Diagrama de Gantt para el Plan de Implementación de las Propuestas de Mejora en Hansel y Gretel

