

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Pregrado

**Propuesta del diseño del sistema de producción, layout de la planta y logística
de distribución de leche pasteurizada para la comunidad agrícola de San
Agustín de Callo.**

**María Gabriela Baldeón Calisto
Gabriela Alejandra Moreno Valle**

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

Quito, 21 de Mayo del 2012

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio Politécnico**

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**Propuesta del diseño del sistema de producción, layout de la planta y logística
de distribución de leche pasteurizada para la comunidad agrícola de San
Agustín de Callo.**

María Gabriela Baldeón Calisto
Gabriela Alejandra Moreno Valle

Daniel Merchán, M.Sc.
Director de la Tesis y
Miembro del Comité de Tesis

.....

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

.....

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

.....

Santiago Gangotena Nombre, Ph.D.
Decano del Colegio Politécnico

.....

Quito, 21 de Mayo del 2012

©Derechos de Autor

María Gabriela Baldeón Calisto
Gabriela Alejandra Moreno Valle
2012

DEDICATORIA

Les dedico esta tesis a mis padres quienes han estado a mi lado durante todas las etapas de mi vida para apoyarme y brindarme todo el amor y comprensión que he necesitado. Les agradezco por guiarme y en especial por mostrarme el verdadero significado de la vida. Quisiera también dedicarle a mi enamorado que me acompañó con mucho amor en toda esta carrera estudiantil. Por todos los enormes favores que me ha hecho y por darme las fuerzas para continuar hasta el final.

Gabriela Baldeón

Quiero dedicar esta tesis en primer lugar a Mónica y Xavier, mis padres, porque gracias a ellos me he convertido en la persona que soy. Por estar en cada etapa de mi vida, por ser mis compañeros y mi apoyo constante. Por compartir todos los éxitos y darme fuerza para no rendirme en los fracasos. Porque nunca dejaron de creer en mí y con su enorme esfuerzo, entrega y sacrificio hicieron posible cada uno de mis logros. Por enseñarme que la vida no es fácil, pero siempre existe un camino correcto.

A Santiago, mi hermano, quien me mostró que la única limitación es uno mismo y que siempre puedo alcanzar mis metas. Quien con su enorme amor y comprensión ha estado junto a mí en cada momento para apoyarme, ayudarme e inspirarme. Siendo un gran amigo incondicional, confidente y la luz que alumbra mi vida.

A David, por convertirse en una persona muy especial y quien con amor, paciencia y dedicación, me acompañó en la culminación de mi carrera profesional. Dándome la confianza y fuerzas necesarias para no dejar de creer en mí y llegar hasta el final. Enseñándome que lo imposible no existe, sólo toma más tiempo.

Gabriela Moreno

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres por hacer posible la obtención de este logro. A mi hermano por su apoyo y compañía. A David por su ayuda incondicional y a todos los amigos y familiares que estuvieron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A la Universidad San Francisco por darme la oportunidad de estudiar en una institución de gran prestigio y con una ideología diferente.

A Daniel Merchán, director de tesis, profesor y amigo; por brindarnos todo su apoyo y conocimientos en el transcurso de toda la carrera y guiarnos sabiamente en la realización de este documento.

Finalmente a la Comunidad de San Agustín de Callo, por abrirnos sus puertas y brindarnos toda la colaboración para hacer posible la realización de este proyecto.

Gabriela Moreno

RESUMEN

La presente tesis se realiza en la asociación de lecheros de la Comunidad de San Agustín de Callo (CEDECO), ubicada en la provincia de Cotopaxi. CEDECO actualmente se dedica a la producción primaria de leche y venta de la misma a las pasteurizadoras locales. Sin embargo, está buscando volverse un productor integrado de leche pasteurizada. En base a estas necesidades, el objetivo del proyecto es aplicar herramientas técnicas para el diseño del proceso de producción, planta de pasteurización y distribución para la Comunidad de San Agustín de Callo. Para ello, se comienza por hacer una descripción de la situación social de la provincia de Cotopaxi y un análisis estadístico de la cantidad de leche suministrada por la comunidad. Posteriormente se analiza la capacidad ideal para la planta de producción basada en pronósticos del suministro máximo, demanda y costos. Con estas bases se propone un sistema de producción y layout de la planta de pasteurización. Finalmente, se hace un estudio de mercado a los minoristas de Latacunga y Lasso para generar una ruta de distribución con la utilización del modelo del agente viajero.

ABSTRACT

The thesis is carried out in the milk association of the Community of San Agustín de Callo, named as CEDECO, located in the province of Cotopaxi. CEDECO is currently engaged in the primary production and commercialization of milk to local pasteurization plants. However, it is seeking to become an integrated producer of pasteurized milk. Based on these premise, the project aims to implement technical tools to design the production process, pasteurization plant and distribution system for the Community of San Agustín de Callo. In order to achieve the objective, the project starts by giving a description of the social situation of Cotopaxi and a statistical analysis of the quantity of milk supplied by the community. Then, an analysis of the ideal capacity for the production system is presented taking in consideration the maximum quantity of milk supplied, potential demand and costs. On this basis, a production system and pasteurization layout is proposed. Finally, a market research is done in Latacunga and Lasso to generate a distribution route with the use of the travelling salesman problem.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN	2
1.1 Descripción de la Empresa	3
1.2 Justificación e Importancia	5
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo Final	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
CAPITULO 2.-MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN LITERIA	7
2.1 Marco Teórico.....	7
2.1.1 Cadena de Suministro	7
2.1.2 Planificación de las Instalaciones.....	9
2.1.3 Planificación de la Distribución	13
2.1.4 Manufactura Esbelta.....	15
2.1.5 El Análisis del Punto de Equilibrio.....	16
2.1.6 Cálculo del Tamaño de la Muestra.....	17
2.2 Revisión literaria	19
2.2.1 Base de la Pirámide.....	19
2.2.2. Diseño de instalaciones	22
2.2.3.Diseño del sistema de distribución.....	23
2.2.4. Manufactura Esbelta.....	24
CAPÍTULO 3.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE COTOPAXI	26
3.1. Cotopaxi	27
3.2. Latacunga	31
CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DEL SUMINISTRO DE LECHE DE LA COMUNIDAD DE SAN AGUSTÍN DE CALLO.	33
4.1 Cantidad de Leche Suministrada.....	33
4.1.1 Análisis de Varianza entre las Quincenas de Mayo a Septiembre	35
4.1.2 Análisis de Varianza entre las Quincenas de Octubre a Enero	39
4.1.3 Cantidad Leche Suministrada	43
4.1.4 Litros de Leche Entregados por cada Socio	44
4.2 Porcentaje de leche entregada en cada horario	44

4.2.1 Prueba T pareada para el porcentaje de leche entregada en cada turno.	45
4.2.2 Conclusiones	46
4.3 Suministro Futuro	46
4.3.1 Pronóstico de la cantidad de leche suministrada en base a número total de socios.47	
4.3.2 Pronóstico de la cantidad de leche suministrada en base a número activo de socios.	49
4.3.3 Pronóstico de la cantidad de leche suministrada en base al número de vacas en San Agustín.	51
4.3.4 Conclusiones	52
CAPÍTULO 5.- ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD	54
5.1 Demanda	54
5.2 Cantidad de Materia Prima.....	54
5.3 Capacidad Económica.....	54
5.3.1 Sistema de Producción Seleccionado.....	64
5.4 Capacidad Escogida	69
CAPÍTULO 6.- DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	70
6.1 Sistema de Producción Actual	70
6.1 Diseño del producto	70
6.1.1Características de la leche cruda	71
6.1.2 Leche Pasteurizada.....	72
6.2 Diseño de sistemas de producción	73
6.3 Flujo	74
6.4 Espacio	74
6.5 Tiempo de producción.....	75
6.6 Procesos de producción de leche pasteurizada.....	75
6.7. Diseño de la planta de producción	76
6.7.1. Definición de áreas.....	76
6.7.2. Determinación del flujo.....	76
6.7.3 Relaciones de las actividades	78
6.7.4 Requerimiento de espacio	80
6.8. Aplicación de algoritmos: Diseño de cada una de las zonas la planta	81

6.8.1. Procedimiento de planificación sistemática de la disposición (SLP).....	82
6.8.2. Método de Construcción el bloque	85
6.9. Propuesta del sistema de manejo de materiales	88
6.9.1. Traslado de materiales.....	88
6.9.2. Tiempo y Frecuencia de Traslado	88
6.9.3 Personal Encargado del Manejo de Materiales	90
6.9.4 Equipo de manejo de materiales	91
6.10. Requerimientos del Personal.....	96
6.10.1 Baños.....	96
6.10.2. Almacenamiento de efectos personales para empleados	96
6.11. Herramienta 5S's.....	97
6.11.1. FASE I: Implementación de la herramienta de las 5'Ss en las instalaciones actuales de CEDECO	97
6.11.2 Identificación de Oportunidades de mejora	103
6.11.3 Análisis de Oportunidades de mejora	104
6.11.4 Descripción del proceso de abordaje de para la implementación de 5s.....	110
6.11.5. Análisis de las mejoras implementadas.....	114
6.11.6.-FASE II: Propuesta de implementación de la herramienta 5'Ss en la planta pasteurizadora de leche	118
CAPITULO 7.- DISTRIBUCIÓN	120
7.1 Análisis de la Demanda.....	121
7.1.1 Estudio de Mercado de la Ciudad de Latacunga.....	121
7.1.2. Estudio de Mercado de la Ciudad de Lasso	123
7.1.3 Demanda Potencial.....	125
7.2 Definición de la Ruta de Distribución.....	125
7.2.1 Mapa de las Localidades	125
7.2.2 Modelo de Distribución.....	126
7.3 Costos de Distribución	133
7.3.1. Opción 1 de distribución	133
7.3.2. Opción 2 de distribución	135
7.3.4 Conclusiones	135

8. Conclusiones	137
9. Recomendaciones.....	141
10. Referencias.....	142
11. ANEXOS	148
ANEXO 1. Litros Totales Suministrados.....	148
ANEXO 2. Cantidad de Litros Suministrados Diariamente.	149
ANEXO 3. Registro de la Cantidad de Leche Entregada por Socio.....	150
ANEXO 4. Porcentaje de leche suministrada en cada horario.....	151
ANEXO 5. Encuesta piloto realizada a socios de CEDECO y resultados.....	152
ANEXO 6. Encuesta final realizada a socios de CEDECO y resultados.....	154
ANEXO 7. Costos de Importación de Equipo Milk-Pro.....	159
ANEXO 8. Costos variables del sistema de Producción	164
ANEXO 9. Flujograma del proceso actual	165
ANEXO 10. Pruebas Químicas para la leche cruda.....	166
Anexo 11. Pruebas Químicas para la leche pasteurizada.....	169
ANEXO 12. Levantamiento del proceso de producción de leche pasteurizada en CEDECO	171
ANEXO 13. Procedimiento para la producción de leche pasteurizada	175
ANEXO 14. Determinación del área de despacho.....	178
ANEXO 15: Tabla Desde- Hacia del flujo de leche en CEDECO	179
ANEXO 16: Evaluación de la eficiencia	180
Anexo 17.- Cálculo de la eficiencia del Método de Construcción en bloque	181
ANEXO 18.- Manejo de Materiales.....	182
ANEXO 19.- Dimensiones de los baños.....	184
ANEXO 20. Lockers de almacenamiento de objetos personales.....	186
ANEXO 21. Requisitos de los Dispositivos Informativos Visuales	188
ANEXO 22.- Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (Ministerio del Trabajo y Empleo, 2000).	188
Anexo 23. Fotos de la aplicación de las 5's.....	190
ANEXO 25: Mapas de las Ciudades.....	193
ANEXO 26. Matriz de Distancia	193

ANEXO 27.Solución del Problema del Agente Viajero con Restricción Relajada.....	196
ANEXO 28: Iteraciones para la heurística de Corrección en Lasso	197
ANEXO 29: Iteraciones para la heurística de Corrección en Latacunga.....	199
ANEXO 30. Iteración Final para la distribución entre Lasso y Latacunga	204
ANEXO 31.-Furgón Refrigerado para camioneta	205

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cantones de Cotopaxi.....	27
Figura 2. Parroquias de Latacunga	31
Figura 3. Litros de leche totales entregados por mes.....	34
Figura 4. Litros totales entregados por quincena.....	34
Figura 5. Análisis de varianza para las quincenas de mayo a septiembre.	35
Figura 6. Análisis de medias para las quincenas de mayo a septiembre.....	37
Figura 7. Graficas de residuos para la prueba de Anova de cantidad de leche entregada en las quincenas de julio a septiembre.	39
Figura 8. Análisis de varianza para las quincenas de octubre a enero.	40
Figura 9. Análisis de medias para las quincenas de octubre a enero.	41
Figura 10. Gráficas de residuos de la prueba de Anova para la cantidad de la leche entregada en las quincenas de octubre a enero.	43
Figura 11. Promedio del porcentaje diario de leche entregada en el turno de la mañana.	45
Figura 12. Prueba T pareada para el porcentaje de leche entregado en cada turno.	46
Figura 13. Análisis de correlación entre miembros totales y litros diarios promedios.	48
Figura 14. Regresión para la cantidad miembros totales y los litros diarios promedio.	50
Figura 15. Análisis de correlación entre miembros totales y litros diarios promedio.	50
Figura 16. Regresión para la cantidad miembros activos y los litros diarios promedio.	50
Figura 17. Determinación de costo por litro de leche.	59
Figura 18. Deducción de Costos de Producción por de Litro de Leche en Sistema de 1000 l/diarios	60
Figura 19. Deducción de costos de producción por de litro de leche en sistema de 1500 l/diarios...	61
Figura 20. Deducción de costos de producción por litro de leche en sistema de 2500 l/diarios.....	62
Figura 21. Cálculo de ganancias totales por sistema de pasteurización.....	64
Figura 22. Cálculo y gráfica de punto de equilibrio para el sistema de 1000 litros/diarios.....	67
Figura 23. Cálculo y gráfica del punto de equilibrio para el sistema de 1500 litros/diarios.....	68
Figura 24. Cálculo y gráfica del punto de equilibrio para el sistema de 2500 litros/diarios.....	68
Figura 25. Diagrama de relaciones	82
Figura 26. Diagrama de relaciones de espacio.....	83
Figura 27. Disposición en bloques.....	84
Figura 28. Layout en bloque	86
Figura 29. Plano propuesto de la planta de pasteurización de CEDECO.	87
Figura 30. Programación diaria de producción.....	90
Figura 31. Balde plástico con tapa.....	91
Figura 32. Decalitro actual de CEDECO	92
Figura 33. Carrito mesa y sus dimensiones en función del trabajador.	92
Figura 34. Canastas de Acero Inoxidable para el sistema Milk Pro	93
Figura 35. Tanque de pasteurización del sistema Milk pro	93
Figura 36. Carretilla con plataforma.....	94
Figura 37. Kaveta Plástica	94
Figura 38. Áreas de objetos personales.	98
Figura 39. Laboratorio de control de calidad.....	99
Figura 40. Laboratorio de control de calidad.....	100
Figura 41. Área de recepción.....	101

Figura 42. Área de recepción.....	101
Figura 43. Bodega.....	102
Figura 44. Bodega.....	102
Figura 45. Zona de fabricación de quesos artesanales.....	103
Figura 46. Tabla de relaciones.....	105
Figura 47. Cálculo de la eficiencia actual.....	106
Figura 48. Diagrama de flujo inicial.....	107
Figura 49. Diagrama de Spaguetti de la situación actual de CEDECO.....	108
Figura 50. Diagrama de Causa-Efecto para determinar las causas de contaminación.....	110
Figura 51. Criterios para la clasificación de materiales.....	111
Figura 52. Diagrama de Spaguetti del flujo actual de CEDECO.....	114
Figura 53. Diagrama de flujo actual.....	115
Figura 54. Resultados estadísticos de la cantidad de leche vendida por una tienda.....	122
Figura 55. Resultados estadísticos de la cantidad de leche vendida por una tienda.....	124
Figura 56. Sub-circuito 2.....	128
Figura 57. Solución obtenida para la distribución en Lasso.....	130
Figura 58. Solución obtenida para la distribución en Latacunga.....	131
Figura 59. Gráfica de la solución final para la trayectoria de distribución de leche.....	132
Figura 60. Resumen para cantidad de litros suministrados diariamente.....	149
Figura 61. Resumen estadístico de la cantidad de litros diarios ordeñados por vaca.....	158
Figura 62. Cotización de bolsas para pasteurización de leche.....	164
Figura 63. Nivel 0 del proceso de producción de la leche pasteurizada en CEDECO.....	171
Figura 64. Nivel 1 del proceso de producción de la leche pasteurizada en CEDECO.....	172
Figura 65. Nivel 2 del proceso de producción de leche pasteurizada de CEDECO.....	173
Figura 66. Nivel 3 del proceso de producción de la leche pasteurizada en CEDECO.....	174
Figura 67. Disposición de las Kavetas en el área de despacho.....	178
Figura 68. Disposición de los baños luego de redistribuirlos en base a los requerimientos reales..	184
Figura 69: Disposición de los baños graficado en Microsoft Visio ® con la orientación del layout propuesto.....	185
Figura 70: Modelo de casilleros dobles con dimensiones totales de 0,30 X 0,35 X 1,80 m.....	186
Figura 71: Disposición de 10 casilleros simples con dimensiones totales de 1.5, 0.35 y 1.80m.....	187
Figura 72. Laboratorio de control de calidad.....	190
Figura 73. Laboratorio de control de calidad.....	190
Figura 74. Recepción.....	191
Figura 75. Área de objetos personales.....	191
Figura 76. Mapa de Lasso.....	193
Figura 77. Mapa de la ciudad de Latacunga.....	194
Figura 78.-Matriz de solución del TSP relajado.....	196
Figura 79. Furgón refrigerado para camioneta.....	205

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de pobreza e indigencia en Cotopaxi	28
Tabla 2. Tasa de desnutrición global y crónica según áreas y cantones en la provincia de Cotopaxi	29
Tabla 3. Capacidad instalada y utilizada de las industrias lácteas en la provincia de Cotopaxi	30
Tabla 4. Quincenas estadísticamente similares en la cantidad de leche promedio entregada diariamente entre julio y septiembre.	38
Tabla 5. Quincenas estadísticamente diferentes en la cantidad de leche promedio entregada diariamente entre octubre y enero.	42
Tabla 6. Número de miembros de CEDECO por quincena y cantidad de litros diarios promedio entregados en dicho periodo.	47
Tabla 7. Número de miembros activos por quincena y cantidad de litros diarios promedio entregados en dicho periodo	49
Tabla 8. Cantidad de leche entregada diariamente con tres tipos de modelos de pronóstico.	52
Tabla 9. Costos de importación y traslado de los sistemas de pasteurización.	55
Tabla 10. Cálculo del sueldo básico mensual del 2012.	56
Tabla 11. Costos fijos de los sistemas de producción.....	58
Tabla 12. Costos variables por litro de leche producido.....	59
Tabla 13. Costo y ganancia por litro de leche producido por sistema de pasteurización.	63
Tabla 14. Ganancia diaria por sistema de pasteurización.	64
Tabla 15. Valores financieros para los sistemas de pasteurización.	65
Tabla 16. Flujos de efectivo para los 10 próximos años para los sistemas de pasteurización.	66
Tabla 17. Composición cuantitativa de la leche de vaca en 100g.....	71
Tabla 18. Clasificación de la leche cruda de a cuerdo al TRAM o al contenido de microorganismos	72
Tabla 19. Características de la leche pasteurizada.....	73
Tabla 20. Zonas de la planta pasteurizadora.....	73
Tabla 21. Tabla de relaciones de zonas.	79
Tabla 22. Valor vs Cercanía en la tabla de relaciones	79
Tabla 23. Significado de cada código en la tabla de relaciones.....	80
Tabla 24. Datos de las dimensiones de las máquinas	80
Tabla 25. Requerimientos de espacios de las maquinarias	81
Tabla 26. Zonificación de departamentos.....	82
Tabla 27. Relaciones entre áreas.....	85
Tabla 28. Clave para Codificación de Áreas	85
Tabla 29. Tiempo de ciclo del proceso de pasteurización.	89
Tabla 30. Inodoros y Lavabos requeridos por número de empleados	96
Tabla 31. Codificación del flujo	105
Tabla 32. Codificación de la cercanía.....	105
Tabla 33. Tabla desde-hacia	106
Tabla 34. Sub-circuitos obtenidos de la solución del problema del agente viajero con restricciones relajadas.	128
Tabla 35. Costos de distribución para la opción 1	134
Tabla 36. Litros de Leche Totales Entregados Mensualmente	148
Tabla 37. Litros de Leche Totales Entregados Quincenalmente	148

Tabla 38. Cantidad de Leche Entregada por Socio por Mes y Turno.....	150
Tabla 39. Cantidad y Porcentaje diario de leche entregada en los turnos.....	151
Tabla 40. Encuestas realizadas a los socios de San Agustín de Callo.	152
Tabla 41. Respuestas de la prueba piloto.....	152
Tabla 42. Resultados de la Cantidad de Leche por Vaca.....	153
Tabla 43. Repuesta de la Encuesta de los 39 socios	154
Tabla 44. Resultados de la cantidad de leche ordeñada por vaca.	156
Tabla 45. Costos de importación y traslado del equipo de 1000 litros/diarios	159
Tabla 46. Costos de importación y traslado del equipo de 1500 litros/diarios	160
Tabla 47. Costos de importación y traslado del equipo de 2500 litros/diarios	162
Tabla 48. Frecuencia de realización de las pruebas químicas.....	168
Tabla 49. Tabla desde-hacia planta lechera	179
Tabla 50. Cálculo del Puntaje Potencial	181
Tabla 51. Cálculo del Puntaje del layout construido	181
Tabla 52. Temperaturas de promedio mensuales de Latacunga desde el 2009 al 2011.....	182
Tabla 53. Iteraciones para la heurística de corrección en Lasso	197
Tabla 54. Iteraciones para la heurística de corrección en Latacunga.....	204
Tabla 55. Iteraciones final para la distribución entre Lasso y latacunga	204

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN

La empresa CEDECO es un centro de acopio de leche constituida hace aproximadamente un año en un proyecto conjunto con el MIPRO. En éste se implementó un centro de recepción y refrigeración de leche producida por 122 familias dedicadas a la producción láctea en la población San Agustín de Callo, provincia de Cotopaxi.

El promedio de producción diaria de CEDECO es de 2033.5 litros al día de los cuales se comercializan 1800. Ya que esta cantidad se la vende a un solo intermediario y dado éste ha restringido la cantidad de leche que comprará; se realizará un estudio para la producción y venta de leche pasteurizada que permitirá mejorar los ingresos económicos de las familias de la localidad de San Agustín.

Primero, se empezará con un análisis de la situación actual de la Provincia de Cotopaxi tanto en los niveles de pobreza y desnutrición; así como el la cantidad de producción láctea y los principales poblados ganaderos del cantón Latacunga. Posteriormente se hará un análisis de la cantidad de suministro de la leche en CEDECO por medio de pruebas Anova, para pronosticar la cantidad de leche entregada máxima por los miembros de la comunidad. Esta información conjuntamente con una estimación de la demanda, costeo del sistema de producción y maquinaria permitirá determinar la capacidad máxima para la instalación.

Seguido, se centrará en el diseño del sistema de producción lo que incluirá el diseño del producto, proceso productivo y planta de producción mediante la aplicación de algoritmos para la construcción del mejor layout. Adicionalmente se propondrá un sistema de manejo de materiales, así como espacios destinados para el personal. También se hará uso de la herramienta de las 5S's, a través de dos fases, la primera será la implementación de dicha herramienta en el Centro de Acopio y la segunda fase implicará propuestas para el uso de estas ideas en la nueva planta.

Finalmente, se establecerá la ruta de distancia mínima de distribución que genere menor costo. Para esto se realizará un estudio de mercado tanto en Latacunga como en Lasso para determinar los canales de distribución y la potencial demanda. Consecuentemente se usará el modelo del agente viajero asimétrico con restricciones relajadas en conjunto con la heurística de corrección para determinar la ruta óptima con el menor costo. Y por último se realizarán las conclusiones y recomendaciones respectivas para CEDECO.

1.1 Descripción de la Empresa

Es por todos conocido que la base poblacional está formada por las clases sociales menos favorecidas y que constituyen las dos terceras partes de la población mundial, quienes sobreviven con menos de cuatro dólares norteamericanos diarios por persona y en su mayor parte son poblaciones de los países en vías de desarrollo.

Estas comunidades menos favorecidas requieren del apoyo social para su superación, sin embargo las empresas las han relegado en sus planes de asistencia y apoyo tecnológico por no considerarlas rentables. Lo que ha generado una retroalimentación negativa en la que, a menor inversión o inclusión en el desarrollo empresarial: menor crecimiento económico de las mismas, con la perpetuación de la inequidad social y pobreza. Por tanto, es un deber ético, social, y político promover e implementar proyectos que permitan el desarrollo integral de estos sectores de manera prioritaria.

En nuestro país uno de estos sectores es San Agustín de Callo, que se encuentra ubicada en el cantón Latacunga, parroquia de Mulaló en la provincia de Cotopaxi. Se encuentra habitada según el censo del 2010 por 227 familias de las cuales 160 se dedican a la producción lechera como su fuente de ingreso principal. Un estudio realizado por la FORDES en el 2010 en la comunidad reveló que actualmente existen 377 cabezas de ganado vacuno, de las cuales 178 son vacas, de estas, 146 están en plena producción es decir un 82%. Adicionalmente el 60% de las vacas tienen entre 4 y 5 años de edad, 26% son de 5 años y 14% tienen 6 o más años (FORDES, 2010).

Se espera un crecimiento en la cantidad de ganado vacuno, por tanto es importante conocer que se recomienda entre 4 y 5 cabezas de ganado vacuno por hectárea pero la realidad es que actualmente cada familia cuenta con un área promedio de 1 hectárea, siendo esto una de las restricciones para el crecimiento vacuno.

Un 25% de las familias tienen un ordeño por día, mientras que el 75% tienen dos ordeños diarios, llegando a una producción diaria de 2033.5 litros, estas familias están organizadas dentro de una asociación quienes hace aproximadamente un año, en un proyecto realizado conjuntamente con el MIPRO, construyeron un centro de acopio en el que implementaron un sistema de recepción y refrigeración de la leche, además disponen de un kit de control de calidad, que se encuentra bajo la responsabilidad de una persona capacitada para el proceso.

La estructura organizacional se conforma por Presidente, Vicepresidente, Secretario, que a su vez es el encargado y administrador del Centro de Acopio, Tesorero y Vocales. La elección de la directiva es de manera democrática, los habitantes de la comunidad los eligen cada dos años. La Directiva tiene la obligación de hacer sesiones ordinarias cada tres meses para dar informes económicos (en base a facturas) a los socios en asamblea general, y dar a conocer cualquier novedad que haya ocurrido en ese transcurso de tiempo. En adición existen sesiones extraordinarias que se las hacen en caso de situaciones urgentes o imprevistas.

La forma de pago a las familias socias que entregan leche es de manera quincenal. Una vez que el cliente final paga por todos los litros adquiridos durante 15 días, el administrador paga a los socios basándose en registros diarios de la cantidad de leche entregada al centro en el mismo período de tiempo (O. Caiza).

A su vez la leche recolectada es entregada a una empresa pasteurizadora de la zona. Dicha empresa hace poco informó al centro de acopio que les receptorán un máximo de 1500-1800 litros/día lo que se ha constituido en una preocupación para los socios, pues no pueden encontrar otra empresa para la entrega del resto de producción que ha ido incrementándose con el paso de las semanas. Esto ha obligado a elaborar quesos de una manera artesanal que se vende únicamente en la comunidad.

Cabe mencionar que existen familias dueñas de vacas que aún no forman parte del centro de acopio y que pueden asociarse en futuro para aumentar el suministro de leche. La producción y venta de leche es el factor económico más importante que les provee del sustento económico diario más seguro con el que atienden sus necesidades

Por otra parte el manejo de la base de datos en la organización se realizaba de una manera muy rudimentaria, usando un cuaderno donde se registran los nombres de los socios, el número de litros entregados en la mañana y en la tarde, y cada 15 días se realizaba el proceso contable de manera manual para el pago de lo receptado. Este sistema ocasionaba conflictos en los cálculos de pagos a los socios. Actualmente, gracias a la donación de una computadora por parte del MIPRO, el sistema de información es manejado de una forma más ágil y los cálculos son realizados automáticamente en una hoja de Excel, para lo que el encargado ha recibido una capacitación mínima que le permite el ingreso de datos. Para el resto de socios el uso del ordenador es desconocido.

1.2 Justificación e Importancia

Si tomamos en cuenta la base de la pirámide poblacional en la que se encuentra también la base del mercado y cuyo componente mayoritario está en la población de los países subdesarrollados como son los de América Latina, podemos evidenciar que no han sido tomados en cuenta como clientes potenciales por su bajo poder adquisitivo, situación que permite perpetuar el círculo de la pobreza al limitar las posibilidades de desarrollo de estos pueblos.

Por otro lado el sistema organizacional al tener desconocimiento y desconfianza en estos mercados no le interesa hacer inversiones en dichos sectores pues prefieren hacerlo en el mercado conocido. Es importante también denotar que estas percepciones de las empresas empiezan a dar un giro a nivel mundial que puede cambiar estas realidades para irse involucrando de manera efectiva con propuestas innovadoras científicamente fundamentadas y socialmente aceptadas; que permitan la inclusión y el desarrollo social.

En esta lógica no sólo es responsabilidad de las empresas sino también de la academia y de la sociedad contribuir al desarrollo de los sectores menos favorecidos de aquí nace nuestra motivación e interés por colaborar con una pequeña población rural de la provincia de Cotopaxi, San Agustín de Callo, cuya actividad económica se sustenta en la producción láctea.

Se considera que la realización de este proyecto aportará de manera sistemática y técnica al desarrollo de una planta pasteurizadora de leche. Esto permitirá a la comunidad una mejora notable en el aspecto económico y bienestar social que se traduce en un mayor nivel de escolarización, mejor nivel nutricional y de salud en forma general, mayor desarrollo urbanístico, etc. Se cree que el diseño técnico de todo el proceso de producción y logística logrará, a corto o mediano plazo, una expansión de los productos en el mercado local, regional e inclusive nacional. Adicionalmente, el proyecto será de gran beneficio para la sociedad ya que la comunidad pasará a ser un grupo activo que aporte al crecimiento industrial de la nación y genere movimiento económico. Además, se incluirá dentro del mercado una nueva opción que de brinde variedad al cliente y que fomente la competitividad y mejora de los productos ofrecidos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Final

- Proponer un nuevo esquema de producción, planta de pasteurización y distribución de leche para la comunidad de San Agustín de Callo mediante el análisis estadístico de la capacidad de aprovisionamiento actual, algoritmos de construcción para obtención de un layout y el modelo del agente viajero para la generación de una ruta de desplazamiento mínimo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis de la situación social de la provincia de Cotopaxi.

- Determinar la cantidad de leche que la comunidad suministra actualmente mediante el uso del análisis de varianza.

- Encontrar la capacidad de aprovisionamiento de la comunidad mediante el uso de la inferencia estadística y modelos de regresión.

- Realizar una propuesta del sistema y capacidad de producción en base a análisis económicos.

- Diseñar el layout de la planta de pasteurización mediante el uso del método SPL y de construcción en bloque.

- Realizar un estudio de mercado con los minoristas de las ciudades de Lasso y Latacunga para determinar la demanda actual.

- Determinar el sistema de distribución más apropiado para la comunidad teniendo en cuenta una estrategia de eficiencia.

- Generar una ruta de distancia mínima para la distribución de leche pasteurizada en las ciudades de Lasso y Latacunga con la utilización del modelo del agente viajero asimétrico.

CAPITULO 2.-MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN LITERIA

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Cadena de Suministro

La cadena de suministro es la secuencia de organizaciones que intervienen en la producción y entrega de un producto o servicio. En cada entidad la cadena de suministro incluye todas las funciones que se necesitan para recibir y satisfacer un pedido de un cliente. El objetivo de la cadena de suministro debe ser el generar valor por lo que muchas veces se la conoce como cadena de valor. Dicha cadena cuenta con dos componentes: componente del suministro y el componente de la demanda. El componente del suministro inicia con la cadena de suministro y termina con las operaciones internas de la organización, mientras que el componente de la demanda comienza en la distribución y finaliza cuando el producto llega al cliente final (Stevenson, 2009).

2.1.1.1 Flujos dentro de la cadena de suministro

Una cadena de suministro es dinámica y contiene varias etapas dentro de las cuáles siempre está fluyendo información, productos y dinero. Dentro de las etapas se encuentran los clientes, vendedores, distribuidores, productores y materia prima (Stevenson, 2009).

Flujo de producto: se encarga del movimiento de productos desde los proveedores hasta el cliente final al igual que el manejo las necesidades del cliente y las devoluciones de mercancía.

Flujo de información: comprende el manejo y entrega adecuada de pronósticos y ventas, transmisión de órdenes, localización de envíos y actualización de órdenes.

Flujo de dinero: involucra los pagos, condiciones de créditos, consignación y propiedades.

2.1.1.2 Fases de decisión de una cadena de suministro

Todo manejo de una cadena de suministro involucra la toma de decisiones sobre los flujos de producto, información y dinero. Existen tres fases de decisión que dependen de su frecuencia, tiempo de formulación e impacto (Chopra & Meindl, 2007).

Decisión estratégica o de diseño: En esta etapa se decide como estructurar la cadena de suministro para los próximos años. Incluye la locación de las instalaciones y bodegas,

establecimiento de la capacidad de producción, determinación de los productos a manufacturarse, el sistema de transporte a usarse y el tipo de sistema de información. La organización debe asegurarse que las decisiones tomadas cumplan con los objetivos estratégicos. Esta fase se caracteriza porque las decisiones son para largo plazo y resulta muy costoso cambiarlas. Por ende, es de suma importancia que al momento de realizarlas la organización se anticipe a condiciones futuras y sepa manejar la incertidumbre (Chopra & Meindl, 2007).

Decisiones de Planificación: Esta fase considera un periodo de tiempo de 3 a 12 meses. El objetivo de la presente fase es maximizar la plusvalía de la cadena de suministro considerando las restricciones y diseño realizado en la etapa de decisión estratégica. La planificación establece qué instalaciones darán servicio a cada mercado, políticas de inventario y el tamaño y lanzamiento de las estrategias de marketing. En conclusión lo que se busca es establecer un grupo de políticas de operación que determinarán las operaciones de corto plazo (Chopra & Meindl, 2007).

Decisiones Operacionales: Las decisiones tomadas en esta etapa son para un plazo semanal o diario. Lo que busca es manejar adecuadamente las órdenes entrantes y tomar decisiones relacionadas a pedidos específicos (Chopra & Meindl, 2007).

2.1.1.3 Drivers Logísticos

Es esencial que la cadena de suministro encuentre un balance entre eficiencia y reactividad. Para lograrlo se debe manejar correctamente a los drivers logísticos y crossfuncionales que son las instalaciones, inventario, transporte, información, aprovisionamiento y precio.

Instalaciones: Son las locaciones física donde los productos se guardan, ensamblan o fabrican. Los dos tipos principales de instalaciones son las de producción y las de almacenaje. Se debe planificar correctamente la función, locación, capacidad y flexibilidad de cada instalación para que la cadena de suministro cumpla con las características esperadas. (Chopra & Meindl, 2007)

Inventario: Son reservas de artículos en espera a ser manufacturados, transportados o vendidos. Generalmente se clasifican en: componentes, mercadería que está siendo transportado a través de la cadena de suministro, producto terminado guardado en un centro de distribución o producto terminado guardado por el cliente final y será utilizado para satisfacer necesidades futuras (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004)

Transporte: Se encarga del traslado del inventario dentro de la cadena de suministro. Un sistema de transporte tiene una combinación específica de un modo de transporte y una ruta. El tipo de transporte que se utilice tiene una gran influencia sobre la eficiencia y capacidad de respuesta dentro de una cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2007).

Información: Está constituido por toda la información y su análisis encontrado en las instalaciones, inventario, transporte, costo, precio y cliente. Es uno de los drivers con mayor influencia ya que reúne a todos los demás (Chopra & Meindl, 2007).

Aprovisionamiento: Controla quien realizará una actividad dentro de la cadena de suministro como producción, bodegaje, entre otros. A nivel estratégico este se encarga de determinar que funciones se realizarán dentro de la empresa y cuáles se tercerizarán. (Chopra & Meindl, 2007)

Precio: Este establece cuánto cobrará una organización por un producto o servicio. El precio se relaciona con las expectativas del cliente ya que influencia la capacidad de respuesta y eficiencia (Merchán, 2011).

2.1.2 Planificación de las Instalaciones

Las instalaciones son componentes críticos en las redes globales y su adecuado diseño fomenta un desarrollo óptimo dentro de la cadena de suministro. Todas las instalaciones deben ser planificadas tomando en cuenta flexibilidad, modularidad, adaptabilidad, operatividad y sustentabilidad. La planificación de instalaciones se puede dividir en dos componentes: locación y diseño (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010).

2.1.2.1 Locación de Instalaciones

Se refiere a la ubicación de una instalación con respecto a sus clientes, proveedores y otras instalaciones con las cuáles interactúa. Además, incluye su orientación y establecimiento en un terreno específico.

2.1.2.2 Diseño de las Instalaciones

Esta etapa consiste en el diseño de los componentes de la instalación como son el sistema, layout y manejo de materiales (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010).

Sistema de la instalación: Se refiere a todo el sistema estructural de la planta. Es decir, el sistema de luz, electricidad, comunicación, seguridad, sanitario y atmosférico.

Layout: Toma en cuenta todo el equipo, máquinas y muebles que se encuentra dentro de una planta. Su objetivo es generara una infraestructura que se adapte adecuadamente a las necesidades de una organización.

Manejo de Materiales: El manejo de materiales incluye a todos los mecanismos necesarios para satisfacer los requerimientos de interacción que existen entre las distintas áreas de la instalación. Envuelve a los materiales, personal, información y equipo necesario para lograr la producción.

2.1.2.3 Requerimientos en una instalación

Es necesario contar con los requerimientos de una planta para poder hacer un diseño aplicable. Se pueden definir tres tipos de requerimientos importantes a considerar: tamaño, flujo y relaciones entre actividades. El flujo se refiere al movimiento de productos, materiales, energía, información y gente dentro de una instalación. Este depende del sistema de producción, el sistema de manejo de materiales, la distribución de las áreas de la planta y el tamaño de las unidades de carga. Medir el flujo involucra el cálculo de las relaciones entre actividades, maquinas y departamentos. Los requerimientos de espacio se refieren a las cantidades mínimas de tamaño que se necesitan para realizar alguna actividad. Estas están en función del tamaño de las unidades de carga, inventario, tamaño y tipo de equipo de producción y el sistema de producción utilizado (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010).

2.1.2.4 Algoritmos para el diseño del layout

Los algoritmos son procedimientos formales que ayudan al analista a desarrollar o mejorar el layout y proveerle de criterios objetivos para facilitar la evaluación entre varias alternativas. Existen algoritmos de construcción que permiten el desarrollo desde el inicio de la distribución de la planta y algoritmos de mejoramiento que generan alternativas en base a instalaciones ya establecidas.

2.1.2.4.1 Método SLP

El presente método se utiliza para la construcción de un layout y busca maximizar el flujo entre departamentos. Este objetivo se logra mediante el puntaje de relación cuantitativo, que se

define como la suma de todos flujos que existen entre dos departamentos contiguos (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010). La función objetivo de este algoritmo será:

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

m = número de departamento en la instalación

f_{ij} = puntaje de relación entre el departamento i y j

x_{ij} = variable binaria que es 1 cuando el departamento i y j deben estar contiguos y 0 si no deben estar.

Es importante mencionar que para utilizar este algoritmo se utiliza un puntaje ya establecido que se define en base al tipo e importancia del flujo que hay entre dos áreas. Este puntaje se muestra a continuación.

Puntaje	Razón
1	Flujo de productos alto
2	Flujo de productos medio
3	Flujo de productos bajo
4	Flujo de información alto
5	Flujo de información medio
6	Flujo de información bajo

Procedimiento de Resolución:

1. Realizar una tabla de relación, donde se despliegue pesos numéricos sobre la relación de todas las posibles combinaciones de áreas.
2. Seleccionar de la tabla el par de departamentos con mayor peso de relación y unirlos mediante un gráfico de nodos.
3. Seleccionar el tercer departamento que incluir en base al departamento que da una mayor suma de los pesos de relación con respecto a los departamentos escogidos anteriormente.
4. Determinar en donde colocar departamentos tratando de maximizar los pesos de relación entre departamentos.

2.1.2.4.2 Método de construcción en Bloque

Este método de construcción busca maximizar el puntaje cualitativo de relación entre dos departamentos. Se debe en un principio crear una matriz de relación donde se listen todos los departamentos. El criterio de asignación de puntaje se debe hacerse en base a entrevistas y cuestionarios a expertos en el tema (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010). El puntaje cualitativo se describe en la siguiente tabla:

Puntaje	Cercanía
A	Absolutamente Necesaria
E	Especialmente Importante
I	Importante
O	Cercanía Ordinaria
U	Indiferente
X	Indeseable

Procedimiento:

1. Las relaciones entre los departamentos se transforman en una matriz de relación.
2. Se realiza una tabla donde se colocan las relaciones más importantes para cada departamento.
3. Se establece un orden de entrada donde se da preferencia a los departamentos que tengan mayor puntaje de relación.
4. En base al orden de entrada se van ubicando los departamentos, tratando de mantener las relaciones absolutamente necesarias contiguas y evitando que departamentos indeseables se junten.
5. Calcular el puntaje de relación, donde A= 64, E=16, I=4, O=1, U=0, X=-6, mediante la fórmula:

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

M = número de departamento en la instalación

f_{ij} = puntaje de relación entre el departamento i y j

x_{ij} = variable binaria que es 1 cuando el departamento i y j están contiguos y 0 cuando no.

2.1.3 Planificación de la Distribución

La distribución se refiere a todos los procesos que se llevan a cabo para trasladar un producto de un proveedor a un cliente en alguna de las etapas de la cadena de suministro. La distribución se lleva a cabo entre cada par de etapas de una cadena. El diseño apropiado del sistema de distribución puede conseguir que se cumplan con los objetivos planteados en la cadena, que varían entre efectividad y capacidad de respuesta. La estructura del sistema de distribución tiene en cuenta el tipo de transporte a utilizarse, rutas, puntos de consolidación de carga, entre otros. Adicionalmente se debe considerar la opción de tercerizar el servicio de transporte si la empresa no tiene la capacidad de generar su propia flota ó prefiere no involucrarse en dicho proceso (Chopra & Meindl, 2007).

2.1.3.1 Problema del Agente Viajero

El problema del agente viajero es un modelo matemático que se utiliza para encontrar la mejor ruta de distribución de un producto. En este se vislumbra a un agente que vive en la ciudad 0 y necesita visitar n ciudades y regresar a su ciudad de residencia. Cada una de las n ciudades se deben visitar una vez y el objetivo es el de minimizar el costo total del viaje. Las ciudades pueden ser visitadas en cualquier orden lo que significa que hay $n!$ posibles rutas. Existen variantes del problema del agente viajero dependiendo de si el costo de ir de la ciudad i a j son iguales al de ir en la dirección reserva. Si el costo es igual es un problema simétrico, asimétrico en el caso contrario. Generalmente, regulaciones de tráfico, como vías unidireccionales, pueden dar cabida a un problema asimétrico (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

Formulación del problema del agente viajero asimétrico

$$\text{Minimizar} \quad \sum_{(i,j) \in A'} c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{Sujeto a} \quad \sum_{i \in V' / (j)} x_{ij} = 1 \quad j \in V' \quad (1)$$

$$\sum_{j \in V' / (i)} x_{ij} = 1 \quad i \in V' \quad (2)$$

$$x_{ij} \in X \quad (i,j) \in A' \quad (3)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (i,j) \in A'$$

c_{ij} = costo de incluir el arco entre la ciudad i y j

x_{ij} = variable binaria igual a 1 si se incluye el arco entre la ciudad i,j y 0 si no

- (1) Especifica que llego a un sitio una sola vez
- (2) Especifica que salgo de un sitio solo una vez
- (3) Especifica que los valores de x_{ij} deben estar dentro de un set X que produzcan una solución factible que consista de un solo circuito dirigido o circuito Hamiltoniano.

El problema del agente viajero asimétrico es un modelo NP-complejo, por lo cual un buen límite inferior se puede conseguir al eliminar la restricción (3). Se obtiene entonces el modelo del agente viajero con restricción relajada.

Formulación del problema del agente viajero asimétrico con restricción relajada

$$\text{Minimizar} \quad \sum_{(i,j) \in A'} c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{Sujeto a} \quad \sum_{i \in V' / (j)} x_{ij} = 1 \quad j \in V'$$

$$\sum_{j \in V' / (i)} x_{ij} = 1 \quad i \in V'$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (i,j) \in V'$$

La solución óptima obtenida con este modelo matemático es un conjunto de p sub-circuitos dirigidos. Si $p=1$ la solución óptima también es la solución al problema del agente viajero.

El costo mínimo conseguido con el modelo del agente viajero con restricción relajada es un buen límite inferior para el costo que se obtendrá con el modelo completo. La desviación entre la solución final y la solución óptima se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Desviación de la Solución Óptima} = \frac{(Z_{ATPS} - Z_{AP})}{Z_{AP}} * 100$$

Donde Z_{ATPS} = Solución Final con Heurística

Z_{AP} = Solución Óptima con el Modelo del Agente Viajero con Restricción Relajada

Se ha demostrado empíricamente que cuando se trata con un modelo fuertemente asimétrico la desviación de la solución óptima es menor al 1%. Por otra parte, cuando se tiene costos bastante simétricos la desviación es típicamente del 30% o mayor (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

2.1.3.2 Heurística de Corrección

La heurística de corrección se utiliza para resolver el problema del agente viajero con restricción relajada. Se realizan varias iteraciones mediante las cuales se unen sub-circuitos y la heurística finaliza cuando se consigue un solo circuito dirigido. El procedimiento se muestra a continuación (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

Paso 0: “ C ” se define como el conjunto de sub-circuitos obtenidos como solución óptima del ATP y p el número de sub-circuitos encontrados. Si $p=1$ la heurística finaliza.

Paso 1: Identificar dos sub-circuitos $C_h, C_k \in C$. Generalmente se escogen a los sub-circuitos con la mayor cantidad de vértices.

Paso 2: Juntar a C_h y C_k de tal manera que se mantenga el costo mínimo. Actualizar C y establezca a $p=p-1$. Si $p=1$ la solución se ha encontrado en caso contrario regresar al paso 1.

2.1.4 Manufactura Esbelta

La manufactura esbelta es una filosofía que nació en el Japón con el objetivo de eliminar los desperdicios. Se han identificado ocho tipos de desperdicios que son: tiempo en espera, inventario, defectos, movimientos innecesarios, subutilización de recursos, procesamiento

excesivo, transporte y sobreproducción. Para combatir la generación de desperdicios la manufactura esbelta crea herramientas dentro de las cuáles sobresale las 5's (Lean Enterprise Institute, 2012).

2.1.4.1 5's

Las 5's es una de las herramientas de la manufactura esbelta que busca generar un medio ambiente de trabajo limpio, ordena y estandarizado para mejorar los niveles de productividad. La metodología hace uso de 5 términos en japonés que inician con la letra S, razón por la cual se le ha dado dicho nombre (Hobbs, 2003).

Seiri (Clasificar): En este ámbito se busca organizar todos los equipos y materiales que hay en un área de trabajo. La idea básica es solo mantener los artículos que son necesarios.

Seiton (Ordenar): Se espera establecer un puesto de trabajo ordenado. Para ello se debe organizar el equipo, herramientas y materiales en una configuración fácil de acceder y que disminuya el trabajo perdido.

Seiso (Limpiar): Mantener el puesto de trabajo limpio, higienizado y bien organizado. La limpieza apoya las dos disciplinas anteriores. Para lograr el cumplimiento de Seiso se debe generar un tiempo para realizar la limpieza todos los días.

Seiketsu (Estandarizar): Se debe aplicar procedimientos consistentes y estandarizados en toda la organización. Todo el personal debe estar al tanto de sus responsabilidades y maneras de ejecutar su labor.

Shitsuke (Disciplina): Una vez implantadas las cuatro disciplinas anteriormente mencionadas se deberá generar una disciplina para que las mismas se mantengan. Se hace uso de capacitaciones y reglamentaciones.

2.1.5 El Análisis del Punto de Equilibrio

Un método efectivo para la evaluación financiera de alternativas es el análisis del punto de equilibrio. El análisis se enfoca en la relación entre costo, ingreso y volumen de producción y se lo puede realizar de una manera gráfica o numérica. El uso de esta técnica requiere que se identifiquen todos los costos relacionados con la producción y se los designe como fijos o

variables. Los costos fijos tiende a mantenerse constante en los distintos niveles de producción mientras que los variables dependen del volumen de producido (Stevenson, 2009).

El volumen de producción en el cuál los costos totales e ingresos totales son iguales se lo conoce como punto de equilibrio. Cuando el volumen de producción es menor al punto de equilibrio se van a generar pérdidas mientras que cuando este volumen es mayor van a existir ganancias. El volumen necesario para generar ganancia se obtiene mediante la siguiente fórmula (Stevenson, 2009):

$$Q = \frac{FC}{R - v}$$

Donde Q = *Unidades producidas*

FC = *Costos fijos*

R = *Ingreso por unidad*

v = *Costo variable por unidad*

2.1.6 Cálculo del Tamaño de la Muestra

En varios experimentos y análisis es necesario sacar parámetros de una población. Muchas veces hacer estudios en toda la población no es factible o es poco eficiente y para ello se ha generado el cálculo de la muestra, que permite asegurar con un nivel de confianza que el valor obtenido es estadísticamente similar al real. El tamaño de la muestra es uno de los parámetros más importantes para obtener un estimador insesgado de una población. Se debe considerar el tamaño muestral en términos del presupuesto disponible para la encuesta y sus requisitos de precisión. La muestra es una parte seleccionada de la población objetivo que deberá ser representativa, es decir reflejar de una manera adecuada todas las

Existen varias formas de obtener el tamaño de la muestra según los valores poblaciones que se buscan determinar (Montgomery & Runger).

2.1.6.1 Estimación de una Proporción con Población Finita

La fórmula utilizada para encontrar el tamaño de muestra de una población finita, donde existe una probabilidad de éxito y fracaso es el siguiente (Montgomery D. C., 2007):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * N - 1 + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde

N = tamaño de la población.

Z =nivel de confianza.

d = precisión (error máximo admisible en términos de proporción).

p = probabilidad de éxito.

q = probabilidad de fracaso ($1-p$)

n = Tamaño de la muestra

2.1.6.2 Estimación de una Media con Población Finita

Si se necesita estimar la media de un parámetro de una población de tamaño finito y se tiene una estimación para la desviación estándar de la misma se utiliza la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * S^2}{d^2 * N - 1 + Z_{\alpha}^2 * S^2}$$

Donde

N = tamaño de la población.

Z =nivel de confianza.

S = desviación estándar muestral

d = precisión (error máximo admisible en términos de proporción).

n =Tamaño de la muestra

2.2 Revisión literaria

2.2.1 Base de la Pirámide

Los mercados que constituyen la base de la pirámide (MBP, mercado base de la pirámide), a lo largo del tiempo han pasado desapercibidos y han sido marginados socialmente debido a sus condiciones económicas y su imagen negativa en el rol de consumidores potenciales. Sin embargo en la actualidad mucha gente alrededor del mundo ha empezado a tomar conciencia de este tema de gran importancia e interés.

La base de la pirámide (BOP, por sus siglas en inglés), se encuentra constituida mundialmente por 5000 millones de habitantes que viven en pobreza extrema, con ingresos inferiores a 4 dólares al día y que además carecen de servicios básicos y acceso a los principales productos (Castaño & Rodríguez, 2010). Pues la mayor parte de de la BOP se encuentra ubicada en países subdesarrollados, mientras que un menor porcentaje en los países considerados del primer mundo.

Paradigmas y obstáculos de los mercados de la base de la pirámide

¿Por qué si estas personas constituyen los dos tercios de la humanidad, no se les ha brindado la oportunidad de desarrollo? Es muy simple, pues el mundo empresarial ha ido evolucionando en un mundo lleno de paradigmas que no han permitido ingresar al mercado a la BOP. Según un estudio realizado por el IESE-Universidad de Navarra las posibles razones que determinan este comportamiento son:

1. Las empresas prefieren invertir su dinero en mercados que les generen mayores beneficios.
2. Las empresas prefieren invertir en mercados cuyo funcionamiento y comportamiento ya son conocido.
3. Operan únicamente en mercados con alto poder adquisitivo y no que vivan en extrema pobreza.
4. Se tiene la idea que las ONGs o cualquier organismo gubernamental se encargará de mejorar las condiciones de vida de estas personas.

Por otra parte Gardetti menciona que especialmente en Latinoamérica el sector privado, la cultura organizacional y la interacción entre éstas, forma la principal barrera para la inclusión de

la BOP en el mercado. A esto se le suma que para la mayoría de compañías les resulta difícil considerar a este segmento de la población como una fuente de conocimiento y aún más que pueden convertirse en parte importante de los cambios y la generación de ideas competitivas e innovadoras. Finalmente otros factores como la ignorancia sobre la BOP y la desconfianza hacia éstos, impiden alcanzar una visión compartida y un beneficio “ganar/ganar”.

Percepción de la BOP en el mercado

Todos estos paradigmas y barreras han ocasionado grandes impactos en la forma en que las personas de la BOP se perciben ante la sociedad. Es así como Barki y Parente demostraron en un estudio realizado en la BOP brasileña que existen cuatro principales percepciones dentro de este grupo, estas son:

1. Una gran preocupación por ser tratados con dignidad, especialmente por las personas de “clase media-alta”. Esto se fundamenta básicamente en el hecho de que en el mercado los productos y servicios disponibles para la BOP son de baja calidad y éstos no tienen la opción de elegir; lo que en muchas ocasiones refuerza su situación de pobreza. Pues, inclusive mucha gente siente vergüenza de ser pobre.
2. La carente relación personalizada en el mercado, se basa en su sentimiento de que son “servidores”; es decir por su situación casi siempre se encontraran en un medio en el que su papel será el de servir a otra persona o en su defecto por la falta de conocimientos sobre escritura o lectura, son tratados como sospechosos. Son por estas razones que en la BOP esperan un trato “cara a cara”, que les brinden un mejor trato y comunicación.
3. La sensación de exclusión social alimentada por la falta de beneficios, oportunidades y acceso a los servicios básicos.
4. Finalmente el reconocimiento de la falta de “abundancia” generando falsas expectativas y resentimiento social.

La nueva visión de la BOP

Actualmente la población mundial y empresarial ha ido poco a poco tomando conciencia de este segmento relegado y muchas compañías alrededor del mundo se han involucrado con la BOP. Tomando en cuenta que constituyen un reto desde el punto de vista empresarial y económico; pues deben adquirir nuevos conocimientos, dejar atrás sus paradigmas, diseñar e

implementar nuevos modelos de negocio para responder de una manera competitiva y satisfactoria a los nuevos escenarios planteados con el objetivo de brindar nuevas oportunidades de desarrollo y bienestar social.

Por otro lado constituyen un gran potencial, la idea es crear productos y servicios que sean económicamente accesibles para las personas de la BOP, de tal manera que la rentabilidad se verá reflejada en la cantidad de compra. A esto se le añade que existen tres criterios fundamentales por los que se deben desarrollar oportunidades de negocio en la BOP. El primero es la gran cantidad de necesidades insatisfechas de la población, por lo que se puede crear un innumerable número de productos y servicios para la venta. El segundo la capacidad de pago de estas personas es lo que determinará los precios y finalmente el contexto geográfico y cultural que mostrará el cómo vender (Castaño & Rodríguez, 2010).

Es así como en la última década se han obtenido grandes resultados, después de haber incursionado en este campo en diferentes partes del mundo. Uno de los factores principales para el éxito ha sido la confianza por parte de las empresas en la gente más necesitada. Un claro ejemplo de esto es un estudio realizado en Nizambad, India; donde la organización de micro finanzas SKS, empezó a realizar préstamos de entre 20 a 200 dólares por persona para que abran sus propios negocios, los cuales consistían en comprar vacas y vender la leche. En promedio el pago del préstamo completo se realizaba en un año con cuotas semanales bajas. Hay que considerar que en esta comunidad el pago diario por su trabajo era de 1 dólar. Esto obligaba a cada persona que adquiría el crédito en primer lugar a invertir de manera adecuado su dinero y en segundo lugar a trabajar fuerte para cumplir con las responsabilidades. De cierto modo la motivación de estas personas fue el haberles dado la confianza y oportunidad de salir adelante, tomando en cuenta que todo requiere esfuerzo y sacrificio. Hasta el año 2009 SKS obtuvo un total de 8 millones de personas como clientes. (Akula, 2009).

El pensar diferente es la única manera que ayudará a romper los distintos paradigmas e involucrarse en este nuevo campo pues Castaño y Rodríguez mencionan que la innovación junto con el forjamiento de alianzas, y enfoques de cooperación son las herramientas básicas para combinar las capacidades de negocio y de la sociedad civil con el fin de acelerar el desarrollo, especialmente en las regiones más pobres.

Un último factor que es importante mencionar es el uso de la tecnología, como menciona Akula esto ayuda indudablemente a reducir costos y a eliminar errores por una parte y por otra a desarrollar nuevas capacidades y habilidades.

Según la literatura revisada y estudios realizados, los MBP deben ser afrontados a partir de variables como son la innovación tecnológica y la creación de nuevos modelos económicos que sean rentables, sostenibles, socialmente aceptados, científicamente fundamentados, sin dejar a tras la preocupación del medio ambiente. Por todo lo anterior, es importante destacar que los empresarios deben tener claro que los MBP ofrecen oportunidades que hay que aprovechar, ya que permiten satisfacer necesidades de los menos favorecidos.

2.2.2. Diseño de instalaciones

Chu, Tor y Britton presentan un algoritmo del método gráfico para determinar la secuencia de operaciones para un proceso de troquelado de metales. Las relaciones entre operaciones son representadas mediante una matriz de precedencia y una matriz de operaciones adyacente. Las restricciones de precedencia se han establecido según las mejores prácticas de manufactura e implican que una operación no se puede llevar a cabo si la operación precedente no ha término de realizarse. Se determinan 3 valores para la variable a_{ij} en la matriz de precedencia, 1 cuando i precede a j , -1 cuando j precede a i y 0 cuando son operaciones independientes. Una restricción de este modelo es que la matriz debe ser cíclica lo que significa que si la operación a precede a b , b no puede preceder a a . Adicionalmente, dos operaciones se fijan como adyacentes si no se pueden realizar en una misma estación. La matriz adyacente define las restricciones de cercanía. Para determinar las entradas de la matriz, las distancias entre dos estaciones se comparan con distancias mínima preestablecidas, prácticas y deseables. Si b_{ij} es la variable de entrada en la matriz, esta toma un valor de 1 si la distancia entre i y j es menor a la distancia mínima y 0 cuando la distancia entre i y j excede la distancia mínima. El algoritmo primero se resuelve estableciendo las actividades sin presidencia en la base y continuando la gráfica mediante una secuencia de actividades desde las que tiene menores operaciones precedentes hasta las mayores en el tope. Esta gráfica tentativa se va alterando en base a las restricciones de operaciones adyacentes hasta tener la secuencia finalizada (Chu, Tor, & Britton, 2008).

Pues el establecer tablas de relaciones y adyacencia e ir realizando distintas disposiciones de acuerdo al flujo obtenido dentro de CEDECO para alcanzar el mejor layout, es uno de los

métodos más convenientes en este caso. La principal razón es debido a que la planta lechera no cuenta con un layout inicial.

Adicionalmente, la secuencia del proceso se podría determinar mediante el método presentado por Chu, Tor y Britton, que se basa en el algoritmo gráfico, para determinar las zonas de la planta y la ubicación de las mismas en base al flujo del producto. Si bien este método se utiliza para determinar la secuencia de operaciones a seguir en la empresa, las bases teóricas se pueden aplicar para determinación del layout de una planta.

Al igual que en el proceso de troquelado, la producción de leche pasteurizada tiene actividades concatenadas cuya precedencia es indispensable tomar en cuenta.

Por otra parte, Cornejo y Naveda en su tesis aplicaron el modelo SLP para la realización del rediseño de nuevas instalaciones, usando como variable la relación e importancia de cercanía de los departamentos, así como el área que cada uno requiere. A esto se le añade el flujo de materiales y otras restricciones del caso. Sin embargo, el rediseño implicó que no se tomaran en cuenta instalaciones para servicios como parqueaderos, oficinas y baños (Cornejo & Naveda, 2009).

En el marco teórico se menciona que el SLP es uno de los mejores modelos a emplear en caso de que no se cuente con un Layout inicial. Y verificando su aplicación eficiente consideramos que es el mejor modelo para diseñar las instalaciones de CEDECO. Se incluirá el diseño y planificación de oficinas, baños, manejo de materiales y vestidores. Teniendo en consideración que el espacio total para el diseño de las instalaciones está ya establecido. Cabe mencionar que se verificará la eficiencia del diseño para asegurar que sea el más adecuado.

2.2.3. Diseño del sistema de distribución

Merchán en su tesis aplicó el modelo del agente viajero (TSP), tomando en cuenta que se buscaba mejorar la eficiencia a través de la máxima utilización de los equipos de transportes disponibles y su personal. Determinando la secuencia que se deberá llegar a cada uno de los clientes para minimizar la distancia total recorrida y regresar al punto de partida al final de la ruta, el enfoque de este modelo es el más adecuado.

Otro factor que se le incluyó en el estudio es que no siempre se visitarán a todos los clientes en un mismo recorrido. Las variables necesarias para el desarrollo del TSP fueron: el número de localidades, coordenadas geográficas tanto de los clientes como del centro de distribución, siendo este último siempre el punto de partida. Después de realizar todo el proceso correspondiente se obtuvo como resultado una secuencia óptima, sin embargo en varios puntos de la ruta se dieron cruces en los recorridos. Tampoco se tomó en cuenta aspectos como la capacidad de los vehículos, volumen de carga por cliente, horas de entrega a cada cliente y tiempo de trabajo de cada conductor debido a la insuficiente información. A pesar de estos inconvenientes con la aplicación del TSP se encontró la mejor solución posible (D. E. Merchán).

Para el desarrollo del sistema de distribución en caso de CEDECO, se requiere minimizar la distancia total recorrida ya que esto implica reducción de costos, tomando en cuenta que se desea realizar un circuito donde se pase una sola vez por cada cliente, se retorne al centro de distribución y se realice una entrega diaria a todos los clientes. Como se pudo apreciar en la aplicación de Merchán se obtuvo resultados positivos empleando el TSP. Por lo cual se cree que sería el método más óptimo a emplearse en nuestras condiciones. Donde se tomará en cuenta la cantidad de clientes, la ubicación geográfica de los mismos, la capacidad de los vehículos que transportarán los productos, el tiempo de trabajo de cada conductor y que el producto de entrega es perecible. Cabe recalcar que debido a la cantidad de lugares de distribución se deberá añadir el uso de una heurística para obtener la mejor resolución.

2.2.4. Manufactura Esbelta

Es precisamente en Japón, con grandes limitaciones de recursos naturales y de espacios, donde surgen por primera vez las ideas sobre la reducción de desperdicios por medio de “cero defectos, cero inventarios, cero demoras y cero desprecio por las personas”. A esto se le adiciona la filosofía que el flujo se ajusta a la demanda empleando un sistema “Justo a Tiempo” y la necesidad del mejoramiento continuo en cada empresa, momento y lugar de trabajo. Esta premisa, junto a la integración de técnicas y herramientas para reducir los desperdicios de manufactura (*muda*, en japonés), dio lugar al nacimiento del Sistema de Producción Toyota (TPS), que se conoció en Occidente como manufactura esbelta (LM) (Pérez, Restrepo, Rodríguez, & otros, 2011).

Según Contreras el primer paso para la utilización de LM es la identificación de las familias de producto y el grupo de máquinas que se emplearan, mediante un análisis del flujo de producción. En CEDECO este análisis será fundamental para la ubicación de la maquinaria, a su vez irá de la mano con el diseño de las instalaciones y las zonas de trabajo. Por otra parte es fundamental comenzar dicho proceso de manera ordenada, con todos los materiales claramente identificados y solamente con lo que se usará en cada célula de trabajo (Contreras, 2011). Una de las herramientas para conseguir esto son las 5S's que permitirá la reducción de los 7 desperdicios que son: defectos, sobreproducción, transporte, espera, sobreprocesamiento, movimientos e inventario como menciona Sowards en su artículo; pues se ha determinado que esta herramienta es aplicable a cualquier tipo de industria ya que su principal ventaja es el bajo costo de su implementación (Sowards, 2006).

Además sugiere tomar en cuenta que el desperdicio ocurre en todo momento y en todo lugar por lo que hay que hacer un análisis de la causa raíz para eliminarlo, ya que este adiciona costos y tiempos innecesarios que al ser eliminados permiten el incremento de la velocidad de producción y eficiencia, siendo un primer paso para la mejora continua (Sowards, 2006).

Con estas consideraciones se ha determinado que implementar la herramienta de las 5S's al centro de acopio será de gran importancia para generar una cultura de orden, limpieza y trabajo en equipo; de esta manera la misma será incluida al proponer el nuevo sistema de producción y diseño de la planta.

CAPÍTULO 3.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE COTOPAXI

A pesar que los índices de pobreza en el País han disminuido entre 2006 y 2010, como lo indican la SENPLADES y el INEC, Ecuador todavía es considerado uno de los países más pobres de América Latina. La CEPAL indica, en su informe del año 2009, que la pobreza en el Ecuador alcanza al 40.20 % de la población, y como siempre, ésta se concentra más en las zonas rurales. Como se sabe, la pobreza en dichas zonas siempre va de la mano con otros problemas sociales como desempleo y subempleo, déficit en la educación, mal estado de salud, carencias de infraestructura y muy baja productividad, entre otros.

Por otro lado, según cifras de la Asociación Ganadera del Ecuador en el 2008 el país producía 4,6 millones de litros diarios de leche y en 2010 fueron 5,6 millones, y los reportes de la Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO) indican que las empresas pasteurizadoras dejan de recoger e incorporar a la producción un 11% del total de litros diarios porque se encuentran en zonas que carecen de infraestructura y no hay suficientes centros de acopio.

Diferentes foros de productores de leche, tanto en Quito como en Guayaquil señalan que las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud sobre consumo de leche de una persona por año son 125 litros. En nuestro país este promedio es de 85 litros por persona y por año. Además se sabe que la demanda de leche sigue siendo baja, pues solamente un tercio de la población la consume (El Mercurio, 2011). Es decir que aproximadamente 9 millones de ecuatorianos no consumen productos lácteos, según el Centro de Industrias Lácteas. Apenas el 25% de la leche disponible se destina a la elaboración industrial (19% leche pasteurizada y 6% para elaborados lácteos), el 74% entre consumo y utilización de leche cruda (39 % en consumo humano directo y 35% para industrias caseras de quesos frescos), y aproximadamente un 1% se comercializa con Colombia en la frontera.

En cuanto a precios, en septiembre de 2009 se determina un precio referencial fijado por el Gobierno a nivel nacional en 0,3575 centavos, más un premio por calidad. El costo de producción de un ganadero, dependiendo de la zona, está entre \$ 0,27 y \$ 0,34. Los precios internacionales de la leche van de \$ 0,20 a \$ 0,26 por litro. El litro de leche pasteurizada en funda es vendida a 0,65 centavos; la leche UHT (triple pasteurizada) en funda negra tiene un costo de 0,75 centavos, y en envase tetra pack, 0,85 centavos el litro (Tapia, 2010).

3.1. Cotopaxi

La Provincia de Cotopaxi cuenta con una extensión total de 6,569 km² y 409,205 habitantes (INEC, 2010). Su capital es Latacunga y posee 7 cantones: Latacunga, La Maná, Pangua, Pujulí, Salcedo, Saquisilí, Sigchos como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Cantones de Cotopaxi

En esta provincia, se ha determinado que la pobreza medida por necesidades básicas insatisfechas (NBI) llega al 90.5 % en la población rural (SENPLADES, 2010), que el Ministerio de Salud Pública invierte en promedio apenas USD 36 (treinta y seis) dólares per cápita, por año, y que tiene una infraestructura de servicios básicos muy precaria, igual que las vías de comunicación. La incidencia de la pobreza en Cotopaxi se encuentra muy por encima de la media nacional (58%) y comparte los primeros lugares después de las provincias de Bolívar y Loja. Los principales afectados son los indígenas especialmente las comunidades ubicadas en zonas desfavorables como se muestra en la Tabla 1. (Consejo Provincial de Cotopaxi, 2000) Esto, pese a que la provincia es una de las mayores productoras de lácteos y productos nutritivos para la satisfacción de la alimentación de los pobladores de todo el país.

Tabla 1. Porcentaje de pobreza e indigencia en Cotopaxi

Porcentaje de población empobrecida en Cotopaxi		
Cantones	Pobreza	Indigencia
Latcunga	77	35
La Maná	86	47
Pangua	85	48
Pujilí	83	51
Salcedo	80	37
Saquisilí	76	40
Sigchos	90	60
Cotopaxi	80	42
País	61	21

Fuente: Infoplan2000

Elaborado: Equipo técnico PPDPC

Otros datos importantes que revelan la realidad de los pobladores de esta zona indican que en 1990 la desnutrición crónica de niños menores de 5 años llegaba al 64,4%. Para el año 1995 la incidencia de desnutrición crónica en el campo fue de 64,5% y en el 2004 cayó al 21%. Actualmente, según estudios del Ministerio de Inclusión Económica y Social (Mies) en el periodo del 2006 al 2010, Cotopaxi es la provincia con mayor índice de desnutrición en el país, mostrando un descenso casi nulo de este factor, especialmente en las zonas rurales en donde inclusive existe un 80% de casos de anemia (La Hora Nacional, 2009). A continuación se muestra en la Tabla 2 la tasa de desnutrición global y crónica según áreas y cantones en la provincia de Cotopaxi.

Tabla 2. Tasa de desnutrición global y crónica según áreas y cantones en la provincia de Cotopaxi

Cantones	Desnutrición Global		Desnutrición Crónica	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
La Maná	37.23	30.7	44.3	40
Latcunga	47.44	29.69	65.91	43.84
Pangua	41.56		53.06	
Pujilí	50.79	29.56	69.02	44.01
Salcedo	47.47	31.87	66.29	46.72
Saquisilí	46.52		64.43	
Sigchos	51.73		69.97	
Cotopaxi	47.4	30.1	64.5	44.5
País	41.1	27.6	53.4	37.8

Fuente: Infoplan2000

Elaborado: Equipo técnico PPDPC

* Cantones considerados en el censo de 1990 como rurales

En cuanto a las actividades económicas que se realizan en esta provincia, la agricultura y ganadería son las principales. La agricultura, posee un suelo extremadamente apto para la producción de cebada, trigo, maíz, legumbres, hortalizas y frutas; a lo que se le suma una gran riqueza forestal. Por otro lado, la ganadería es una de las más importantes en el país debido a su importante producción de carne, leche y sus derivados. La ganadería lechera se encuentra ubicada especialmente en las haciendas de San Agustín, La Avelina, San Sebastián, Pilacato, San Mateo, San Pedro; todas se situadas al norte de la provincia (Bolaños, 2006).

Es importante saber que, en relación a la capacidad instalada total, las plantas lecheras de mayor importancia en la zona son: Parmalat (31%), Indulac (26.2%), Lecocem (14.7), La Finca (9.9%), Lactodan (6.3%), y en el rango de 0.8 a 2% se ubica la procesadora láctea “El Ranchito” (Salzar, 2001).

A continuación en la Tabla 3, se muestra la capacidad instalada de las principales industrias lecheras en Cotopaxi.

Tabla 3. Capacidad instalada y utilizada de las industrias lácteas en la provincia de Cotopaxi

Industrias lácteas de la Provincia de Cotopaxi					
Industrias	Ubicación	Capacidad instalada		Capacidad utilizada	
		(miles de lt)	Porcentaje %	(miles de lt)	Porcentaje %
Parmalat	Lasso	78	31%	55	35.60%
Lecocem	Lasso	37	14.60%	22	14.30%
Indulac	Lasso	66	26.20%	38	24.60%
La nueva Avelina	Lasso	5	2%	3	1.90%
Fábrica Llesa	Lasso	4	1.60%	2	1.30%
Productos lácteos Freire Carrillo	Mulaló	2	0.80%	1	0.60%
Productos lácteos Tapia Tapia	Mulaló	2	0.80%	1	0.60%
Productos lácteos Romero Castillo	Mulaló	2	0.80%	1	0.60%
Técnicas lácteas del Ecuador	Joséguango Bajo	2	0.80%	1	0.60%
Productos lácteos Tobar Lozada	Chugchilán de Moreta	2	0.80%	1	0.60%
Lactodan	Latacunga	16	6.30%	10	6.50%
La Finca	Salache	25	9.90%	13	8.40%
Productos Lácteos Gutierrez Estrada	Salache	2	0.80%	1	0.60%
Derilacpy	Salcedo	3	1.20%	2	1.30%
Procesadora Muu	Salcedo	2	0.80%	1	0.60%
Productos lácteos El Ranchito	Salcedo	3	1.20%	2	1.30%
Productos lácteos Pozo Chamorro	Salcedo	2	0.80%	1	0.60%
Total		253	100%	155	100%

Fuente: Cámara de Industriales, ministerio de Salud, Cámara de comercio de la Provincia de Cotopaxi

Elaborado: Marlene Salazar

Se puede apreciar que las zonas de Latacunga, Lasso y Salcedo aportan con la mayor producción de leche no solo a nivel de la provincial, sino a nivel nacional.

3.2. Latacunga

Latacunga tiene una extensión de 6160 km² y cuenta con una población total de 143979 habitantes de los cuales el 64.1% se encuentra en el área rural (92,290 personas).

Este cantón tiene 10 parroquias rurales que son: Toacaso, San Juan de Pastocalle, Mulaló, Tanicuchí, Guaytacama, Alaquez, Poaló, Once de Noviembre, Belisario Quevedo, Joseguango Bajo como se ve en la Figura 2.



Figura 2. Parroquias de Latacunga

Las principales actividades económicas que se desarrollan en este cantón son: la actividad agrícola ganadera que corresponde al 56,9% y es la predominante como fuente de ingresos económicos en la mayoría de familias. Además de la agricultura se dedican al comercio 16,2%, la construcción 5,8%, la manufactura 4,2%, la enseñanza 3,08% y otras actividades 15,9% (Tirado, 2008).

San Agustín de Callo es una de las poblaciones rurales de la parroquia Mulaló cuyo perfil económico se sustenta básicamente, al igual que las otras regiones de esta provincia, en la producción láctea a muy baja escala, encontrándose otras pequeñas comunidades con similar perfil, que potencialmente pueden constituirse en competencia para la comunidad en estudio, como son (SIGAGRO, 2010):

- Culche Salas(ganadera)
- Lasso (ganadera)
- Salache(ganadera)
- Belisario Quevedo(ganadera)
- Tanicuchí(ganadera)
- Ignacio Flores(ganadera)
- Tanilloa(ganadera)

Por tanto, este estudio se enfocará en la base de la pirámide del Cantón Latacunga debido a que aquí se encuentra ubicado San Agustín de Callo y al ser una pequeña comunidad se buscará un mercado cercano para ofertar la leche pasteurizada, de óptima calidad y a precios accesibles.

CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DEL SUMINISTRO DE LECHE DE LA COMUNIDAD DE SAN AGUSTÍN DE CALLO.

El centro de acopio recibe la leche en dos periodos de tiempo, desde las 7am hasta las 10 am y desde las 6pm hasta las 9pm. Estos horarios se fijaron en función de las horas en que las vacas son ordeñadas, ya que se debe trasladar la leche hacia el centro lo más fresca posible para evitar la floración bacteriana. Por otra parte, el centro trabaja en ciclos quincenales, siendo el final de cada quincena la fecha en que se realizan todas las cuentas financieras y pago a socios.

El centro trabaja exclusivamente para los socios de CEDECO. Las 160 familias pertenecientes a la comunidad de San Agustín de Callo pueden volverse parte del centro de acopio y entregar leche al mismo. Hasta febrero del 2012, 122 familias lecheras de San Agustín se han asociado con el centro de acopio (FORDES, 2010). El número de miembros se ha ido incrementando considerablemente desde la apertura del mismo.

4.1 Cantidad de Leche Suministrada

El centro de acopio ha llevado registro de la cantidad de leche entregada diariamente en los dos horarios de atención desde el mes de mayo del 2011, con excepción del mes de junio. Por ende, debido a la restringida disponibilidad de datos, para todas las pruebas estadísticas se hará uso de los registros desde mayo del 2011 hasta enero del 2012. La cantidad de leche total entregada en cada mes se encuentra en el Anexo 1 Tabla 36 y la entrega total de litros de leche para cada quincena en la Tabla 37.

La Figura 3 y Figura 4, correspondientes a la cantidad de leche entregada mensual y quincenalmente, muestran una tendencia de aumento de la cantidad de leche suministrada entre los meses de mayo y la primera quincena de septiembre. La segunda quincena de septiembre parece ser una cantidad atípica ya que el número de litros de leche entregada es similar a los primeros meses de registro. Mientras tanto, entre los meses de octubre y enero la cantidad de leche entregada llega a un punto máximo y parece estabilizarse.

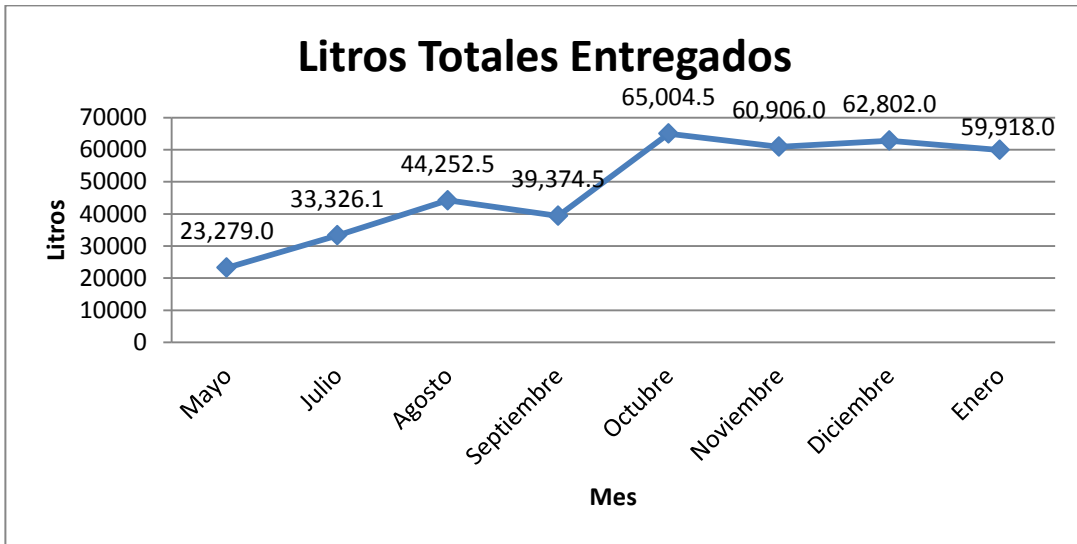


Figura 3. Litros de leche totales entregados por mes.

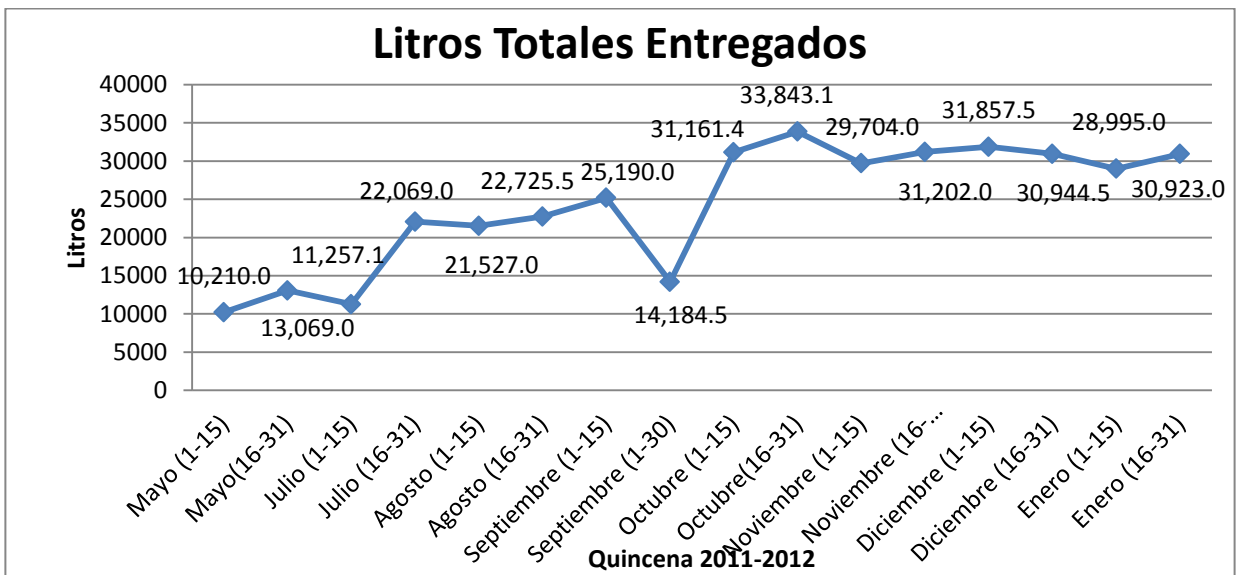


Figura 4. Litros totales entregados por quincena

Para confirmar dichos comportamientos se procede a realizar un análisis de varianza donde la variable respuesta es la cantidad de leche promedio entregada diariamente y el factor cada quincena. El análisis se hará en dos etapas basándose en el comportamiento observado en las gráficas de la leche total entregada. Primero se seleccionan las quincenas de mayo a septiembre y posteriormente a las quincenas de los meses de octubre a enero.

4.1.1 Análisis de Varianza entre las Quincenas de Mayo a Septiembre

El primer análisis de varianza se realiza para las quincenas de mayo a septiembre y el mismo se muestra en la Figura 5.

$$H_0 = u_{1.1} = u_{1.2} = u_{2.1} = u_{2.2} = u_{3.1} = u_{3.2} = u_{4.1} = u_{4.2}$$

$$H_1 = u_{i,j} \neq u_{k,j} \text{ para al menos un par de quincenas}$$

$u_{i,j}$ = promedio de litros entregados diariamente en el mes i en la quincena j

i = 1-Mayo

2-Julio

3-Agosto

4-Septiembre

j = 1-Primera Quincena del mes

2-Segunda Quincena del mes

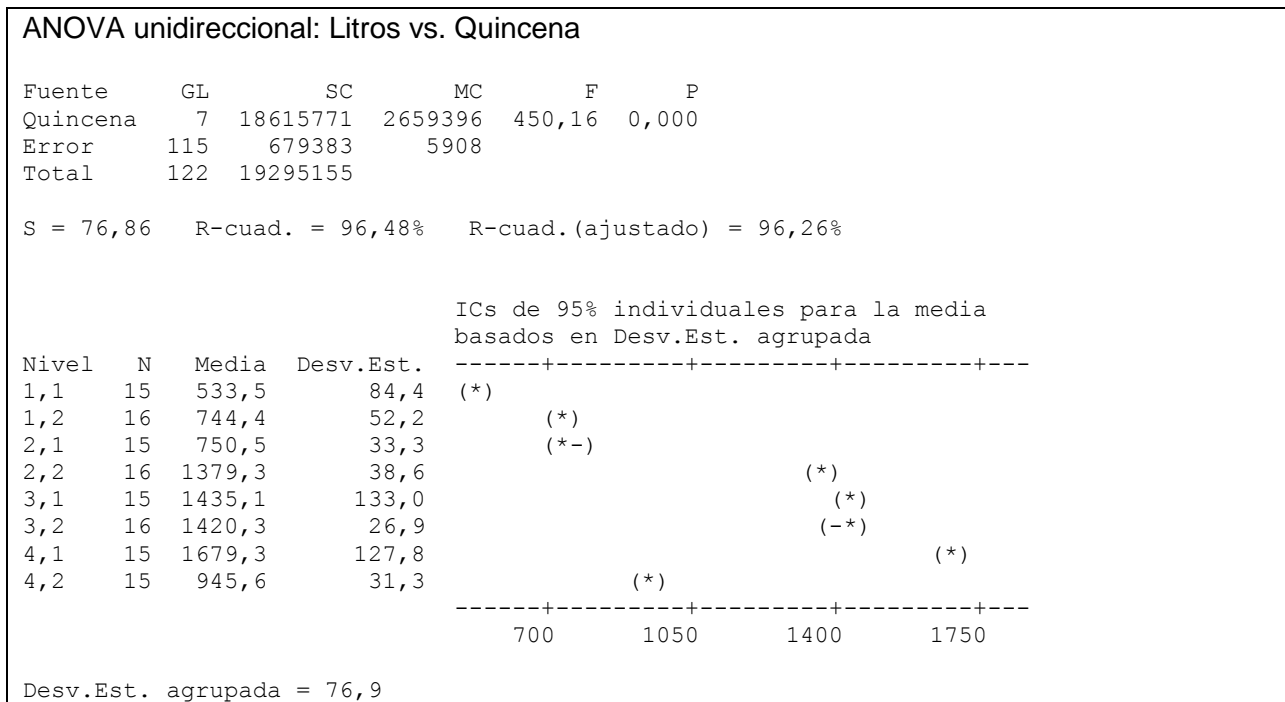


Figura 5. Análisis de varianza para las quincenas de mayo a septiembre.

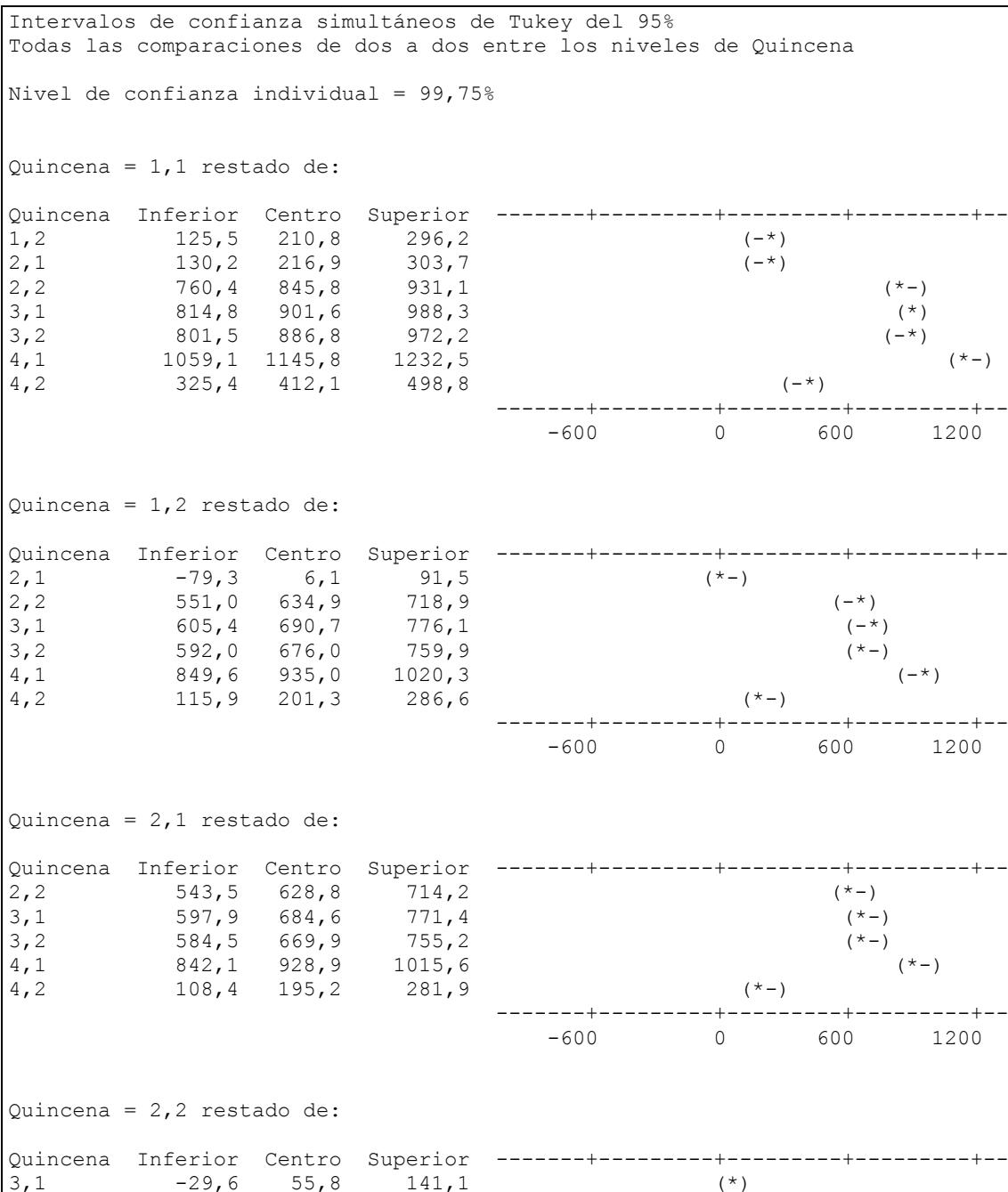
Utilizando un nivel de confianza del 95% se rechaza la hipótesis nula. Esto se debe a que el valor P es menor al alfa del 0.05 y por ende se concluye que existe diferencia entre el promedio de litros de leche entregada diariamente entre los meses. Para conocer cuáles son las

medias que difieren se procede a hacer una prueba de medias de Tukey, esta prueba se expone en la Figura 6.

4.1.1.1 Prueba de Medias

$$H_0 = \mu_i = \mu_j$$

$$H_1 = \mu_i \neq \mu_j \text{ para todo el par de medias } i, j$$



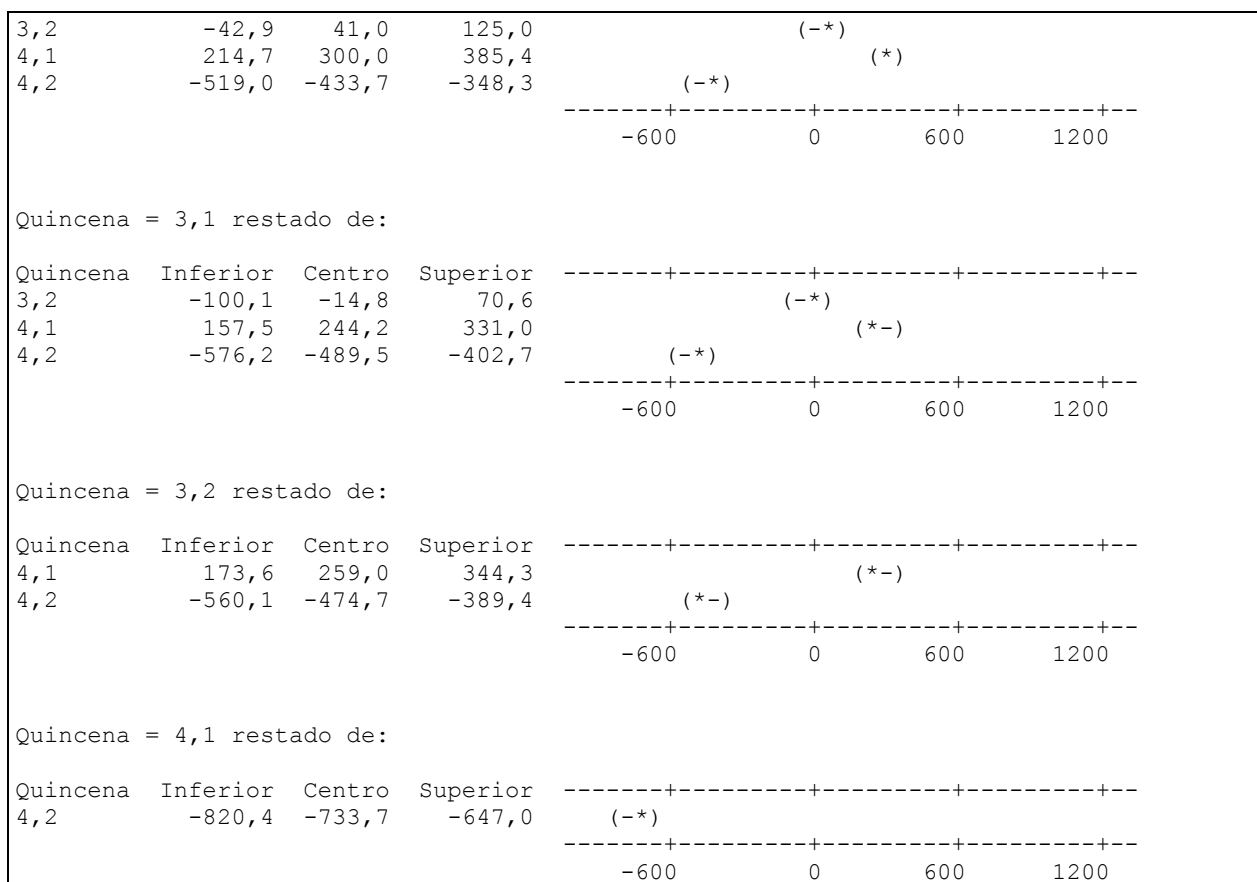


Figura 6. Análisis de medias para las quincenas de mayo a septiembre.

Mediante la prueba de medias de Tukey se obtiene que las medias que son estadísticamente iguales son: segunda quincena de mayo y la primera quincena de junio, la segunda quincena de julio y primera quincena de agosto, segunda quincena de julio y segunda quincena de agosto y finalmente la primera quincena de agosto y segunda quincena de agosto. Las otras quincenas tiene un promedio de leche diaria estadísticamente diferente. Las quincenas con medias estadísticamente similares se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Quincenas estadísticamente similares en la cantidad de leche promedio entregada diariamente entre julio y septiembre.

Medias Estadísticamente Similares
Segunda Quincena de Mayo-Primera Quincena de Julio
Segunda Quincena de Julio-Primera Quincena de Agosto
Segunda Quincena de Julio- Segunda Quincena de Agosto
Primera Quincena de Agosto- Segunda Quincena de Agosto

4.1.1.2 Análisis de Residuos

En función de la Figura 7, donde se muestran las gráficas de los residuos, se encuentra que los residuos siguen el supuesto de normalidad. Esto se observa mediante la gráfica de probabilidad normal y el histograma que se asemeja a dicha distribución. Sin embargo, se observa que hay puntos atípicos en la gráfica de probabilidad normal. Esto principalmente se debe a la cantidad de leche suministrada en la segunda quincena de septiembre disminuye considerablemente a las quincenas predecesoras y sucesoras. Los factores que pudieron haber causado ese comportamiento son el clima, situación fisiológica de las vacas ó festividades que aumentaron el consumo de leche interno y que no se encuentran en control del experimentador. Por otra parte, se observa que no hay patrones en los residuos vs. valor ajustado y orden de observación por lo que se concluye tener una varianza constante. Se concluye que se cumplen con los supuestos de la prueba Anova.

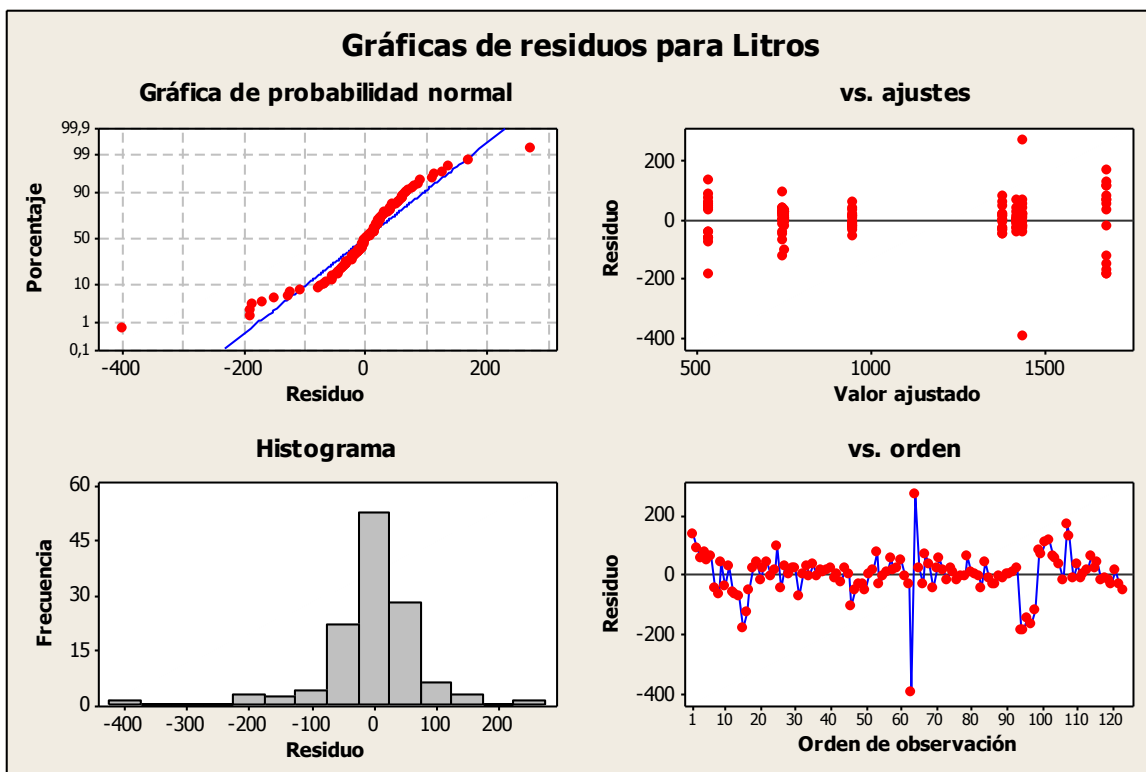


Figura 7. Gráficas de residuos para la prueba de Anova de cantidad de leche entregada en las quincenas de julio a septiembre.

4.1.1.3 Conclusiones

El análisis de varianza muestra que la mayoría de las quincenas de mayo a septiembre del 2011 tiene medias estadísticamente distintas. Esta conclusión y la gráfica de la cantidad promedio de leche entregada en dichas quincenas demuestran que hay una tendencia de crecimiento con el tiempo. Este aumento se debe a que el número de socios del centro de acopio se ha ido incrementando con los meses y por ende hay mayor cantidad de litros suministrados.

4.1.2 Análisis de Varianza entre las Quincenas de Octubre a Enero

Se procede a realizar el análisis de varianza para las quincenas encontradas entre los meses de octubre a enero. El mismo se encuentra en la Figura 8.

$$H_0 = u_{5,1} = u_{5,2} = u_{6,1} = u_{6,2} = u_{7,1} = u_{7,2} = u_{8,1} = u_{8,2}$$

$$H_1 = u_{i,j} \neq u_{k,j} \text{ para al menos un par de quincenas}$$

$u_{i,j}$ = promedio de litros entregados diariamente en el mes i en la quincena j

$i = 5$ -Octubre
 $i = 6$ -Noviembre
 $i = 7$ -Diciembre

$i = 8$ -Enero
 $j = 1$ -Primera Quincena del mes
 $j = 2$ -Segunda Quincena del mes

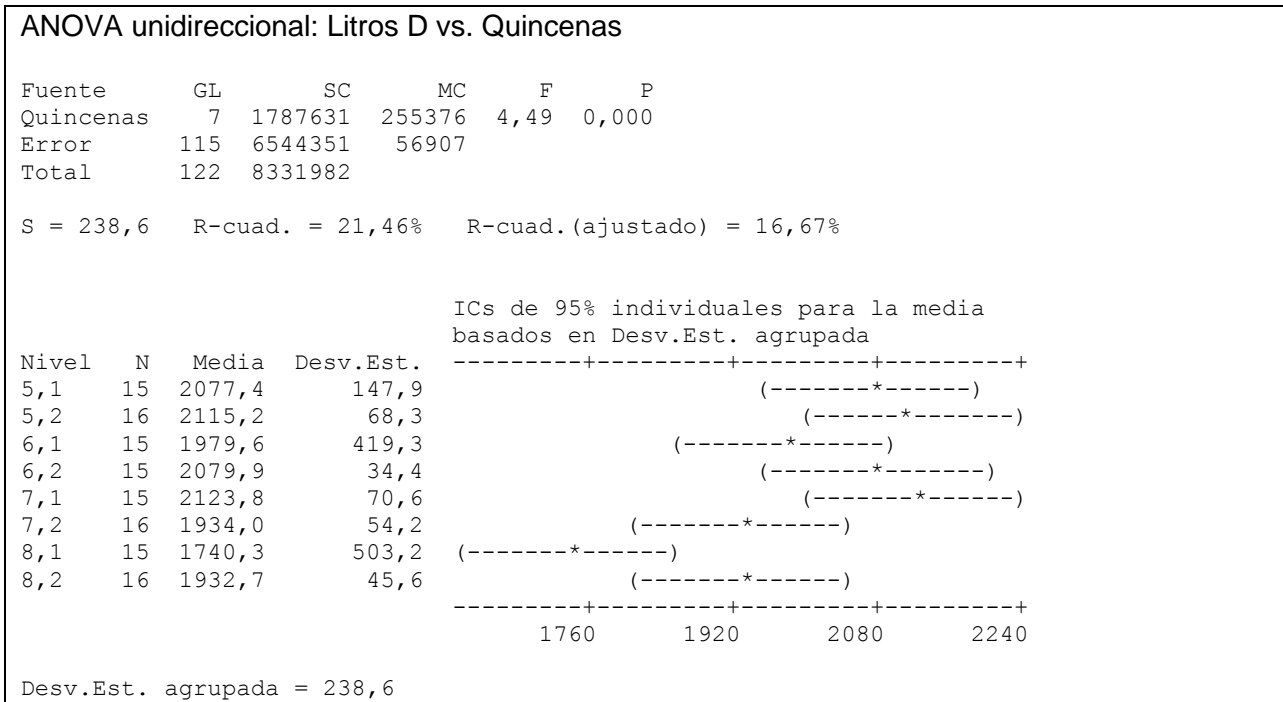


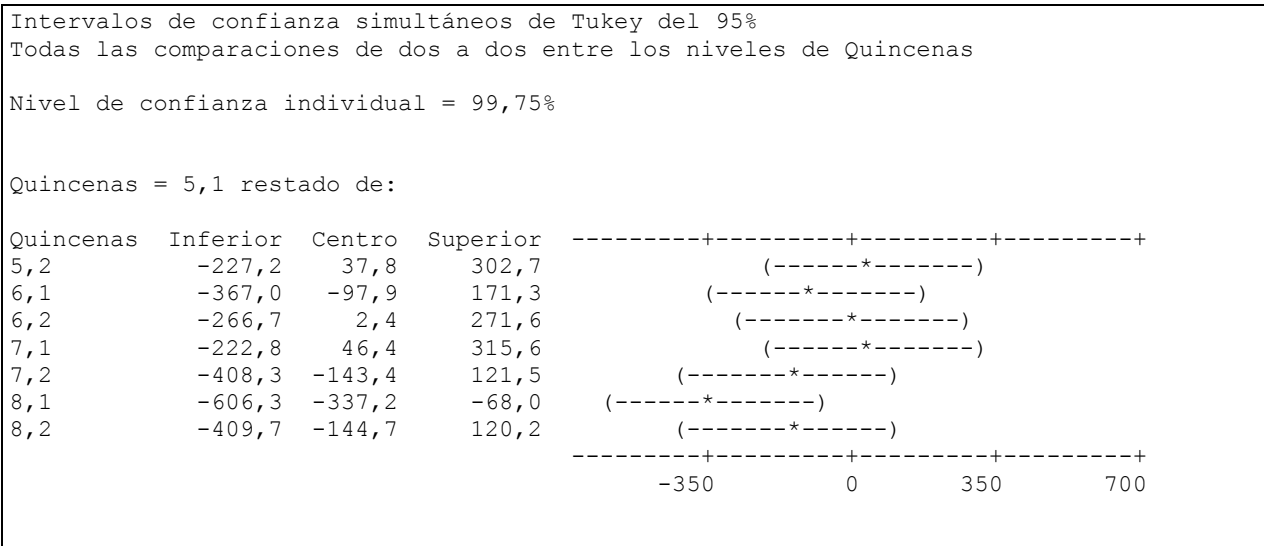
Figura 8. Análisis de varianza para las quincenas de octubre a enero.

Con un valor P cercano a 0, y un alfa del 0.05, se rechaza la hipótesis nula. Por ende se concluye que el promedio de litros diarios por quincena difieren. Se procede a hacer una prueba de medias para conocer la media distinta esta se expone en la Figura 9.

4.1.2.1 Prueba de Medias

$$H_0 = u_i = u_j$$

$$H_1 = u_i \neq u_j \text{ para todo el par de medias } i, j$$



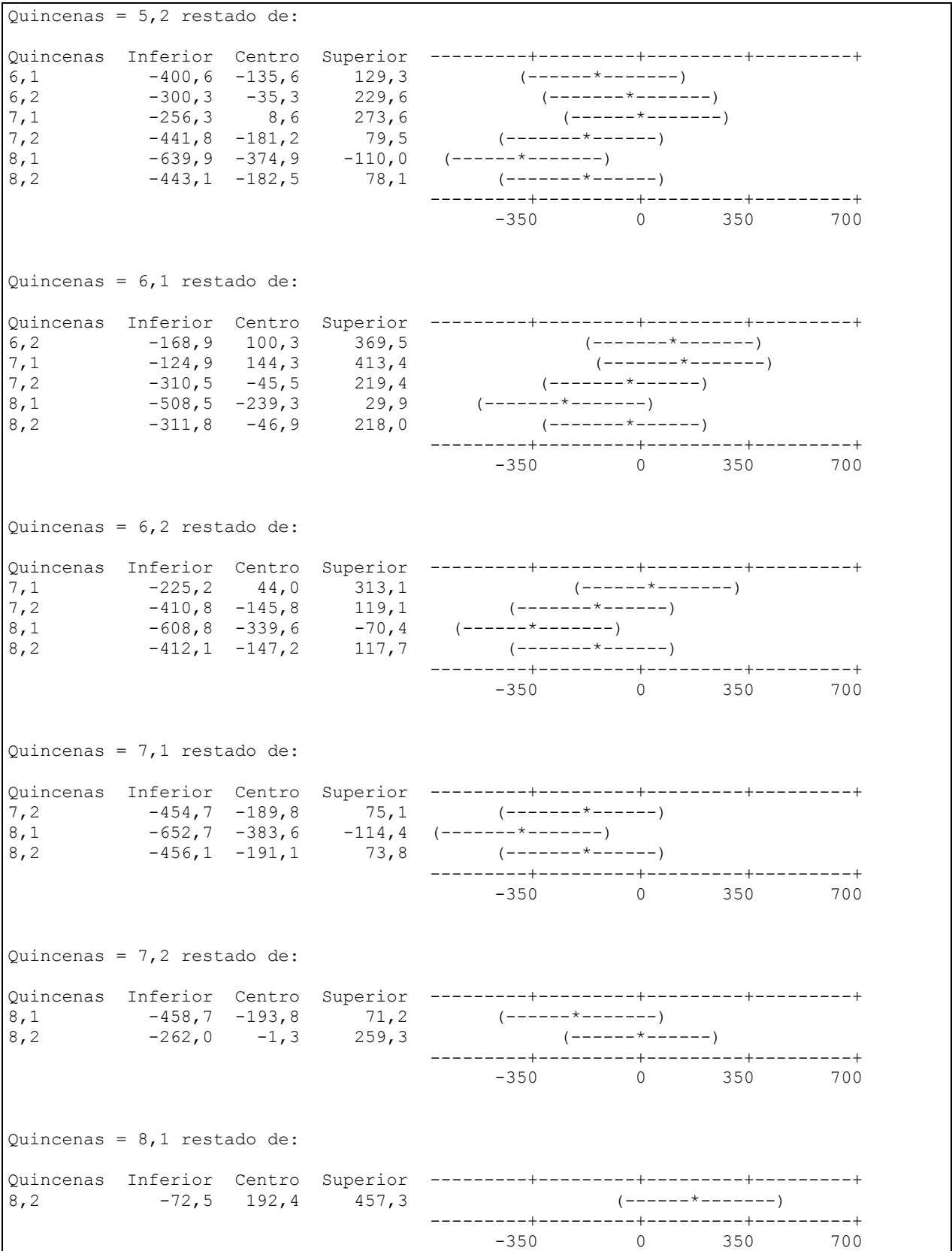


Figura 9. Análisis de medias para las quincenas de octubre a enero.

Con un 95% de confianza se obtiene que el promedio de leche diaria entregada es estadísticamente similar entre todas las quincenas excepto la primera quincena de enero con las dos quincenas de octubre, segunda quincena de noviembre y primera quincena de enero. Las medias estadísticamente diferentes se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Quincenas estadísticamente diferentes en la cantidad de leche promedio entregada diariamente entre octubre y enero.

Medias Estadísticamente Diferentes
Primera Quincena de Octubre- Primera Quincena de Enero
Segunda Quincena de Octubre - Primera Quincena de Enero
Segunda Quincena de Noviembre - Primera Quincena de Enero
Primera Quincena de Diciembre - Primera Quincena de Enero

4.1.2.2 Análisis de Residuos

Los supuestos de la prueba Anova no parecen cumplirse. En la Figura 10 se observa la gráfica de probabilidad normal donde se muestran puntos atípicos y colas por lo que se considera que los residuos no son normales. El punto atípico se causó por la cantidad de leche suministrada en la primera quincena de enero que resulta ser menor al del resto de los meses. Esta misma observación afecta la aleatoriedad del orden de observación ya que los residuos correspondientes a esa quincena son considerablemente inferiores al resto. Adicionalmente, la varianza de los residuos no parece mantenerse constante. Esto es consecuencia de factores externos que afectan la cantidad de leche que se entrega diariamente y que no se han tomado en cuenta. Principalmente en la comunidad estos factores pueden ser el clima, festividades, enfermedades del ganado y disponibilidad del pasto. Sin embargo estos no están en control de los experimentadores y por ende no se puede realizar un bloqueo de los mismos. Sin embargo se considera que el factor quincena logra captar dentro de cierta medida el clima, temperatura y festividades de la comunidad que pueden afectar el suministro de leche. Además, se considera que el análisis de varianza con efectos fijos es robusto al supuesto de normalidad y que desviaciones del mismo hacen que el nivel de significación y potencia sean más bajos (Montgomery D. C., 2007). Por ello se considera que el análisis de varianza efectuado tiene conclusiones valederas.

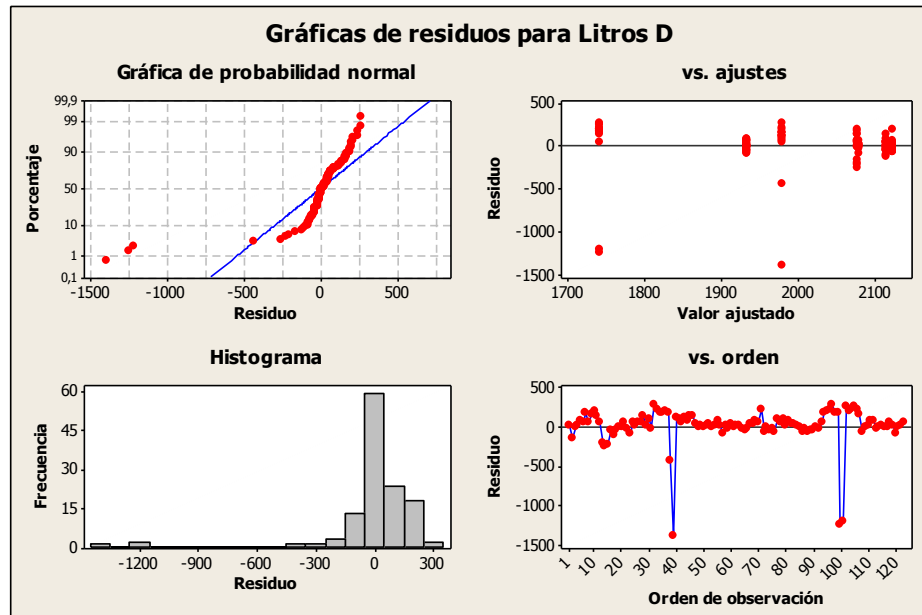


Figura 10. Gráficas de residuos de la prueba de Anova para la cantidad de la leche entregada en las quincenas de octubre a enero.

4.1.2.3 Conclusiones

El análisis de varianza muestra que el promedio de leche diaria entregada es estadísticamente similar entre todas las quincenas de octubre a enero con excepción de la primera quincena de enero. Debido a la falta de datos históricos no se puede conocer si la primera quincena de enero siempre muestra un comportamiento de este tipo por las festividades y el aumento del consumo interno o porque el sistema no ha llegado a la estabilidad. Sin embargo, como la segunda quincena de enero tiene una cantidad de leche suministrada similar a los de los meses de octubre a diciembre se descarta la inestabilidad del sistema y se concluye que la leche suministrada llega a su nivel de estabilidad.

4.1.3 Cantidad Leche Suministrada

Con la prueba de Anova de los meses de mayo a septiembre del 2011 se concluye que la cantidad de leche suministrada durante ese periodo tiene una tendencia creciente y no refleja la estabilidad del sistema actual. Por ello, se descartan dichos datos para determinar la cantidad de leche suministrada actualmente y se trabaja con la información registrada de los meses con medias estadísticamente similares de octubre a enero. Es decir, la cantidad de leche suministrada diariamente se consigue al obtener el promedio y la desviación estándar de las medias de la segunda quincena de enero y las quincenas de octubre, noviembre y diciembre. Se encuentra

entonces que los miembros de CEDECO están suministrando actualmente en promedio 2,033.50 litros diarios con una desviación estándar de 184.80 litros. Esto significa, con un 95% de confianza, se entrega entre 1,998.30 litros y 2,068.80 litros diarios.

Para un resumen estadístico más detallado de la cantidad de leche suministrada diariamente dirigirse al Anexo 2 Figura 60.

4.1.4 Litros de Leche Entregados por cada Socio

Una variable de interés es la cantidad de leche promedio que cada socio entrega al centro de acopio en cada viaje. Para ello, se procede a contabilizar la cantidad de socios que entregan al menos un litro de leche en cada horario. Posteriormente, se divide la cantidad total de leche entregada durante ese horario por la cantidad de socios encontrados previamente. La fórmula se muestra en a continuación.

Litros de leche entregada por un socio

$$= \frac{\text{Litros totales de leche entregados en un horario}}{\text{Número de socios que entregaron al menos 1 litro de leche en un horario}}$$

Debido a que se concluyó que la cantidad de leche entregada diariamente en las quincenas de los meses de octubre, noviembre, diciembre y la segunda quincena de enero son estadísticamente iguales se obtuvo la cantidad de leche entregada por socio solo para esos meses. En el Anexo 3, Tabla 38, se encuentra la cantidad de leche promedio entregada por cada socio en cada turno de los meses anteriormente mencionados. Se establece entonces que en promedio los socios entregan por viaje 12.33 litros con una desviación estándar de 3.09 litros. Con un 95% de confianza, cada socio entrega entre 18.41 litros y 6.26 litros por turno de atención.

4.2 Porcentaje de leche entregada en cada horario

Como se ha establecido previamente, el centro de acopio trabaja en dos horarios diariamente. La cantidad de leche entregada en cada horario difiere considerablemente, siendo el turno de la mañana el más concurrido. La cantidad de leche entregada diariamente en cada horario y el porcentaje del total de la leche entregada de los meses de mayo a enero se muestran en el Anexo 4 Tabla 39. En la Figura 11 se muestra el promedio del porcentaje de leche entregada diariamente en el turno de la mañana en cada mes. Dicha gráfica muestra un aumento

del porcentaje de la leche entregada en el turno de la mañana a través de los meses, que va del 57.83% en mayo hasta el 74.04% en enero.

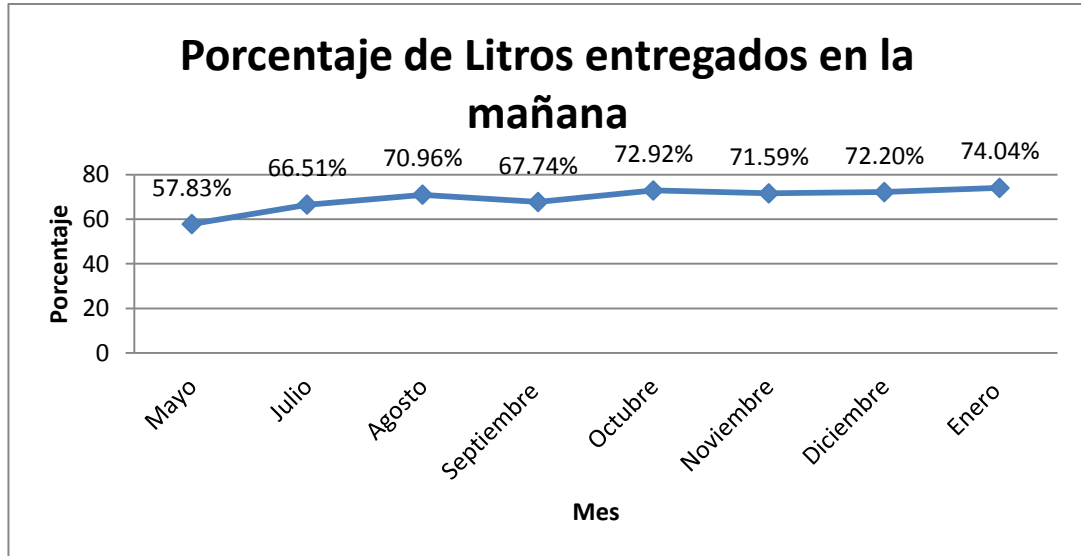


Figura 11. Promedio del porcentaje diario de leche entregada en el turno de la mañana.

Para determinar si estadísticamente se entrega mayor cantidad de leche en el turno de la mañana se procede a realizar una prueba t pareada. La comparación de medias se hace ente la población de porcentajes de leche entregada en la mañana desde el mes de mayo a enero y la población de porcentajes de leche entregada en el horario de la tarde durante ese mismo periodo. Dicha prueba se muestra en la Figura 12.

4.2.1 Prueba T pareada para el porcentaje de leche entregada en cada turno.

$$H_0: \mu_d = 0$$

$$H_1: \mu_d > 0$$

Donde $\mu_d = \mu_{\text{mañana}} - \mu_{\text{tarde}}$

$\mu_{\text{mañana}}$ = Promedio del porcentaje de leche entregado en el turno de mañana diariamente.

μ_{tarde} = Promedio del porcentaje de leche entregado en el turno de la tarde diariamente.

IC y Prueba T pareada: Horario Manana. HorarioTarde

T pareada para HorarioManana - HorarioTarde

	N	Media	Desv.Est.	Media del Error estándar
HorarioManana	246	0,69255	0,07692	0,00490
HorarioTarde	246	0,30745	0,07692	0,00490
Diferencia	246	0,38509	0,15383	0,00981

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. > 0): Valor T = 39,26 Valor P = 0,000

Figura 12. Prueba T pareada para el porcentaje de leche entregado en cada turno.

Con un nivel del confianza del 95% y un valor P cercano al 0 se rechaza la hipótesis nula. Por ende, se concluye que la media del porcentaje de leche entregado en el turno de la mañana es mayor al del turno de la tarde.

4.2.2 Conclusiones

Los resultados encontrados son que el porcentaje de leche entregada en el turno de la mañana es mayor al de la tarde. Estos representan, en promedio, el 69.25% de la leche entregada en el día. Con un 95% de confianza se entregará entre el 68.28% y el 70.20% de leche en el turno de la mañana de cada día.

4.3 Suministro Futuro

Uno de los principales factores para establecer la capacidad de la planta de leche es la cantidad máxima de leche que los habitantes de San Agustín pueden suministrar a futuro.

Existen tres variables que afectan la cantidad de leche que se entrega al centro de acopio: la cantidad de socios totales de CEDECO, la cantidad de socios activos y el número de vacas existentes en la comunidad. Se hace una diferencia entre la cantidad de socios totales y de socios activos porque si bien un socio es miembro de CEDECO éste puede no entregar leche en una determina quincena. La variable socios totales hace referencia a todas las personas que son miembros de CEDECO y socios activos exclusivamente a los que aportaron con al menos un litro de leche en una determinada quincena.

4.3.1 Pronóstico de la cantidad de leche suministrada en base a número total de socios.

El número de miembros ha aumentado con el tiempo. Específicamente, ha crecido de 57 miembros en mayo del 2011 hasta 122 miembros en la segunda quincena de enero del 2012. Esta es una de las razones por lo que la cantidad de la leche total suministrada ha aumentado. En la Tabla 6 se muestra el número de socios totales en cada quincena desde Mayo a Enero junto con al número promedio de litros entregados diariamente (Caiza, 2012).

Tabla 6. Número de miembros de CEDECO por quincena y cantidad de litros diarios promedio entregados en dicho periodo.

	Litros Diarios Promedio	Miembros Totales
Mayo (1-15)	680.66	57
Mayo(16-31)	816.81	59
Julio (1-15)	750.47	59
Julio (16-31)	1,379.31	91
Agosto (1-15)	1,435.10	91
Agosto (16-31)	1,420.34	94
Septiembre (1-15)	1,679.33	96
Septiembre (1-30)	945.63	96
Octubre (1-15)	2,077.42	108
Octubre(16-31)	2,115.19	118
Noviembre (1-15)	1,979.56	118
Noviembre (16-30)	2,079.86	120
Diciembre (1-15)	2,123.83	120
Diciembre (16-31)	1,934.03	120
Enero (1-15)	1,740.26	120
Enero (16-31)	1,932.68	122

La comprobación de relación entre la variables cantidad total de miembros y litros de leche entregados diariamente se realiza mediante un análisis de correlación mostrado en la Figura 13.

$H_0: \rho = 0$

$H_1: \rho \neq 0$

donde ρ es la correlación entre el par de variables

Correlaciones: Litros Diarios Promedio. Miembros Totales

Correlación de Pearson de Litros Diarios Promedio y Miembros Totales = 0,925
Valor P = 0,000

Figura 13. Análisis de correlación entre miembros totales y litros diarios promedios.

Con un valor P próximo a 0 se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe correlación positiva entre la cantidad de litros promedio entregados y la cantidad de miembros totales cuyo valor es de 0.925.

4.3.1.1 Análisis de Regresión.

Habiendo encontrado que una correlación entre la cantidad de litros promedios entregados y la cantidad de miembros totales se realiza una ecuación que relacione a ambos términos, siendo la cantidad de leche diaria promedio el valor dependiente y la cantidad total de socios la variable independiente. La prueba se muestra en la Figura 14.

Análisis de regresión: Litros Diarios Promedio vs. Miembros Totales

La ecuación de regresión es

Litros Diarios Promedio = - 481 + 20,6 Miembros Totales

Predictor	Coef.			
	Coef	de EE	T	P
Constante	-480,7	230,2	-2,09	0,056
Miembros Totales	20,630	2,260	9,13	0,000

S = 204,981 R-cuad. = 85,6% R-cuad. (ajustado) = 84,6%

Litros Diarios Promedio = - 481 + 20,6 (160 familias lecheras)

Litros Diarios Promedio =2815

Figura 14. Regresión para la cantidad miembros totales y los litros diarios promedio.

Se encuentra un modelo que tiene un R ajustado del 84.6% y un R cuadrado del 85.6% y que por ende predice adecuadamente los datos (Montgomery & Runger).

Se obtiene entonces que si las 160 familias lecheras se vuelven parte del centro de acopio habrá un suministro diario de aproximadamente 2,815 litros diarios. Es importante tener en cuenta que este modelo asume que no todos los socios entregan leche todas las quincenas, comportamiento que ha sido válido hasta el presente.

4.3.2 Pronóstico de la cantidad de leche suministrada en base a número activo de socios.

Es importante analizar la posibilidad de que todas las familias lecheras de San Agustín entreguen leche en una misma quincena. Para esto se construye la Tabla 7, en base a los registros de leche entregada quincenalmente, de la cantidad de socios que aportaron al menos un litro de leche al centro de acopio en cada quincena.

Tabla 7. Número de miembros activos por quincena y cantidad de litros diarios promedio entregados en dicho periodo

	Litros Diarios Promedio	Miembros que aportaron
Mayo (1-15)	680.66	55
Mayo(16-31)	816.81	50
Julio (1-15)	750.47	50
Julio (16-31)	1,379.31	91
Agosto (1-15)	1,435.10	90
Agosto (16-31)	1,420.34	92
Septiembre (1-15)	1,679.33	94
Septiembre (1-30)	945.63	61
Octubre (1-15)	2,077.42	104
Octubre(16-31)	2,115.19	107
Noviembre (1-15)	1,979.56	107
Noviembre (16-30)	2,079.86	109
Diciembre (1-15)	2,123.83	110
Diciembre (16-31)	1,934.03	110
Enero (1-15)	1,740.26	109
Enero (16-31)	1,932.68	111

Se realiza un análisis de correlación entre las variables número de miembro activos y litros diarios promedio y se expone en la Figura 15.

$H_0: \rho = 0$

$H_1: \rho \neq 0$

donde ρ es la correlación entre el par de variables

Correlaciones: Litros Diarios Promedio. Miembros que aportaron

Correlación de Pearson de Litros Diarios Promedio y Miembros que aportaron =
0,927
Valor P = 0,000

Figura 15. Análisis de correlación entre miembros totales y litros diarios promedio.

Con un valor P cercano al 0 se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe correlación positiva entre la cantidad de litros promedio entregados y la cantidad de miembros activos. Específicamente hay una relación 0.927 con el número de miembros activos. Esta correlación es mayor con 0.02 a la encontrada con los miembros totales porque el incremento de litros de leche entregada y miembros activos y tiene mayor proporcionalidad. Aún así, la diferencia no es significativa tomando en cuenta la incertidumbre en sí de un pronóstico.

4.3.2.1 Análisis de Regresión.

Se realiza un modelo de regresión en la Figura 16 para encontrar un modelo que describa el comportamiento de las dos variables. La cantidad de litros promedios entregados es la variable dependiente y el número de socios activos la independiente.

Análisis de regresión: Litros Diarios P vs. Miembros que aportaron

La ecuación de regresión es

Litros Diarios Promedio = - 371 + 20,4 Miembros que aportaron

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	-371,2	147,6	-2,51	0,018
Miembros que aportaron	20,421	1,511	13,51	0,000

S = 196,156 R-cuad. = 85,9% R-cuad. (ajustado) = 85,4%

Litros Diarios Promedio = - 371 + 20,4 (160 familiar lecheras)

Litros Diarios Promedio = 2893

Figura 16. Regresión para la cantidad miembros activos y los litros diarios promedio.

El modelo de regresión propuesto tiene un valor R ajustado del 85.4% y R cuadrado del 85.9% que significa que se ajusta apropiadamente a la población de los datos. Finalmente, se establece que si las 160 familias lecheras forman parte del centro de acopio y aportan simultáneamente con al menos un litro de leche habrá un suministro de 2,893 litros diarios.

4.3.3 Pronóstico de la cantidad de leche suministrada en base al número de vacas en San Agustín.

San Agustín de Callo es una comunidad con aproximadamente 100 hectáreas de tamaño. Un censo realizado en el 2010 encontró que el 72% de las familiar son propietarias de 377 cabezas de ganado, de las cuales 178 son vacas. Adicionalmente, mediante un análisis de la capacidad productiva de la tierra de San Agustín se encontró que se puede acoger un máximo de 5 cabezas de ganado por hectárea (FORDES, 2010). Esto significa que en la comunidad pueden habitar 500 cabezas de ganado sin causar un deterioro a largo plazo de los recursos naturales de la zona.

En el 2010 la comunidad tenía la oportunidad de aumentar el número de cabezas de ganado en 123 animales. El pronóstico de la cantidad de leche suministrada a futuro se hará en base al caso máximo. Es decir, se asume que las 123 cabezas de ganado faltantes son vacas y que con las 178 vacas censadas en el 2010 se pueden alojar óptimamente 301 vacas en San Agustín.

Se procede a realizar una encuesta aleatoria entre los socios del centro de acopio para determinar la cantidad de vacas que estaban dando leche en la segunda quincena de enero del 2012. Con esta información y los registros diarios de leche aportada se puede llegar a conocer cuántos litros de leche entrega una vaca diariamente en San Agustín de Callo en promedio.

4.3.3.1 Elección del Tamaño de la muestra

La cantidad de vacas en San Agustín de Callo es desconocida pero en base a los supuestos expuestos previamente se determina que la población total está compuesta por 301 vacas. Se hizo una muestra piloto el sábado 28 de enero del 2012 con 12 socios, dado que cada socio tiene entre 1 y 2 vacas se obtuvo una muestra total de 16 vacas. La encuesta, resultados y análisis del mismo se encuentran en el Anexo 5 la Tabla 40, Tabla 41 y Tabla 42 respectivamente. La encuesta muestra que cada vaca brinda en promedio 9.70 litros con una desviación estándar de 2.44 litros. Con un nivel de confianza del 95% y una precisión de ± 0.50 litros, se obtiene que el tamaño de muestra debe ser de aproximadamente 70 vacas.

$$n = \frac{301 \cdot 1.96^2 \cdot 2.44^2}{0.5^2 \cdot 300 + 1.96^2 \cdot 2.44^2} \approx 70$$

Se realiza la encuesta a 28 socios más con un total de 39 socios encuestados y un total de 71 vacas muestreadas. El resultado y análisis de la misma se encuentra en la Tabla 43 y Tabla 44 del Anexo 6.

4.3.3.2 Cantidad de Leche Entregada Máxima

Se encuentra que la media de litros entregados diariamente por una vaca es de 8.22 con una desviación estándar de 2.83 litros. Adicionalmente se concluye que con un 95% de confianza una vaca entregará entre 7.05 y 9.39 litros.

Esto significa que si en San Agustín de Callo se alojan 301 vacas habrá un suministro diario que oscila entre 2,122.05 y 2,826.39 litros con un promedio de 2,474.00 litros diarios.

En la Figura 61 del Anexo 6 se muestra un resumen estadístico para la variable litros entregados diariamente.

4.3.4 Conclusiones

Los resultados de la cantidad de leche suministrada diariamente a futuro con los tres tipos de modelos se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Cantidad de leche entregada diariamente con tres tipos de modelos de pronóstico.

Modelo de Pronóstico	Litros de leche Promedio entregados Diariamente
Regresión con número de socios totales.	2,815.00
Regresión con número de socios activos.	2,893.00
Relación con el número de vacas máximas.	2,474.00

Los análisis de regresión generan un pronóstico muy similar para la cantidad de leche máxima promedio. Sin embargo dichos modelos no tomen en cuenta la capacidad medioambiental del ecosistema que restringe la población de ganado vacuno y por ende la posible cantidad de leche suministrada. Si bien el número de socios es una variable que tiene una alta correlación el número de litros de leche, la misma no logra capturar la sostenibilidad que es un factor indispensable. Por ende, se considera que el pronóstico que relaciona al número

máximo de vacas en San Agustín de Callo es el más asertivo y se concluye que la comunidad tiene un máximo de capacidad de suministro de 2,474 litros diarios.

CAPÍTULO 5.- ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD

La capacidad máxima para una instalación está en función de la demanda, cantidad de materia prima y ganancia. Se debe elegir un valor que equilibre el nivel de servicio y los costos (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004). Por ello, se hace un análisis de la potencial de demanda de la leche de San Agustín, la cantidad de materia prima y finalmente costos para elegir la capacidad adecuada para la planta de pasteurización.

5.1 Demanda

En el capítulo 3 se brinda una descripción estadística de la provincia de Cotopaxi y del cantón de la Latacunga. Cotopaxi es la provincia con mayor desnutrición del Ecuador y por ende se decidió dirigir el producto para este segmento de mercado. Por otra parte, debido a que la comunidad de San Agustín de Callo produce leche a pequeña escala y no puede satisfacer a un gran mercado es más eficiente distribuir la misma dentro del cantón Latacunga. El antes mencionado cantón cuenta con 143,979 habitantes, de los cuáles 39,836 no tienen sus necesidades básicas satisfechas. La leche está enfocada para mejorar la condición alimenticia de estas personas por lo que este grupo representa la población objetivo. Por ende, conociendo que cada persona debe tomar 125 litros anuales según la organización mundial de la salud, la cantidad de demanda esperada es de 4'979,500 litros anuales o equivalentes a 13,642 litros diarios.

5.2 Cantidad de Materia Prima

En el capítulo 4 se realiza un análisis del suministro máximo de leche que puede brindar la comunidad diariamente. En las condiciones actuales, la comunidad entrega 2033.50 litros/diarios en promedio. Al realizar un pronóstico, en función del número máximo de vacas que puede habitar en San Agustín, se obtiene que la cantidad de leche máxima a futuro son de 2,473.62 litros diarios. Por ende, este valor representa la capacidad de producción máxima de la planta.

5.3 Capacidad Económica

5.3.1 Sistema de Producción Seleccionado

Los sistemas de pasteurización, en su mayoría, están diseñados para una alta producción diaria. Milk-Pro es un nuevo sistema artesanal que aprovecha del proceso de pasteurización lento y en bolsa, siendo por ello uno de los más económicos. Su fabricante está en África y su

uso es apoyado FAO para comunidades rurales (FAO, 2001). El sistema está compuesto por 3 equipos, una llenadora y selladora de bolsas, una máquina pasteurizadora y una máquina enfriadora. Existen dos tipos de sistemas, uno capaz de procesar 1000 litros diarios y otro de 1,500 litros diarios; con una jornada de 10 horas por día. Dado que San Agustín está en capacidad de proveer 2,474 litros diarios se hará el análisis en base a tres posibles escenarios: comprar un equipo de 1,000 litros diarios y vender los 1,474 litros de leche cruda excedente a los actuales clientes de CEDECO, comprar un equipo de 1,500 litros diarios y vender los 974 litros excedentes a las pasteurizadoras locales y finalmente comprar los dos sistemas con una producción de 2,500 litros pasteurizados diarios.

Los precios de los sistema de 1,000 litros diarios y 1,500 litros diarios respectivamente son de 15,950 dólares y 21,950 dólares (Haylle-Dick, 2012). Tomando en cuenta todos los costos de importación y transporte hasta San Agustín de Callo el precio por el sistema de 1000 litros diarios es \$25,075.31, para el de 1,500 litros diarios de \$31,860.56 y para el de 2,500 litros diarios de \$49,897.29 (Rivera, 2012). Estos valores para los tres sistemas se muestran en la Tabla 9 y a más detalle en el Anexo 7 Tabla 45, Tabla 46 y Tabla 47.

Tabla 9. Costos de importación y traslado de los sistemas de pasteurización.

Capacidad	Costo de Importación de Sistema de Pasteurización (dólares)		
	1000 litros/diarios	1500 litros/diarios	2500 litros/diarios
Costo FOB (Origen):	15,950	21,950	37,900
Costo Flete Marítimo:	4,900	4,900	4900
Costo Póliza de Seguro:	98.21	126.15	200.43
Pago Liquidación:	2,631.10	3,388.21	5,400.85
Tasa de Almacenaje:	196	196	196
Transporte Interno ECU:	550	550	550
Agente de Aduanas:	250	250	250
Gastos Varios Destino:	500	500	500
Total	25,075.31	31,860.36	49,897.29

Fuente: (Rivera, 2012)

5.3.1.1 Costos Fijos de Producción

Se encuentran cinco elementos que contribuyen a los costos fijos de la planta de pasteurización Milk Pro y estos son: sueldo de los operadores, electricidad, agua, pago del préstamo para la compra del sistema y gastos adicionales.

El sistema necesita de un trabajador que opere la máquina llenadora y selladora, un trabajador que opere la máquina pasteurizadora y un trabajador para la máquina enfriadora (Haylle-Dick, 2012). Por otra parte, el centro de acopio necesita de un trabajador que se encargue de la recepción de la leche el turno de la mañana y de la tarde. Esto da un total de cuatro trabajadores por día, de los cuáles tres deben estar presentes en el tiempo de producción y uno en el horario de recepción de leche. El centro de acopio funciona los siete días a la semana durante 10 horas por lo cual se necesitan siete trabajadores para que cada uno trabaje 40 horas a la semana y no se incurra en horas extras. El cálculo se muestra a continuación.

Número de trabajadores mensuales (equipo de 1000 y 1500 litros diarios) =

$$\frac{4 \frac{\text{trabajadores}}{\text{día}} * 10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 7 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{1 \text{ mes}}}{1 \frac{\text{trabajador}}{\text{día}} * 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{1 \text{ mes}}} = 7 \frac{\text{trabajadores}}{\text{mes}}$$

Asumiendo que se paga un sueldo básico, el costo total por cada trabajador es de \$388.3 mensual el primer año y 412.63 desde el segundo año. Esto significa un costo total por los siete trabajadores de \$2,718.18 mensual el primer año y \$2,888.44 desde el segundo año. El cálculo del sueldo básico se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Cálculo del sueldo básico mensual del 2012.

Sueldo Inicial	\$292.00
Decimo Cuarto	\$24.33
Decimo Tercero	\$24.33
Aporte IESS	\$35.48
Fondos de Reserva	\$24.32
Vacaciones	\$12.17
Sueldo Mensual para el 1er año	\$388.31
Sueldo Mensual Posterior al 1 año	\$412.63

Por otra parte, en la fábrica pasteurizadora con capacidad de 2,500 litros diarios se necesitan 7 trabajadores diarios, 3 que trabajen en el sistema de 1,500 litros diarios, 3 en el

sistema 1,000 litros diarios y 1 en la recepción lo significaría un total de 13 trabajadores mensuales. El cálculo se expone a continuación.

Número de trabajadores mensuales (dos equipos de 2500 litros diarios) =

$$\frac{7 \frac{\text{trabajadores}}{\text{día}} * 10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 7 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{1 \text{ mes}}}{1 \frac{\text{trabajador}}{\text{día}} * 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{1 \text{ mes}}} = 13 \frac{\text{trabajadores}}{\text{mes}}$$

Esto figura un costo en sueldos de \$5,048 mensuales antes del primer año y de \$5,364.26 después del primer año.

El costo de la electricidad tiene dos componentes, el costo de la electricidad utilizada por el sistema de pasteurización y la electricidad utilizada por el centro de acopio. Actualmente el centro de acopio gasta aproximadamente 50 dólares mensuales (Toapanta, 2012). El costo de la electricidad que usa el sistema ha sido desglosado en kilowatt/hora por litro por lo que dicho valor se incluirá en los costos variables.

El agua, al igual que con la electricidad, se ve afectado por el consumo del sistema de pasteurización y por el consumo del centro de acopio. El centro de acopio gasta mensualmente en promedio 15 dólares diarios (Toapanta, 2012). Adicionalmente, el sistema consume 100 litros diarios de agua (Haylle-Dick, 2012) lo que aumenta 17.58 dólares el egreso actual por agua (EMAPA, 2011), dando un total de 32.58 dólares mensuales.

A estos elementos se le suma el costo de \$15 de los detergentes en base a cloro que necesita el sistema para su limpieza y de los insumos que se necesitan para realizar el control de calidad que son de \$20 mensuales (Toapanta, 2012). Esto da un total de 35 dólares mensuales en costos adicionales.

Adicional a la cantidad previamente expuesta se suma las cuotas mensuales para pagar por el sistema adquirido. Se prevé hacer el préstamo para 5 años con una tasa anual del 15.65%, que es la tasa promedio de los bancos del Ecuador (Banco Central del Ecuador, 2012). Esto aumenta el costo mensual en un monto de \$776.14 mensuales en el sistema de 1,500 litros diarios, de \$610.85 al sistema de 1,000 litros diarios y de \$1,215.53 al sistema de 2,500 litros diarios. Finalmente, los costos fijos para el sistema de 1,000 litros diarios son de \$3,616.87 mensuales, de \$3,782.16 para el sistema de 1,500 litros diarios y de \$6,697.37 para el sistema

de 2,500 litros diarios. Los costos fijos totales para los tres sistemas de producción se exponen en la Tabla 11.

Tabla 11. Costos fijos de los sistemas de producción.

Costos (dólares)	Sistema de Pasteurización		
	1000 litros/diarios	1500 litros/diarios	2500 litros/diarios
Sueldo de Trabajadores	2,888.44	2,888.44	5,364.26
Electricidad	50	50	50
Agua	32.58	32.58	32.58
Gastos Adicionales	35	35	35
Pago del Equipo (5 años- interés del 15.65%)	610.85	776.14	1,215.53
Costo Total	3,616.87	3,782.16	6,697.37

5.3.1.2 Costos Variables de Producción

En los costos variables de producción se cuenta el consumo de electricidad del sistema de pasteurización por litro, las fundas de empaque, el costo de distribución por litro y el costo de la leche.

Como se establece en el literal anterior, Milk Pro ha calculado el consumo de electricidad de cada litro de leche pasteurizada con dicho sistema. Este es de 0.122 kilowatt/hora por litro (Haylle-Dick, 2012), lo que genera un costo de \$0.075 por litro (ELEPCO S.A., 2012).

Mediante una cotización de bolsas para leche, que cumplen con las especificaciones del proceso, se determina que el costo por litro es de 0,015 (TINFLEX, 2012). La cotización se muestra en el Anexo 8 Figura 62.

El costo de distribución a los minoristas locales se basa en un análisis que se realiza posteriormente en el capítulo 6. Se determina que el costo por litro de leche trasladado es de \$0.015.

Finalmente, se utiliza el costo por litro de leche que la FORDES determinó al realizar un estudio en la comunidad. Este tiene un costo de 0.168 por litro y se incluyen los costos de arreglo

de pastizales, vacunas, alimento balanceado, devaluación de las vacas e uso de pastizales (FORDES, 2010). En la Figura 17 se muestra el desglose del valor.

<u>Gastos Anuales por Ganado Lechero</u>	
Arreglo y Mantenimiento de Pastizales:	\$320.98
Compra de Vacunas y Gastos Sanitarios:	\$10.49
Compra de Forrajes, Sales y Nutriente:	\$275.30
Devaluación del 10% anual de la vaca:	\$16,305.00
Desvalorización de Pastizales (5% de valor patrimonial):	\$7,718.90
<u>Gastos Diarios por Producción de Litro de Leche</u>	
Arreglo y Mantenimiento de Pastizales:	\$0.06
Compra de Vacunas y Gastos Sanitarios:	\$0.002
Compra de Forrajes, Sales y Nutriente:	\$0.051
Devaluación del 10% anual de la vaca:	\$0.037
Desvalorización de Pastizales (5% de valor patrimonial):	\$0.018
SUMA DE COSTOS:	\$0.168 por litro

Figura 17. Determinación de costo por litro de leche.

Fuente: (FORDES, 2010)

Todos estos valores dan un costo total variable de 0.273 por litro de leche pasteurizada para el sistema de 1000 litros diarios, 1500 litros diarios y 2500 litros diarios. En la Tabla 12 se expone un resumen de los costos variables.

Tabla 12. Costos variables por litro de leche producido.

	Costo por Litro de Leche (dólares)
Electricidad	0.075
Funda	0.015
Distribución	0.015
Leche	0.168
Total	0.273

5.3.1.3 Costo, Precio y Ganancia por litro de leche producido

El costo por litro de leche es la suma del costo variable y fijo. El costo fijo por litro de leche se obtiene al dividir el costo fijo mensual total por la cantidad de litros de leche pasteurizada en un mes.

Con el sistema de pasteurización de 1000 litros diarios se tiene una producción promedio de 30,417 litros mensuales lo que significa un costo fijo por litro de \$0.12. Al aumentar el costo variable obtenido en el anterior literal (\$0.273) se obtiene que el costo por litro de leche es de \$0.393. El cálculo se muestra en la Figura 18.

<i>Producción Mensual</i>	
	$\frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} = 30.42 \text{ días/mes}$
	$30.42 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{1000 \text{ litros}}{\text{diarios}} = 30,417 \frac{\text{litros}}{\text{mensuales}}$
<i>Costos Fijos por litro</i>	
	$\frac{3,616.87 \frac{\text{dólares}}{\text{mes}}}{30,417 \frac{\text{litros}}{\text{mensuales}}} = 0.12 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}}$
<i>Costos Totales por litro</i>	
	$0.12 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}} + 0.273 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}} = 0.393 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}}$

Figura 18. Deducción de Costos de Producción por de Litro de Leche en Sistema de 1000 l/diarios

En el sistema de producción de 1,500 litros diarios se obtendría una producción mensual de 45,625 litros lo que significaría un costo fijo por litro de \$0.08. Este valor sumado al costo variable de \$0.0273 se obtiene costo total de producción de \$0.353. Los cálculos se exponen en la Figura 19.

Producción Mensual

$$30.42 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{1500 \text{ litros}}{\text{diarios}} = 45,625 \frac{\text{litros}}{\text{mensuales}}$$

Costos Fijos por litro

$$\frac{3782,16 \frac{\text{dólares}}{\text{mes}}}{45625 \frac{\text{litros}}{\text{mensuales}}} = 0.08 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}}$$

Costos Totales por litro

$$0.08 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}} + 0.273 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}} = 0.353 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}}$$

Figura 19. Dedución de costos de producción por de litro de leche en sistema de 1500 l/diarios

En el sistema de producción de 2,500 litros diarios habrá una producción promedio diaria de 2474 litros diarios en base a la cantidad máxima de suministro diario. Esto significa una producción mensual de 75,251 litros y un costo fijo por litro de leche de \$0.09. Este valor sumado al costo variable da un costo total de \$0.363 por litro. En la Figura 20 se expresa el cálculo de los costos.

Producción Mensual

$$30.42 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{2,474 \text{ litros}}{\text{diarios}} = 75,250.83 \frac{\text{litros}}{\text{mensuales}}$$

Costos Fijos por litro

$$\frac{6,697.36 \frac{\text{dólares}}{\text{mes}}}{75,250.83 \frac{\text{litros}}{\text{mensuales}}} = 0.09 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}}$$

Costos Totales por litro

$$0.09 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}} + 0.273 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}} = 0.363 \frac{\text{dólares}}{\text{litro}}$$

Figura 20. Deducción de costos de producción por litro de leche en sistema de 2500 l/diarios

Actualmente, el precio en el mercado por litro de leche en bolsa está en aproximadamente \$0.75 y el Gobierno ha establecido el precio de litro de leche pasteurizada en \$0.70 (Diario El Comercio, 2010). El precio de venta al público se fijará en \$0.60 para introducirse en el mercado de la gente que conforma la base de la pirámide, es decir que sobreviven con menos de \$4 dólares diarios. Tomando en cuenta que los minoristas ganan el 5% del precio puesto por los productores (Merchán, Ganancia de Minoristas, 2012), el precio de venta al minorista debe ser de \$0.57. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el que fija el precio es el mercado más no el productor.

Bajo estos supuestos, se encuentra que la ganancia por litro de leche con el sistema de 1,000 litros diarios es de \$0.18, en el de 1,500 litros diarios de \$0.214 y en el de 2,500 litros diarios de \$0.208. Un resumen de los costos y ganancia por sistema de pasteurización se expone en la Tabla 13.

Tabla 13. Costo y ganancia por litro de leche producido por sistema de pasteurización.

Valores por Litro de Leche	Sistema de Pasteurización		
	1000 litros/diarios	1500 litros/diarios	2500 litros/diarios
Costo Fijo	0.12	0.08	0.09
Costo Variable	0.273	0.273	0.273
Costo de Producción Total	0.393	0.353	0.363
Costo de Venta al Minorista	0.57	0.57	0.57
Ganancia	0.177	0.217	0.207
Precio de Venta al Público	0.6	0.6	0.6

5.3.1.4 Ganancia Total Diaria

La ganancia puede estar dada por dos fuentes, la venta de leche pasteurizada y la venta de leche cruda. Actualmente, el cliente de CEDECO paga al centro de acopio \$0.37 por litro de leche cruda. A los socios se les paga \$0.33 por litro ya que los \$0.04 van para la manutención del centro de acopio y el sueldo de los dos empleados. Es decir que la ganancia para los socios por litro de leche actualmente es de \$0.162 si se resta los 0.168 centavos que cuesta obtener un litro de leche cruda.

Con la implantación de los sistemas de pasteurización de 1,000 o 1,500 litros diarios, la leche excedente puede aún ser vendida a las pasteurizadoras locales. Sin embargo, como la subsistencia del centro de acopio ya se ha tomado en cuenta en los costos fijos de producción, el pago a cada socio por la leche cruda debe de ser de los \$0.37. Esto significa que habrá una ganancia de \$0.202 por leche cruda, lo que se refiere a un incremento del 21% de la ganancia actual.

Se obtiene entonces, que si la totalidad de la leche cruda y pasteurizada es vendida, la ganancia diaria con el sistema de 1,000 litros diarios es de \$474.75, con el sistema de 1,500 litros diarios de \$512.15 y con el de 2,500 litros diarios de \$512.12. Los cálculos se encuentran en la Figura 21 y en la Tabla 14 se resume la ganancia diaria por cada sistema de pasteurización.

Ganancia Diaria: $GananciaLechePasteurizada(CantidadLechePasteurizada) + (2474litros/diarios - CantidadLechePasteurizada) * GananciaLecheCruda$

Ganancia Diaria en el Sistema de 1000 litros/diarios

$$\$0.177(1000litros/diarios) + \$0.202(1474) = \$474.748 \text{ diarios}$$

Ganancia Diaria en el Sistema de 1500 litros/diarios

$$\$0.217(1500litros/diarios) + \$0.202(924) = \$512.148 \text{ diarios}$$

Ganancia Diaria en el Sistema de 2500 litros/diarios

$$\$0.207(2474 \text{ litros/diarios}) + \$0.202(0) = \$512,118 \text{ diarios}$$

Figura 21. Cálculo de ganancias totales por sistema de pasteurización.

Tabla 14. Ganancia diaria por sistema de pasteurización.

Valores por Producción Diaria	Sistema de Pasteurización		
	1000 litros/diarios	1500 litros/diarios	2500 litros/diarios
Ganancia por litros de Leche Pasteurizada	\$177	\$325.5	\$512.118
Ganancia por litros de Leche Cruda	\$297.748	\$186.648	0
Ganancia Total	\$474.748	\$512.148	\$512.118

5.3.1.5 Valor Presente Neto, Valor Anual y Retorno sobre la Inversión.

La ganancia total diaria nos da una referencia sobre la factibilidad económica del proyecto. Sin embargo, es importante ver cómo se comporta la inversión frente al retorno de capital a largo de los 10 años que es considerada la vida útil de una maquinaria. Para ello se ha calculado los costos, ingresos y ganancia anual de cada uno de los sistemas de pasteurización. Estos valores se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Valores financieros para los sistemas de pasteurización.

	Sistema de Pasteurización		
	1000 litros/diarios	1500 litros/diarios	2500 litros/diarios
Costos Fijos Anuales (Primer año)	34,029	34,029	61,987.32
Costos Fijos Anuales (Segundo año y en adelante)	36072,24	36072,24	65,782.08
Costos Variables Anuales	99,645	149,467.5	246,521.73
Anualidades del compra del Equipo	(\$ 7,595.80)	(\$ 9,651.13)	(\$ 15,114.87)
Ingreso por Venta de Leche Pasteurizada	\$ 208,050.00	\$ 312,075.00	\$ 514,715.70
Ganancia por Venta de Leche Cruda	\$ 108,678.02	\$ 71,813.02	\$ 0,00

En los costos fijos se toma en cuenta el sueldo del personal, uso de electricidad, agua y gastos adicionales que se discutieron en el literal 5.3.1.1. Se ha quitado el costo de la compra del equipo ya que este egreso solo incluye hasta el quinto año donde se finaliza el préstamo de la compra. Adicionalmente, se hace una diferencia entre los costos fijos del primer año y del segundo en adelante porque desde el segundo año ya se paga los fondos de reserva a los trabajadores y aumenta el costo operativo. Se incluye además el costo anual de la compra del equipo. Como mencionado anteriormente éste se ha hecho en un plazo de 5 años con un interés del 15.65% que es el promedio de las tasas de interés de los bancos en el Ecuador (Banco Central del Ecuador, 2012). En los costos variables se incluye el costo de consumo de electricidad por litro de leche producido, fundas de empaque, distribución y el de obtener un litro de leche cruda. Al costo variable se lo multiplica por la producción anual esperada. El ingreso por venta de leche pasteurizada se obtiene al asumir que toda cantidad de leche producida es vendida, dicho valor no toma en cuenta aún los costos de producción. Finalmente la ganancia por venta de leche cruda se refiere a la venta de la leche no tratada a pasteurizadoras locales.

En base a los todos los valores anteriormente descritos se ha construido la Tabla 16 donde se incluyen todos los flujos de efectivo durante 10 años.

Tabla 16. Flujos de efectivo para los 10 próximos años para los sistemas de pasteurización.

Año	Flujos de Efectivo		
	1000 litros/diarios	1500 litros/diarios	2500 litros/diarios
Inversión por el Sistema	(\$ 25.075,31)	(\$ 31.860,35)	(\$ 49.897,29)
1	\$ 175.458,22	\$ 190.740,39	\$ 191.091,78
2	\$ 173.414,98	\$ 188.697,15	\$ 187.297,02
3	\$ 173.414,98	\$ 188.697,15	\$ 187.297,02
4	\$ 173.414,98	\$ 188.697,15	\$ 187.297,02
5	\$ 173.414,98	\$ 188.697,15	\$ 187.297,02
6	\$ 181.010,78	\$ 198.348,28	\$ 202.411,89
7	\$ 181.010,78	\$ 198.348,28	\$ 202.411,89
8	\$ 181.010,78	\$ 198.348,28	\$ 202.411,89
9	\$ 181.010,78	\$ 198.348,28	\$ 202.411,89
10	\$ 181.010,78	\$ 198.348,28	\$ 202.411,89
Valor Presente Neto	\$998.152	\$1.088.491	\$1.092.396
Valor Anual	\$214.047	\$233.419	\$234.257
Retorno de la Inversión	698,71%	597,76%	381,40%

La tabla con los flujos de efectivo muestra valores positivos en todos los sistemas, lo que significa que hay una ganancia efectiva durante los 10 años de producción. El valor presente neto para el sistema de 1,000 litros diarios es de \$998.152, para el de 1,500 litros diarios de \$1.088.491, y para el de 2,500 litros diarios de \$1.092.396. El sistema de 2,500 litros diarios es el que tiene un valor mayor lo que significa que brinda una ganancia superior a los otros sistemas. Sin embargo, el VPN del sistema de 2,500 litros diarios solo es \$4 más grande que el sistema de 1,000 litros diarios y tomando en cuenta que en el análisis se hacen varios supuestos en relación al costo y venta del producto, la diferencia no se considera significativa. El comportamiento es similar para el valor anual ya que se obtiene en base al valor presente neto. Con relación al TIR, el sistema de pasteurización de 1,000 litros diarios obtiene un retorno de la inversión del 698.71%, en la de 1,500 litros diarios del 597.76% y en el sistema de 2500 litros/diarios del 381.40%. Esta tasa de retorno elevada se debe a que el monto de la inversión inicial es considerablemente inferior al ingreso neto anual y el retorno de la inversión se hace en el mismo primer año. Específicamente, el sistema de 1,000 litros diarios se paga en un mes y medio, el sistema de 1,500 litros diarios en 2 meses y el de 2,500 litros en 3 meses y medio haciendo que el TIR sea neto en los siguientes años.

5.3.1.6 Punto de Equilibrio

Es necesario sacar el punto de equilibrio de cada sistema de pasteurización para conocer si los mismos pueden ser rentables teniendo en cuenta las restricciones de producción. Para ello se gráfico los costo y la ganancia en distintos niveles de producción. La Figura 22, Figura 23 y Figura 24 se muestran el cálculo y grafica del punto de equilibrio para el sistema de 1,000 litros/diarios, 1,500 litros/diarios y 2,500 litros/diarios correspondientemente.

$$\text{Punto de Equilibrio para Sistema de 1000 l/día: } \frac{3,616.87}{(0.57-0.273)} = 12,178.01 \text{ litros mensuales}$$

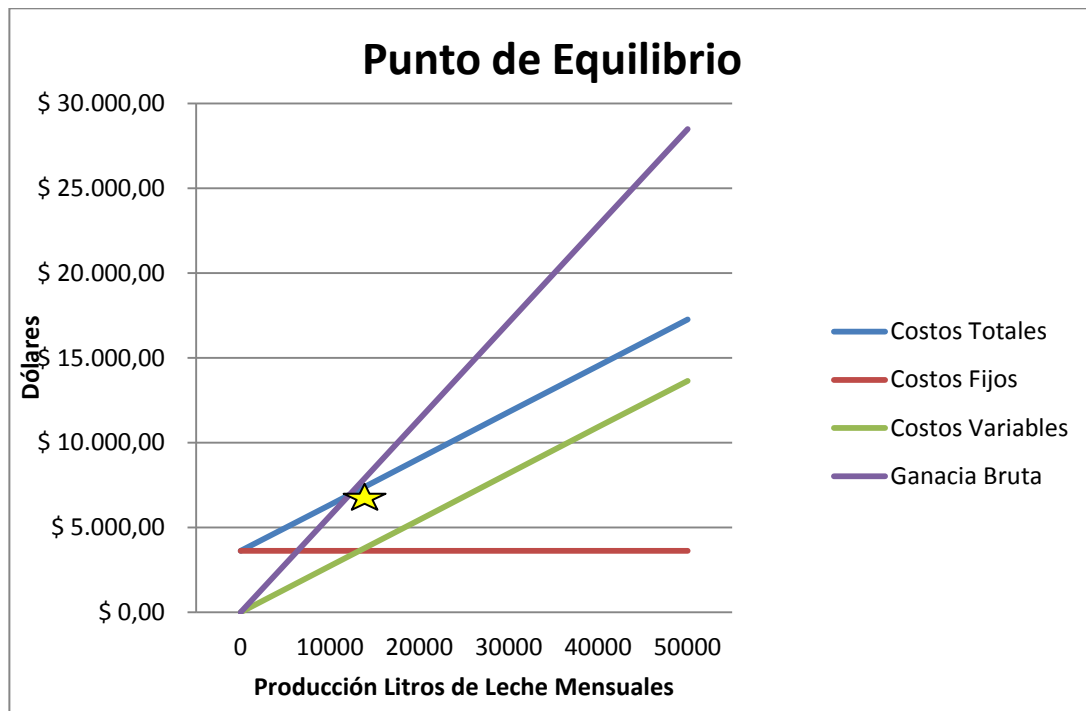


Figura 22. Cálculo y gráfica de punto de equilibrio para el sistema de 1000 litros/diarios.

$$\text{Punto de Equilibrio para Sistema de 1500l/día: } \frac{3782.16}{(0.57-0.273)} = 12,751.38 \text{ litros mensuales}$$

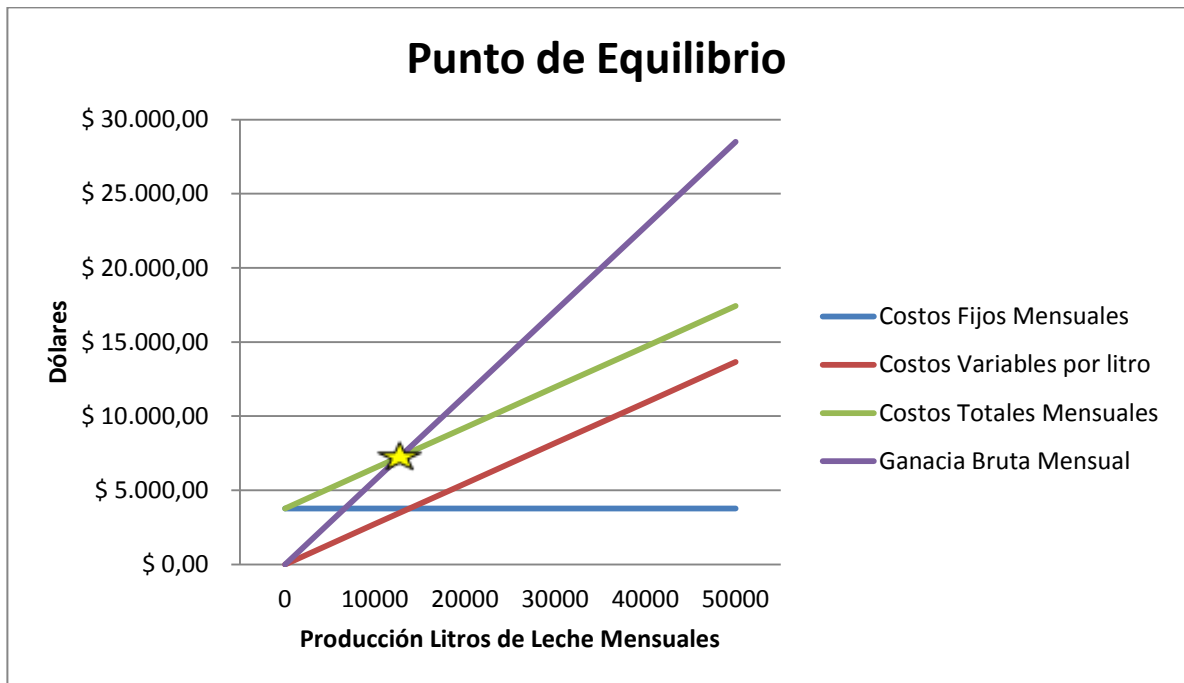


Figura 23. Cálculo y gráfica del punto de equilibrio para el sistema de 1500 litros/diarios.

$$\text{Punto de Equilibrio para Sistema de 2500 l/día} = \frac{6697.36}{(0.57-0.273)} = 22550.03 \text{ litros mensuales}$$

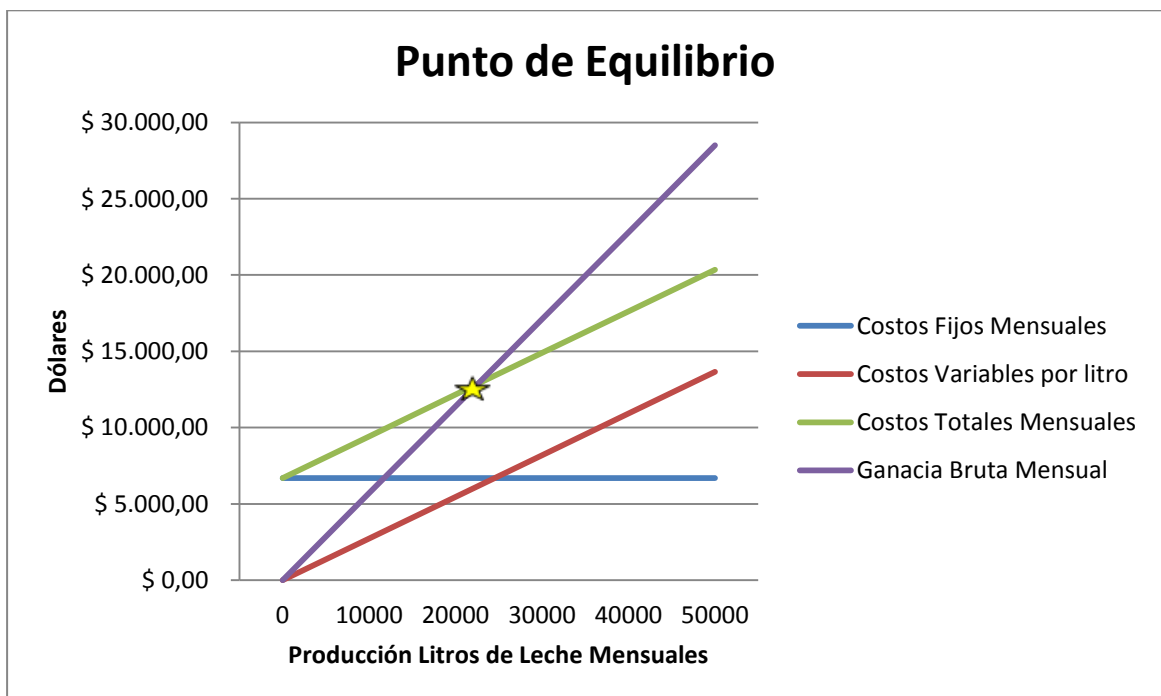


Figura 24. Cálculo y gráfica del punto de equilibrio para el sistema de 2500 litros/diarios.

Se encuentra entonces que para el sistema de 1,000 litros diarios se necesita una producción mensual mayor a 12,178.01 o equivalente a 401 litros diarios. En el sistema de 1,500 litros diarios se deben producir más de 12,751 litros mensuales ó 418 litros diarios. Finalmente para el sistema de 2,500 litros diarios se deben vender 22,551 litros mensuales ó 742 litros diarios. Debido a que las capacidades de cada sistema exceden a la producción mínima para generar ingresos se concluye que todos los sistemas son económicamente factibles.

5.4 Capacidad Escogida

En función de los análisis realizados previamente se concluye que el sistema que se adapta mejor a la realidad de San Agustín es el de 1500 litros/diarios. Este sistema junto con el de 2,500 litros diarios tiene valores del VPN y TIR bastante similares y considerablemente superiores al de 1,000 litros diarios por lo que la selección se haría entre los dos primeros. Si bien se pronosticó que la comunidad suministrará 2,474 litros/diarios, lo que favorecería al sistema de 2,500 litros diarios, aún existe mucha incertidumbre sobre la aceptación que tendrá la leche pasteurizada en el mercado. Inclusive, se determinó que lo mínimo que se debe vender diariamente para que el centro de acopio no genere pérdidas en el sistema de 2,500 litros es de 742 litros, lo que puede ser ambicioso teniendo en cuenta la competencia y falta de experiencia de CEDECO. Adicionalmente, al adquirir el sistema de 2,500 litros diarios se perdería totalmente los contratos que la comunidad mantiene actualmente con las pasteurizadoras locales lo que puede ser muy riesgoso al inicio. Por otra parte, se debería hacer pruebas del equipo y ver si el mismo cumple con las expectativas de la comunidad para luego pensar en importar un sistema adicional. Se cree que es mejor importar en un inicio el sistema de 1,500 litros/diarios, vender la leche excedente a pasteurizadoras locales y ver el comportamiento de la demanda. Si la demanda supera a la producción diaria se debería considerar importar un nuevo sistema y si es posible manufacturarlo en el Ecuador en base al ya existente y evitar los altos costos de importación.

CAPÍTULO 6.- DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

6.1 Sistema de Producción Actual

CEDECO actualmente se dedica a la recepción y venta de la leche cruda a una pasteurizadora local. El proceso de la cadena de suministro se inicia cuando el socio ordeña a la vaca. Posteriormente, esta leche puede ser trasladada al centro de acopio por medio de una camioneta contratada por el centro o por medios propios del socio. El uso de la camioneta supone un costo de \$0.015 por litro razón por la cual aproximadamente el 70% de los socios prefieren ir a dejar personalmente la leche cruda (Caiza, 2012). En el momento en que llega la leche cruda al centro de acopio, el encargado de la recepción debe realizar el control de calidad. Si la leche cumple con las condiciones de calidad se la introduce en el decalitro para medir la cantidad entregada y misma es registrada en un cuaderno. Esta información se utilizará al final de cada quincena para realizar el cálculo de los pagos. En el caso que la leche sea rechazada, la misma es devuelta al socio.

La leche satisfactoria se traslada manualmente a un tanque de almacenamiento temporal. Cuando se ha reunido 200 litros de leche en el tanque anteriormente mencionado, la leche es enviada mediante una manguera al tanque de enfriamiento. Aquí, la leche es almacenada hasta que se reúnan 1,800 litros y se pueda contactar al cliente para el retiro. La pasteurizadora local realiza una prueba de acidez para verificar el estado de la leche. Si la leche es aceptada el conductor del camión firma un voucher de recepción y se lleva la leche cruda para su tratamiento. El flujograma del proceso se encuentra en el Anexo 9.

6.1 Diseño del producto

El diseño del producto es un arreglo de elementos que de manera colectiva forman un bien o servicio, a lo que se le suma la determinación de su apariencia física, la forma, tamaño, materiales, la manera que será realizado y las tecnologías empleadas. (Aswathappa, K., & Bhat.K, 2010). Para esto se debe tener en claro todos los requerimientos, materia prima, características y especificaciones que cumplirá dicho producto de tal manera que satisfaga las necesidades y expectativas de los potenciales clientes.

Las características técnicas que debe tener la leche se las clasificará en dos grupos: 1) Las características de la leche cruda y 2) Características de la leche pasteurizada.

6.1.1 Características de la leche cruda

La leche cruda constituye la materia prima para la elaboración de todos los productos lácteos, la misma que deber cumplir con ciertos requerimientos y características técnicas según el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN) y el CODEX Alimentarius a nivel internacional. Una leche que provea un producto final de buena calidad debe tener las características que se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Composición cuantitativa de la leche de vaca en 100g

Componente principal	Límites de variación	Valor promedio
Agua	85.5 – 89.5	87.5
Sólidos totales	10.5 – 14.5	13.0
Lactosa	3.6 – 5.5	4.8
Grasas	2.5 – 6.0	3.9
Proteínas	2.9 – 5.0	3.4
Minerales	0.6 – 0.9	0.8

Fuente: (Tetrapack, 2003)

Las características físicas que según la Norma INEN 9 debe cumplir la leche cruda para su procesamiento en las industrias lácteas son:

- Presentar aspecto homogéneo (normal).
- Color blanco opalescente o ligeramente amarillento.
- Limpia y libre de materias extrañas.
- Exenta de olor, sabores raros u materias extrañas a su naturaleza.

Según la norma ISO 8553 la leche cruda se clasifica en cuatro categorías dependiendo de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos por cada cm³ de leche. Estas categorías son (IBNORCA, 2012):

1. Categoría A (Buena)
2. Categoría B (Regular)
3. Categoría C (Mala)
4. Categoría D (Muy Mala)

En la Tabla 18 se muestra la clasificación de la leche según la cantidad de microorganismos.

Tabla 18. Clasificación de la leche cruda de a cuerdo al TRAM o al contenido de microorganismos

Categoría	Tiempo de reducción de azul de metileno	Contenido de microorganismos aerobios mesófilos
A(buena)	Más de 5 horas	Hasta 5×10^5
B(regular)	De 2 a 5 horas	Desde 5×10^5 hasta 1.5×10^6
C(mala)	De 30 min a 2 horas	Desde 1.5×10^6 hasta 5×10^6
D(muy mala)	Menos de 30 min	Más 5×10^6

Fuente: IBNORCA

Elaborado: Baldeón, Moreno

La leche que se encuentra en categoría C y D no son aptas para el consumo humano ni para el procesamiento debido a su alta carga bacteriana.

6.1.2 Leche Pasteurizada

La leche pasteurizada según la norma ecuatoriana se define como: “leche cruda homogenizada o no, que ha sido sometida a un proceso térmico que garantiza la destrucción de los microorganismos patógenos y la casi totalidad de los microorganismos banales, sin alterar sensiblemente las característica fisicoquímicas, nutricionales y organolépticas de la misma” (Cabrera, 2011).

Según el CODEX Alimentarius para determinar que la leche pasteurizada haya seguido un adecuado proceso y tenga las condiciones óptimas para el consumo humano debe satisfacer la prueba de Fosfatasa Alcalina, mostrando una reacción negativa. Hay que tomar en cuenta que esta prueba debe realizarse inmediatamente después que el proceso térmico ha finalizado para obtener los resultados adecuados y válidos.

Los niveles bajos de los residuos de la fosfatasa en la leche se espera que sean inferiores a 10 ug del reactivo, de esta manera se garantiza que la leche se ha pasteurizado correctamente y no ha sido contaminada por la leche cruda (CODEX Alimentarius, 2012).

A esto se le añade que las propiedades nutritivas y su sabor deben ser prácticamente iguales a la leche natural y se debe consumir máximo hasta después de un mes, si se ha usado funda de polietileno (Cabrera, 2011). Las características que debe cumplir esta leche son las que se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19. Características de la leche pasteurizada

Características	Contenido
Nivel Graso	3% m/m
Acidez Titulable	0.13 %- 0.16% m/v
Proteínas	≥2,9% m/m

Fuente: Cabrera

Elaborado: Baldeón, Moreno

6.2 Diseño de sistemas de producción

Para el diseño del sistema de producción se divide a la planta en zonas de acuerdo a las estaciones de trabajo, incluyendo las zonas de recepción, almacenamiento y despacho; puesto que esto facilitará el posterior análisis del diseño de las instalaciones, así como ayudará a determinar el flujo de información y de producto a lo largo del proceso de producción. Las zonas de la planta se muestran en la Tabla 20

Tabla 20. Zonas de la planta pasteurizadora

Zonas	Áreas o Maquinaria	Descripción
Zona 1	Área de recepción.	Lugar donde se receptorá la leche cruda de los socios.
Zona 2	Laboratorio de control de Calidad	Se realizarán las siguientes pruebas para determinar que la leche cruda cumpla con los requisitos antes de ser procesada: alcohol, acidez, densidad, PH, materia grasa, células somáticas, sustancias inhibidoras y azul de metileno (Ver Anexo 10). Al igual que las pruebas de la leche una vez que ha sido pasteurizada: acidez ,materia grasa y fosfatasa alcalina (Ver Anexo 11)
Zona 3	Tanque frío de acopio	La leche que haya tenido una calidad adecuada será almacenada en el tanque frío de acopio hasta el momento de su procesamiento
Zona 4	Llenadora y Termo selladora	En esta zona se llenarán las fundas con leche, se sellarán y finalmente se las colocarán en la mesa de canastillas.
Zona 5	Pasteurizador	Las canastillas pasarán al pasteurizador
Zona 6	Enfriador	Una vez pasteurizadas las bolsas de leche pasarán al enfriado.
Zona 7	Almacenamiento	Se almacenarán las bolsas hasta el momento de su despacho.
Zona 8	Despacho	Se realizará el despacho pertinente

Las zonas 1,2 y 3 constituyen el actual centro de acopio, de la zona 4 a la 8 forman la planta pasteurizadora. A su vez, todas las zonas cuentan con todo lo necesario para realizar los

procesos de manera más eficiente. Las unidades que se emplearán a lo largo del estudio serán las bolsas de leche cuyo contenido es de un litro.

Finalmente el sistema de producción que se empleará será en lotes ya que la comunidad no cuenta con la cantidad suficiente de materia prima ni el mercado adecuado para emplear una producción en masa.

A demás este tipo de producción es más flexible y los operarios necesitan un nivel general de conocimiento. A su vez se manejará un sistema de producción Push debido a que la demanda no es conocida con certeza.

6.3 Flujo

Como se mencionó en el punto anterior, la planta consiste de 8 zonas las cuales se adecuarán para que se procure tener un flujo de materiales e información en una sola dirección, a excepción del laboratorio de control de calidad debido que aquí se tomarán muestras de la materia prima y de los productos terminados.

Se hará uso del método FIFO (first in, first out). Este método asume que el próximo ítem a ser procesado o vendido es el que tiene más tiempo de estar almacenado. El uso de FIFO en la industria láctea es el más recomendado ya que de esta manera se evita la contaminación de la leche por los tiempos de exposición con el medio ambiente.

Se identifican tres etapas en las que se usará esta metodología:

1. El procesamiento de la leche será de acuerdo al tiempo de llegada de la misma, es decir la primera leche que llegue pasará directamente al proceso de pasteurización.
2. El producto terminado que salga del proceso de pasteurización será despachado en el orden en que sean terminados.
3. Lo mismo se aplica en el caso de que las bolsas deban permanecer en la refrigeradora de almacenamiento. Las primeras fundas almacenadas, serán las primeras vendidas.

6.4 Espacio

El espacio actual destinado para la planta de pasteurización con el que cuenta CEDECO es de 86.8m². CEDECO cuenta con los requerimientos suficientes para la instalación de la nueva

maquinaria ya que según las especificaciones de Milk Pro Org, la planta pasteurizadora demanda un espacio total de 3m x 5m para su adecuado funcionamiento. De esta manera se tendrá un correcto flujo de los materiales y la fácil movilización de los operarios.

6.5 Tiempo de producción

El tiempo de producción es el tiempo necesario para realizar una o varias operaciones. Tomando en cuenta el tiempo de preparación de las máquinas al iniciar la jornada de trabajo, el tiempo de espera del producto hasta que empiece el proceso, el tiempo de operación de pasteurización de la leche y el tiempo de descanso de los operarios; se determinó se producirá 150 litros de leche cada hora, llegando a una producción diaria de 1500 litros. Cabe recalcar que se trabajará de lunes a domingo 10 horas diarias.

6.6 Procesos de producción de leche pasteurizada

El proceso de producción se inicia cuando un socio llega al centro de acopio y uno de los trabajadores toma una muestra de la leche traída por el socio para realizar el control de calidad. Si esta leche cumple con todos los requisitos para ser calificada dentro de las categorías A o B, es aceptada y se procede a poner la leche en el decalitro, en donde se esperará a que contenga una cantidad de 200 litros para trasladar al tanque de enfriamiento.

Una vez que la leche se encuentre en el tanque de enfriamiento, pasará por medio de mangueras a la llenadora de las bolsas, las mismas que contendrán 1 litro de este líquido. Simultáneamente con el llenado va el sellado de las bolsas. Posteriormente se irán colocando las bolsas en canastas, las cuales serán transportados y ubicadas en la pasteurizadora, donde al completar la capacidad de la misma se iniciará con el proceso de pasteurización que tardará aproximadamente 30 min.

Al finalizar este procedimiento las fundas de leche pasarán inmediatamente al tanque de enfriamiento por un tiempo de 75 min, donde se realizarán las pruebas de control de calidad. Finalmente las bolsas de leche pasteurizadas serán almacenadas en la refrigeradora o a su vez despachadas (Ver Anexo 12).

En el Anexo 13 se muestra el procedimiento que se debe realizar para la producción de leche pasteurizada, según el Manual de Funcionamiento del equipo de pasteurización Milk Pro realizado por la FAO.

6.7. Diseño de la planta de producción

Una vez establecida la capacidad de suministro de leche que tiene la comunidad (Capítulo 3), la maquinaria que se usará y una vez diseñado el proceso de producción, como se muestran en las secciones previas, se procede a determinar el diseño óptimo de las instalaciones tomando en cuenta todos los factores mencionados anteriormente. Adicionalmente se tomará en cuenta que los requerimientos de una planta para lograr la mejor disposición son: el flujo, espacio y relaciones de las actividades (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010).

Se iniciará todo el proceso identificando claramente cuáles serán las zonas que estarán tomadas en cuenta para la disposición de las instalaciones. Se aplicará el modelo SLP y el método de construcción en bloque para determinar la ubicación óptima de cada zona dentro de la planta y finalmente se hará un análisis y propuesta acerca del manejo de materiales y requerimientos de personal.

6.7.1. Definición de áreas

La determinación de las distintas zonas que se requieren para la nueva instalación fue previamente definida en la sección 6.2, de acuerdo al flujo del producto y al proceso de producción. Es decir cada zona estará constituida por una máquina o subproceso que intervendrá dentro del proceso general de pasteurización.

6.7.2. Determinación del flujo

El flujo fue determinado de acuerdo a la observación del proceso actual y tomando en cuenta el diseño del nuevo proceso de producción descrito en la sección 6.6. Se entiende como flujo a la transferencia o movimiento entre estaciones de trabajo o dentro de las mismas, tanto de información, materiales, personas, entre otros.

Según Tompkins un flujo dentro de la estación de trabajo puede ser simultáneo, simétrico, natural, técnico y habitual. El flujo simultáneo se puede apreciar en la zona de llenado y sellado, pues implica movimientos coordinados de manos, brazos y pies.

También existe flujo simétrico en el resto de áreas de la planta, en donde los movimientos que se realizan son el resultado de coordinar los mismos con el centro del cuerpo. Las manos y los brazos derechos e izquierdos deben funcionar coordinados (Tompkins J. , 2006). Esto tiene gran importancia debido a que se buscará un beneficio ergonómico para los

trabajadores, es decir ayudará a adaptar los procesos y maquinaria de tal manera que los operarios realicen sus labores de una manera cómoda y saludable.

Por otra parte, el flujo entre las zonas brindará una idea del flujo en general que existe en la planta, éste puede ser una combinación de cuatro patrones fundamentales que son: en línea recta, en forma de U, en forma de S o en forma de W. La combinación escogida dependerá de factores como la ubicación de la entrada y salida, el tipo de sistema de producción empleado, la disposición de la maquinaria y el flujo de los materiales (Tompkins J. , 2006). A continuación se analizará de una manera más detallada cada uno de estos factores.

Entrada y salida.- La entrada de la materia prima y salida de los productos terminados, están ubicadas en lados opuestos de la planta.

Tipo de proceso de producción.- Cada sistema de producción, caracterizado esencialmente por su proceso productivo, conlleva un conjunto de implicaciones para la empresa, en cuanto al comportamiento apropiado en las diferentes etapas de fabricación. Es por esta razón que se han definido tipologías específicas de sistemas productivos tales como Talleres, Lotes, Producción continua, Just in Time, entre otras (Ibarra). El saber identificar cuál es el sistema empleado, ayudará a determinar el tipo de flujo entre cada zona.

Con esta premisa se estableció que en CEDECO no existe una sola tipología que describa el comportamiento del proceso productivo, llegando a ser éste un híbrido; es decir que reúne las características de varios sistemas como se detalla a continuación:

Sistema orientado al producto.-Las estaciones de trabajo están dispuestas de tal manera que se minimice el desplazamiento del producto y que favorezcan el flujo del mismo hacia el cliente.

Sistema orientado al proceso.- Las máquinas se distribuyen según la función o proceso que realizan. Es decir la planta está organizada en secciones cuyas máquinas realizan operaciones similares (Espejo, 2011). Este tipo de distribución es recomendable para un proceso con variedad de productos y demanda baja.

Sistema de Flujo Continuo.- Cada máquina y equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación y preparados para aceptar de forma automática el trabajo suministrado por la máquina precedente. Fabrica un producto o familia limitada en volúmenes

grandes. El flujo material es continuo y sincronizado; basado en la automatización para obtener un producto estándar.

Sistema de producción JIT.- Es un sistema de flujo lineal que fabrica muchos productos en volúmenes bajos a medios. Por su concepto JIT elimina todos los innecesarios o desperdicios, imponiendo una mejora continua. Por su diseño, es el más difícil de implementar y gestionar (Ibarra).

Por lo tanto, el sistema de producción en CEDECO tendrá sus estaciones de trabajo dispuestas de tal manera que minimicen el desplazamiento del producto pero a su vez según la función del proceso que realizan. Adicionalmente cada máquina realizará siempre la misma operación y aceptará el trabajo suministrado por la máquina precedente, sin embargo la manera de alimentación no será automática sino que un operario realizará esta acción. Finalmente, estará presente el sistema JIT con la producción de bajo volumen, eliminando innecesarios y despachando diariamente la cantidad de producto fabricado.

Disposición de la maquinaria.- La maquinaria estará colocada de tal manera que asemeja una forma en U.

Flujo del material.- El movimiento de los materiales serán de manera continua entre las zonas, iniciando en la recepción y terminando en la zona de despacho.

Por lo analizado previamente, se determinó que el flujo dentro de la empresa asemeja una forma de U, permitiendo así una trayectoria continua, tanto para los materiales, información y empleados dentro de la planta lechera.

6.7.3 Relaciones de las actividades

CEDECO se encuentra formada por una serie de zonas que pueden o no relacionarse entre sí, ya sea por el flujo de información o de materiales, así como por la importancia de cercanía o adyacencia entre ellos (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010).

De acuerdo a la tabla de cercanía (Tabla 22), se pueden medir de manera cualitativa los distintos flujos que existen dentro de la empresa (Tompkins J. , 2006). El principal objetivo del desarrollo de las relaciones de actividades es comprender de manera cualitativa los requerimientos de proximidad entre cada una de las zonas (Tompkins J. , 2006).

Por ejemplo, se requiere una cercanía absoluta entre la zona de acopio de leche y la zona de llenado y sellado esto es debido a que entre estas dos zonas el flujo de producto es extremadamente alto. Consideraciones parecidas se tomaron para completar a Tabla 21 que se muestra a continuación:

Tabla 21. Tabla de relaciones de zonas.

1	Recepción									
2	Laboratorio control de calidad	1 A								
3	Acopio de leche	4 E	4 A							
4	Llenado y sellado	1 A	6 O	6 I	6 U	6 U	5 U			
5	Pasteurizado	1 A	6 O	6 O	5 U	6 U	6 U	4 U		
6	Enfriado	1 A	5 O	6 O	6 U	5 U				
7	Almacenamiento	1 A	6 O	6 U						
8	Despacho	1 A								

Para la realización de la Tabla 21, se deben tomar en cuenta los valores cualitativos que se otorgan a las relaciones entre departamentos dependiendo si un departamento debe o no estar cerca de otro y la importancia de su cercanía como se muestra en la Tabla 22 y además la razón de calificación de cercanía asignada que se escogió como se registra en la Tabla 23 (Tompkins J. , 2006).

Tabla 22. Valor vs Cercanía en la tabla de relaciones

VALOR	CERCANÍA
A	Absolutamente necesaria
E	Muy importante
I	Importante
O	Está bien una cercanía normal
U	No es importante
X	No es conveniente

Fuente: (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010)

Elaborado: Baldeón, Moreno

Tabla 23.Significado de cada código en la tabla de relaciones

CÓDIGO	RAZÓN
1	Flujo de productos alto
2	Flujo de productos medio
3	Flujo de productos bajo
4	Flujo de información alto
5	Flujo de información medio
6	Flujo de información bajo

Fuente: (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010)

Elaborado: Baldeón, Moreno

6.7.4 Requerimiento de espacio

Una planta incluye espacio para el equipo, personal y materiales. Según Tompkins dentro del espacio para el equipo se incluye la maquinaria, desplazamiento de las máquinas y el mantenimiento de las máquinas. El espacio requerido por la maquinaria se determino a partir de las dimensiones de cada una de las máquinas, proporcionadas por el fabricante de las mismas, como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24. Datos de las dimensiones de las máquinas

Máquina	Anchura (m)	Espesor (m)	Altura (m)	Recorrido máximo derecha e izquierda (m)	Recorrido hacia y desde operario (m)
Llenadora y selladora	3	1	1.3	0.8	0.9
Pasteurizadora	1.4	1	1	0.4	0.9
Enfriadora	2	1	1	0.3	0.9
Refrigeradora	1.8	1.2	1.8	0.2	0.7
Tanque de frío	2.03	1.54	1.81	0.5	0.56

Fuente: (Haylle-Dick, 2012)

Elaborado: Baldeón, Moreno

Para obtener el requerimiento se multiplica la anchura total (anchura + Recorrido máximo derecha e izquierda) por la profundidad total (espesor + Recorrido hacia y desde operario). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 25:

Tabla 25. Requerimientos de espacios de las maquinarias

Máquina	Cálculo	Espacio requerido(m ²)
Llenadora y selladora	3.8 x 1.90	7.22
Pasteurizadora	1.8x1.90	3.41
Enfriadora	2.30x1.90	4.37
Refrigeradora	2.0x1.90	3.08
Tanque de frío	2.53x2.10	5.31

Elaborado: Baldeón, Moreno

El requerimiento de espacio total por maquinaria de la planta es de 23.39 m². A esto se le añade el espacio que se necesita para el área de despacho la cuál aproximadamente es de 2.50 m² (ver Anexo 14), dando como resultado un espacio total requerido de 25.49 m². Posteriormente se le añadirá el espacio demandado por los baños, área de vestidores y pasillos.

6.8. Aplicación de algoritmos: Diseño de cada una de las zonas la planta

Se quiere determinar el largo, ancho y alto de cada una de las zonas dentro de la empresa, de tal manera que el tiempo promedio de viaje del operario sea minimizado. Existen 6 zonas dentro de la planta lechera (acopio de la leche, llenado y sellado, pasteurizado, enfriado, almacenamiento y despacho). El objetivo es determinar el área óptima que se requiere para la cantidad de productos demandados, incluyendo los pasillos.

Se utilizará el procedimiento de planificación sistemática de la disposición (SLP), en donde a través de la determinación de la tabla desde-hacia, diagrama de relaciones y diagrama de relaciones de espacio, se establecerá una disposición en bloques y se medirá su eficiencia para establecer si ésta es la mejor opción de layout.

6.8.1. Procedimiento de planificación sistemática de la disposición (SLP)

1. Tabla desde Hacia: La Tabla Desde-Hacia que muestra el flujo de materiales entre departamentos en unidades de cajas (Thompkins et al) se muestra en la Tabla 49 del Anexo 15.
2. Relaciones de actividades: En las Tablas 21,22 y 23, se muestran las relaciones de actividades entre cada uno de los departamentos de manera cualitativa (Tompkins et al).
3. Diagrama de Relaciones: El diagrama de relaciones, Figura 25, se presenta a continuación, donde cada departamento está representado por los números de zona como se puede apreciar en la Tabla 26. El grosor de las líneas representa la cantidad de flujo o relación entre los departamentos.

Tabla 26. Zonificación de departamentos

Zona	Departamentos
3	Acopio
4	Sellado y Llenado
5	Pasteurización
6	Enfriamiento
7	Almacenamiento
8	Despacho

Elaborado: Baldeón, Moreno

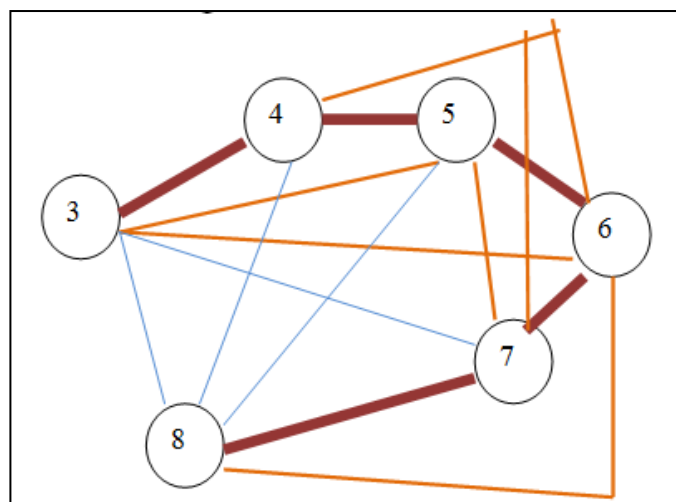


Figura 25. Diagrama de relaciones

4. Requerimientos de espacio: Los requerimientos de espacio se muestran en la Tabla 25, que previamente fueron determinados. Tomando en cuenta los espacios disponibles se procederá a realizar el diagrama de relaciones de espacio.
5. Diagrama de relaciones de espacio: Como se determinó previamente el espacio total requerido es de 25.49 m². En base a las dimensiones de las máquinas y cada una de las zonas, se puede concluir que el espacio actual disponible es suficiente. Adicionalmente, es importante recalcar que debido a los recursos disponibles, no es factible modificar este tamaño de planta. Tomando en cuenta estos factores el diagrama de relaciones obtenido es el que se muestra en la Figura 26.

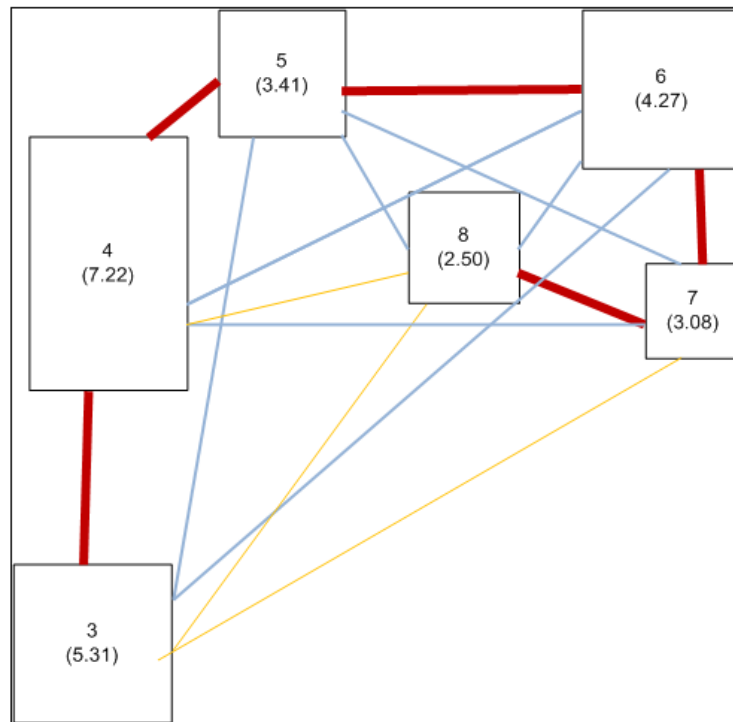


Figura 26. Diagrama de relaciones de espacio

6. Desarrollo de disposiciones en bloques: En la Figura 27 se muestra una disposición en bloques generada a partir del diagrama de relaciones y el diagrama de relaciones de espacio.

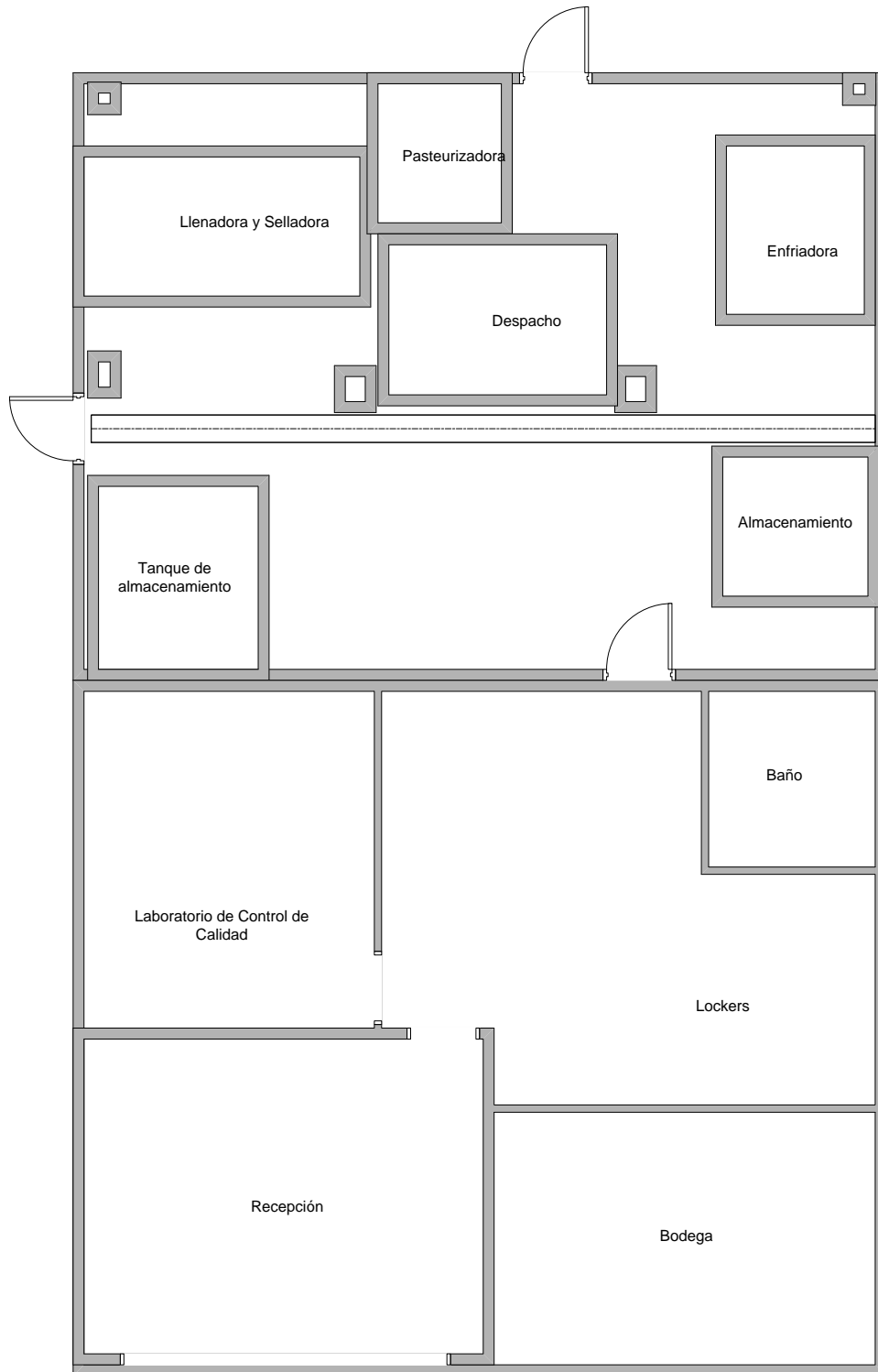


Figura 27. Disposición en bloques

7. Evaluación de las dos alternativas: Se evalúa la alternativa utilizando la calificación de adyacencia normalizada. Los cálculos se pueden apreciar en el Anexo 16. La eficiencia de la disposición propuesta es de 38%.

6.8.2. Método de Construcción el bloque

En función de la matriz de relaciones se desarrolla la Tabla 27 que muestra las relaciones de un departamento con el resto de áreas y en la Tabla 28 se enseña la clave para la codificación de áreas.

Tabla 27. Relaciones entre áreas.

Relación	Área							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	2,3	1	1,4	3,5	4,6	7,5	6,8	7
E		3	2					
I	4			1				
O		4	5,6	2,6,7	3,7	3,4,8	5,4	6
U	5,6,7,8	5,6,7,8	7,8	8	1,2,8	1,2	1,2,3	1,2,3,4,5
X								

Elaborado: Baldeón, Moreno

Tabla 28. Clave para Codificación de Áreas

Número	Área
1	Recepción
2	Laboratorio de control de Calidad
3	Acopio de Leche
4	Llenado y Sellado
5	Pasteurizado
6	Enfriado
7	Almacenamiento
8	Despacho

Elaborado: Baldeón, Moreno

Teniendo en cuenta los departamentos con mayor cantidad de relaciones de alto puntaje, es decir relaciones del tipo A, E e I, se establece el orden de entrada: 3->4->6->7->5->8. Se recalca que el área de recepción y del laboratorio de control de calidad ya están fijos en el centro de acopio actual por lo que dichos departamentos no aparecen en el orden de entrada. El layout construido deberá maximizar el puntaje considerando que la recepción y el laboratorio de control

de calidad ya están establecidos. En base al orden de entrada e intentando maximizar el puntaje se obtiene el layout en bloques de la Figura 28.

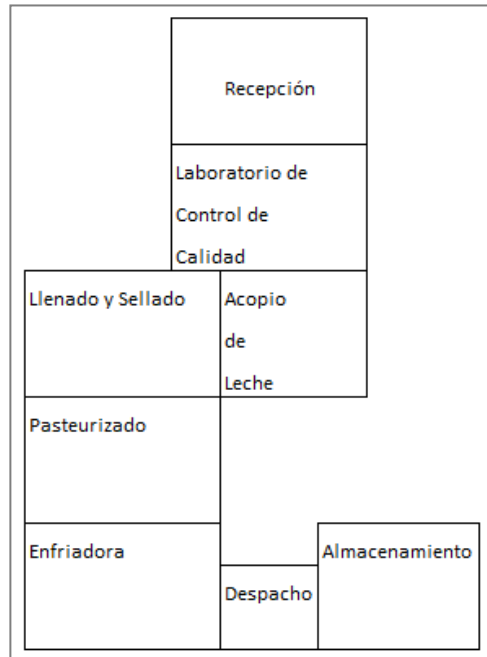


Figura 28. Layout en bloque

El puntaje por cada relación de departamentos, si se los localiza conjuntamente, es de $A=64$, $E=16$, $I=4$, $O=1$, $U=0$, $X=-6$. En base a la matriz de relaciones el puntaje potencial es de 475 y el puntaje obtenido con layout propuesto es de 338. Esto significa que se tiene una eficiencia del 71,16%. Los cálculos se muestran en el Anexo 17 Tabla 50 y Tabla 51.

6.8.2.1 Layout de la planta de pasteurización

En base a los cálculos de eficiencia, el flujo de los materiales e información el layout ideal es el obtenido mediante el método de la construcción en bloque. La Figura 29 muestra la distribución de la planta propuesta en la infraestructura del centro de acopio actual.

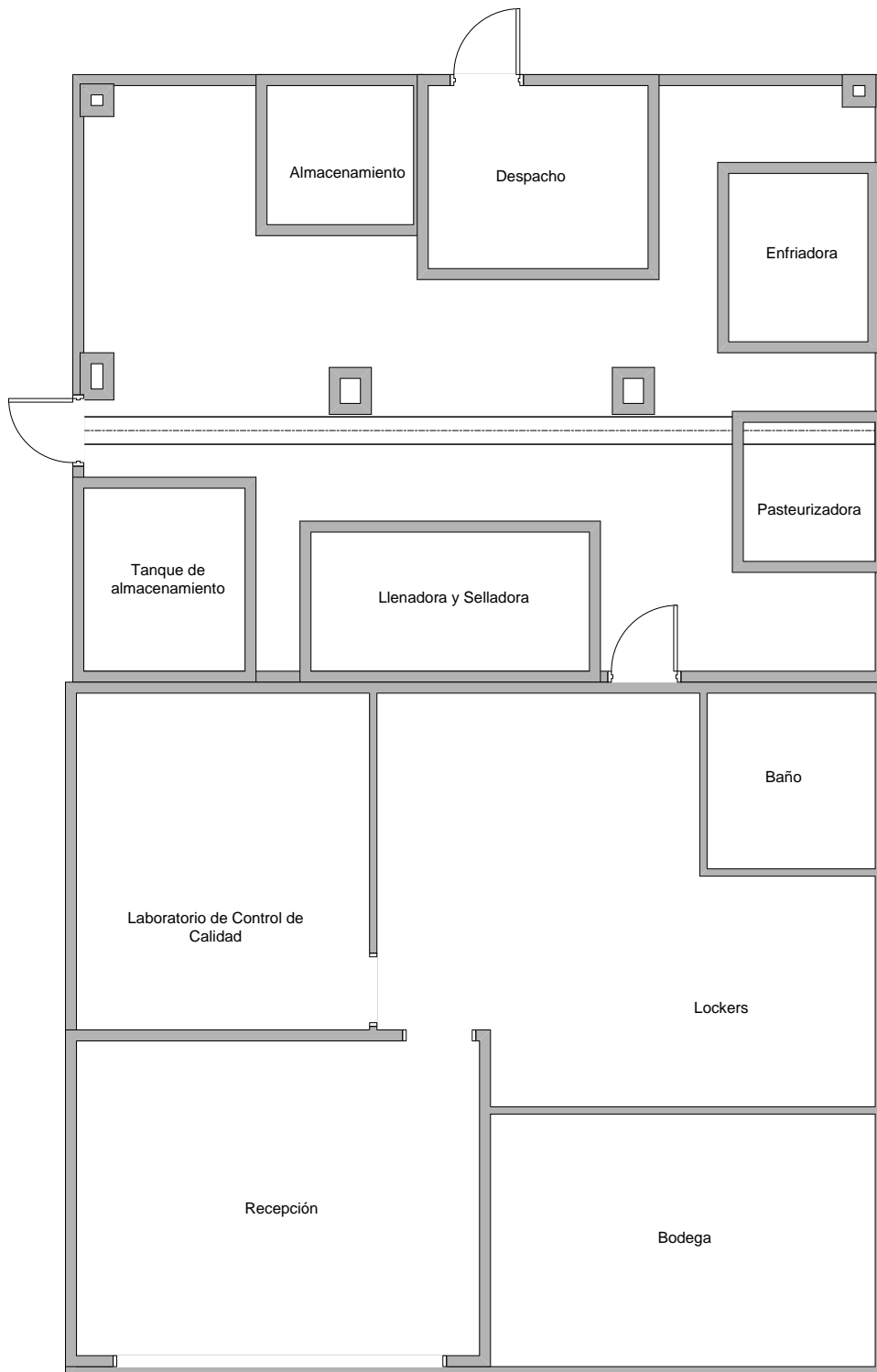


Figura 29. Plano propuesto de la planta de pasteurización de CEDECO.

6.9. Propuesta del sistema de manejo de materiales

El diseño del manejo de materiales es un componente indispensable cuando se está realizando la planificación de una planta. En la actualidad ya se tiene definido un método de manejo de materiales para la recepción de la leche cruda, sin embargo al proponerse un nuevo proceso de tratamiento de leche se debe modificar el sistema actual y proponer uno nuevo para satisfacer los nuevos requerimientos de producción y regulaciones de procesamiento de alimentos. Se inicia haciendo una definición el tipo de materiales y cantidad que se traslada en la planta propuesta, luego se analiza el tiempo y frecuencia del flujo y de allí se explica el personal encargado cada movimiento. Finalmente, en base al análisis realizado se hace una propuesta del equipo a utilizarse.

6.9.1. Traslado de materiales

En la fábrica de pasteurización el principal material en fluir en las instalaciones es la leche cruda y posteriormente las bolsas de leche tratada. El traslado de materiales se inicia cuando el socio se moviliza con la leche cruda desde su casa hasta la recepción en el centro de acopio. En base a análisis estadísticos realizados en el capítulo 4 se encuentra que en promedio cada socio se moviliza con 12.33 litros de leche para entregar y con una desviación estándar de 3.09 litros. Posteriormente, la leche cruda aprobada se transporta al tanque de refrigerado. Debido a que en el centro de acopio los últimos 6 meses no se ha rechazado ningún litro de leche por cuestiones de calidad (Caiza, 2012), se asumen que la cantidad transportada desde la recepción hasta el tanque de enfriamiento es en promedio de 12.33 litros por socio. En la producción, la leche cruda fluye desde el tanque de enfriamiento hasta el alimentador del equipo de llenado y sellado por medio de mangueras. En la estación de llenado y sellado la leche cruda es inyectada en bolsas de polietileno y selladas. Estas bolsas de leche son ahora el material transportado. Las bolsas fluyen a través del proceso de pasteurización, enfriamiento y almacenamiento a un ritmo de 150 bolsas por hora. Los movimientos a través de las tres máquinas se realizan de una forma manual.

6.9.2. Tiempo y Frecuencia de Traslado

La recepción de leche se propone realizar desde las 6am hasta las 9am en el turno en la mañana y de 6pm a 8 pm en el turno de la tarde. Esto se debe a que según estándares de calidad de los productos lácteos, la leche después de ordeñada debe permanecer en una temperatura

máxima de 10 grados centígrados (Díaz, 2010). San Agustín de Callo es una zona con temperaturas bajas durante las madrugadas y las noches. Registros del 2009 al 2011 (Anexo 18 Tabla 52) muestran que estas condiciones se cumplen y en la mayoría de los días las temperaturas llegan a ser inferiores a 10 grados centígrados desde las 6pm hasta las 9 pm. Debido a que los socios no cuentan con recipientes térmicos que mantengan las temperaturas adecuadas, se debe aprovechar las condiciones medio ambientales de la zona para el momento de la movilización de la leche. Por otro lado, se encontró adicionalmente en el capítulo 3 que el 69% de la cantidad total de litros entregados se hacen en la mañana. La distribución con la que llegan los socios y hacen la entrega la leche en el centro de acopio no se ha registrado, sin embargo el presidente de la asociación lechera de San Agustín del Callo, Cornelio Toapanta, establece que la mayor densidad de llegadas se hace entre las 7 y 8 am en las mañanas y de 7 a 8 pm en las tardes. Por ende, el nuevo horario de funcionamiento del centro de acopio puede adaptarse adecuadamente a las demandas de los socios.

Las veces que se realiza el control de calidad y el traslado de la leche desde la recepción hasta el tanque de refrigeración está en función de las entregas de leche. Esto se debe a que la leche debe ser controlada mediante una prueba de calidad y enviada al tanque de enfriamiento indispensablemente después a la recepción. Por ende, su tiempo de ejecución y frecuencia son iguales a los que se presentan en la recepción. No existe la posibilidad de esperar a que lleguen más socios para consolidar los litros de leche y disminuir la frecuencia del proceso de control de calidad y traslado hacia el tanque de refrigeración porque el tiempo en que la leche cruda este sin refrigeración debe ser minimizado al máximo para generar un producto de calidad.

La producción se iniciará desde las 7am y terminará a las 4pm con un total de 1,500 litros de leche pasteurizados y embolsados. Es un proceso continuo con un tiempo de ciclo de 1 hora con 58 minutos. El cálculo del mismo se encuentra en Tabla 29.

Tabla 29. Tiempo de ciclo del proceso de pasteurización.

	Proceso		
	Llenadora	Pasteurizadora	Enfriadora
Capacidad	180 litros/ hora	150 litros/ hora	166 litros/ hora
Tiempo por litro(minutos)	1/2	43	75
Tiempo por litro (hora)	0,0056	0,7167	1,25
Tiempo de Ciclo	1,58 horas		

Fuente: (Haylle-Dick, 2012)

Elaborado: Baldeón, Moreno

El traslado de leche cruda desde el tanque de enfriamiento y la máquina de llenado y sellado se hará mecánicamente con la ayuda de una bomba y una manguera en el momento en que se inicié un nuevo lote de producción. Cada 43 minutos se movilizarán 103 litros de bolsas desde la máquina de sellado hasta la máquina pasteurizadora. Es decir, 14 veces en el día se hará este movimiento. Por otro parte, cada 75 minutos se moverán bolsas pasteurizadas desde la pasteurizada hasta el tanque de enfriamiento con una frecuencia de 8 veces diarias.

El despacho se realizará una vez al día a las 5 pm. En este proceso se deberán sacar las 1500 bolsas de leche de la refrigeradora (almacenamiento) y montarlas en el camión de distribución. La programación diaria de producción se muestra en la Figura 30.

HORA	PROCESOS		
6 a 7 am	Recepción		
7 a 8 am	Recepción	Producción	
8 a 9 am	Recepción	Producción	
9 a 10 am		Producción	
10 a 11 am		Producción	
11 a 12 am		Producción	
12 a 1 pm		Producción	
1 a 2 pm		Producción	
2 a 3 pm		Producción	
3 a 4 pm		Producción	
4 a 5 pm		Producción	
5 a 6 pm			Despacho
6 a 7 pm	Recepción		Distribución
7 a 8 pm	Recepción		Distribución

Figura 30. Programación diaria de producción

6.9.3 Personal Encargado del Manejo de Materiales

Diariamente habrá 4 personas encargadas del proceso de producción. Una se encargará de la recepción de la leche cruda, en el turno de la mañana y tarde, y del traslado de la misma hacia el tanque de pasteurización. Las otras tres personas se harán cargo de las tres máquinas involucradas en el proceso de producción y del traslado de las bolsas al proceso posterior. Específicamente, un trabajador se encargará del llenado y sellado de bolsas y de la movilización de los 108 litros de leche cada 43 minutos a la máquina pasteurizadora. Otro trabajador se encargará del manejo de la máquina de pasteurización y de la movilización de los litros de leche hacia el tanque de enfriamiento. Finalmente una persona más será responsable por el

funcionamiento del tanque de enfriamiento y del movimiento de los 208 litros de leche a la refrigeradora para almacenamiento. Finalmente, el traslado de los litros de leche desde la refrigeradora hasta el camión de distribución se hará con uno de los tres trabajadores mediante una rotación semanal.

6.9.4 Equipo de manejo de materiales

Los socios deberán usar recipientes cerrados y limpios para la movilización de la leche cruda hasta el centro de acopio. Para facilidad durante el ordeño se propone el uso de baldes plásticos con tapa con capacidad de 14L debido a que en promedio cada socio entrega 12.33 litros en cada viaje. Un balde con las características mencionadas se muestra en la Figura 31. Adicionalmente, se recomienda establecer una política de rechazo de la leche si estas condiciones no se cumplen. Si bien hasta el momento la cantidad de leche rechazada por incumplimiento del control de calidad ha sido mínima, CEDECO está convirtiéndose en la planta procesadora y por lo mismo se debe tener mayor cuidado al momento de aceptar la materia prima y obligar al cumplimiento de prácticas salubres.



Figura 31. Balde plástico con tapa
Fuente: (Plásticos Ecuatorianos, 2012)

Una vez recibida la leche cruda esta será vertida en el decalitro donde se procederá a hacer el control de calidad. Si la leche cumple con los parámetros y es aceptada, el decalitro (Figura 32) se montará sobre un carrito mesa. El diseño de la agarradera del carrito deberá permitir que cualquier trabajador lo afiance a la altura de la cintura de tal forma que evite tensión en su columna lumbar (Calisto, 2012). Un diseño del carrito mesa y sus dimensiones en función del cuerpo del trabajador se muestra en la Figura 33. Posteriormente, la leche cruda será introducida en el tanque de refrigeración manualmente y el carrito y decalitro regresarán a la recepción.



Figura 32. Decalitra actual de CEDECO

Fuente: Baldeón, Moreno

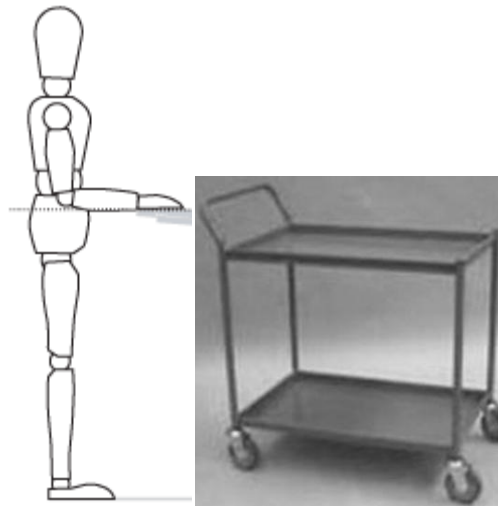


Figura 33. Carrito mesa y sus dimensiones en función del trabajador.

Fuente: (Mecalux logismarket, 2012)

En la planta de pasteurización habrá un carrito mesa adicional designado para la máquina de llenado. En este mismo se localizarán las canastas de acero inoxidable, que vienen con el sistema de pasteurización, y donde se irán localizando las bolsas de leches llenadas y selladas (Figura 34). Cada canasta de acero inoxidable tiene capacidad para 6 bolsas de leche. Una vez culminado este proceso se procederá a mover las canastillas con las bolsas de leche llena en el carrito mesa hasta la máquina pasteurizadora. El traslado de las canastas a la máquina pasteurizadora se hará manualmente teniendo en cuenta que las canastas deberán ser introducidas con las bolsas de leche. El carrito se regresará hacia la zona de llenado y sellado con las canastas

de acero inoxidable disponibles de las bolsas que fueron ya enviadas al tanque de enfriamiento. En la Figura 35 se muestra una foto del tanque de pasteurización.



Figura 34. Canastas de Acero Inoxidable para el sistema Milk Pro
Fuente: (Magariños, 2003)

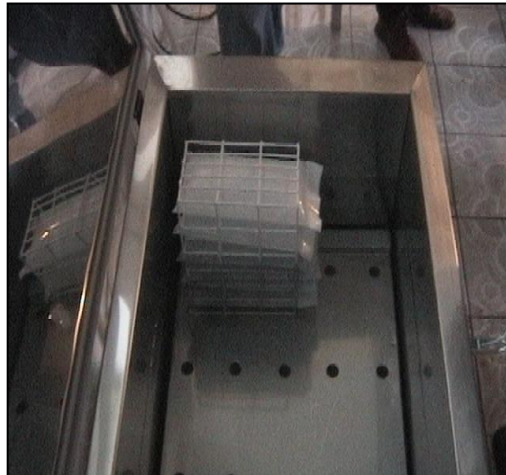


Figura 35. Tanque de pasteurización del sistema Milk pro
Fuente: (Magariños, 2003)

El área de la máquina de pasteurizado y el área del tanque de enfriado deben estar juntas. Esto permitirá que se movilice manualmente las bolsas. Se debe tener en cuenta que se sacará las bolsas de la pasteurizadora en canastillas pero se introducirán las bolsas solas al tanque de enfriado. Adicionalmente, se aconseja tener una mesa entre la máquina de pasteurizado y el tanque de enfriamiento con una tina con agua y hielo para que se puedan localizar las bolsas cuando haya un desfase de la producción y el tanque de enfriado no esté disponible. Esta práctica no pone en riesgo la calidad de la leche y permite la eficiencia del sistema Milk-Pro (Haylle-Dick, 2012). Una vez terminado el proceso de enfriamiento, las bolsas de leche se colocarán en

kavetas. Las kavetas son contenedores plásticos diseñados especialmente para el almacenamiento y distribución de productos lácteos en bolsa (Pica, 2011). Las kavetas llenas a su vez se colocarán sobre una carretilla con plataforma como la mostrada en la Figura 36. El mango de la carretilla debe estar a la altura de la cintura del trabajador. Se moverán las bolsas hasta la refrigeradora y se las introducirá a la misma. La kaveta mostrada en la Figura 37 tiene una capacidad de 20 litros y puede ser adquirida en Pica. Se necesita comprar 75 kavetas para poder trasladar correctamente los 1,500 litros en bolsa producidos diariamente.



Figura 36. Carretilla con plataforma

Fuente: (Braucke, 2012)



Figura 37. Kaveta Plástica

Fuente: (Pica, 2011)

Al momento de hacer el despacho, se trasladará las kavetas hasta la refrigeradora y se insertará las bolsas. Las kavetas serán colocadas sobre el carrito transportador y se irá hasta el área de despacho. Aquí se cargarán las cestas en el camión y el camión deberá regresar las kavetas finalizado la distribución.

6.9.5 Manejo de Materiales y las Buenas Prácticas de Manufactura

El BPM son normas básicas que se aplican a la manipulación, elaboración, almacenamiento y distribución de productos alimenticios. Su objetivo es generar un producto con adecuadas condiciones de higiénicas y de salubridad (Decreto 3075, 2007). Dentro del modelo de manejo de materiales de la planta de pasteurización se debe tener un sistema que garantice la elaboración de un producto de calidad que cumpla con los requisitos de sanidad. En el BPM se discute la importancia de tener prácticas higiénicas en el momento de manipular los alimentos y se hace énfasis en mantener desinfectados todos los equipos que tienen contacto con el producto (Decreto 3075, 2007). Es por ello que en la propuesta del equipo de manejo de materiales se propone que los socios utilicen un balde con tapa para el traslado de la leche y que la misma sea rechazada y si el recipiente se encuentra sucio. Así se genera una cultura de limpieza y se da valor a la higienización de los implementos que están en contacto de la leche. Adicionalmente al obligar el uso de un balde con tapa se impide que la leche se ponga en contacto con contaminaciones medioambientales que en la actualidad se está dando. Por otra parte, en los requisitos de fabricación se menciona que se mantengan en control la temperatura para generar la condiciones sanitarias óptimas en todo el proceso (Decreto 3075, 2007). El único punto crítico en donde la temperatura puede afectar a la leche es en el momento del traslado de la misma de la casa del socio al centro de acopio. Por esta misma razón se propone cambiar el horario de atención del centro de acopio a una hora antes y se consiga tener una temperatura ambiental estrictamente bajo los 10 grados centígrados y se evite cualquier proliferación bacteriana. Finalmente, todos los equipos propuestos para el manejo de la leche están realizados con materiales que facilitan descubrir cualquier impureza y son fáciles de limpiar, desinfectar y mantener como se propone en el artículo del BPM (Registro Oficial 696, 2002).

6.10. Requerimientos del Personal

6.10.1 Baños

Actualmente, no existe en CEDECO un área destinada a los baños, pero existen dos bodegas, una de las cuales se puede designar para este tipo de instalación. La Tabla 30 muestra la cantidad de inodoros y lavabos requeridos en las instalaciones por cantidad de personal (Tompkins et al). Según esta tabla, el número de inodoros adecuado para diez personas o menos es 1. Sin embargo, se requieren dos lavabos para abastecer a este número de personas según la misma tabla. Además, se sugiere tener al menos un baño para cada género.

Se debe asignar 1.83 m^2 para cada lavabo con dimensiones $0.90 \times 0.60 \text{ m}$. Asimismo, debe asignarse 3.81 m^2 para cada inodoro con dimensiones de $0.76 \times 1.52 \text{ m}$. Por tanto, el área mínima requerida para los baños es de 7.60 m^2 considerando una holgura de 0.35% entre inodoro y lavabo. Se sugiere instalar un baño para cada género, con un inodoro y un lavabo cada uno siguiendo la distribución que se puede ver en la Figura 68 y Figura 69 en el Anexo 19.

Tabla 30. Inodoros y Lavabos requeridos por número de empleados
Industrias, fundidoras y de almacenamiento

Inodoros	Empleados	Lavabos	Empleados
1	1-10	1	1-8
2	11-25	2	9-16
3	26-50	3	17-30
4	51-80	4	31-45
5	81-125	5	46-65

Fuente:(Tompkins et al, 135)

Elaborado: Baldeón, Moreno

6.10.2. Almacenamiento de efectos personales para empleados

CEDECO no requiere un lugar destinado para vestidores de personal debido a las pequeñas dimensiones del lugar y su baja cantidad de trabajadores.

Sin embargo, los trabajadores sí cuentan con pertenencias personales como son: prendas de vestir, bolsos y/o almuerzos (Tompkins et al). Para almacenar estos objetos personales se debe planificar un área de casilleros donde los trabajadores puedan guardar sus pertenencias de forma segura y cómoda. Se sugiere la ubicación de casilleros cuyo modelo se puede apreciar en la Figura 70 Anexo 20. Las dimensiones estándar de los casilleros dobles son de 0.30m (ancho), 0.35m (profundidad) y 1.80m (altura) (Manufacturas Metálicas Industriales). Se requieren cinco

casilleros dobles, para abarcar a todo el personal. Las dimensiones totales requeridas para estos casilleros son de 1.50, 0.35 y 1.80 como se puede apreciar en la Figura 71 (Ver Anexo 20).

6.11. Herramienta 5S's

Una vez diseñado el producto, determinado el flujo y el manejo de materiales y planteada la configuración de zonas y espacios requeridos para la planta; se implementará la herramienta de las 5'S en el centro de acopio CEDECO, cuyo objetivo es mantener las mejores condiciones de organización, orden y limpieza en cada zona de trabajo, de esta manera se conservaran ambientes de trabajos adecuados y seguros. Con todo esto se pretende obtener una alta competitividad y productividad de la organización, así como maximizar la eficiencia en las diferentes estaciones de trabajo.

Por otro lado, se considera como uno de los primeros pasos a la cultura de mejora continua, ya que permite la formación de hábitos de limpieza, orden y la utilización de “lo necesario”. Los resultados serán un clima laboral agradable y seguro, un personal motivado, calidad y eficiencia en el proceso; logrando de esta manera el objetivo propuesto.

Se incluirán dos fases, en la primera se iniciará con la identificación de las oportunidades de mejora en las instalaciones actuales y posteriormente se realizará la implementación de las soluciones.

En la segunda fase se propondrá el uso de la metodología en la nueva planta, tomando en cuenta la nueva configuración y reubicación de algunas zonas que existen en la actualidad.

6.11.1. FASE I: Implementación de la herramienta de las 5'Ss en las instalaciones actuales de CEDECO

6.11.1. 1. Proceso de Producción del Centro de Acopio

Como ya se mencionó a detalle en la sección 6.1, CEDECO se dedica a la recepción y venta de leche cruda a pasteurizadoras locales. Para ello, realiza tres procesos claves que son el control de calidad de la leche recibida, el almacenamiento de la misma en un tanque de enfriamiento y la entrega de la leche a su cliente. El centro de acopio cuenta con una infraestructura de 107 metros cuadrados con áreas destinadas para la recepción de la leche, laboratorio de control de calidad, bodega, área para la fabricación de quesos artesanales y para objetos del personal. Sin embargo, los espacios que intervienen directamente con las actividades

del acopio son el área de recepción y laboratorio de control de calidad. Para mayor detalle del proceso dirigirse al flujograma en el Anexo 9.

6.11.1.2. Estado actual del área del personal

El centro de acopio contrata a dos trabajadores a tiempo completo. Como establecido previamente, estos cuentan con un área para guardar sus pertenencias personales.

Sin embargo, una de las principales deficiencias del centro de acopio es la falta de limpieza y organización en el área destinada para el personal como se muestra en la Figura 38. Se puede constatar además que hay una variedad de objetos, que incluso no tiene relación con el personal, desperdigados por todo el piso. Esto causa insatisfacción e incomodidad al personal ya que la mayoría de veces deben ubicar sus pertenencias en otros lugares como la recepción.



Figura 38. Áreas de objetos personales.

6.11.1.3. Estado actual del laboratorio de control de calidad

El laboratorio de control de calidad debe ser un área limpia, sin obstrucciones al momento de circular en él y con una clara descripción, organización e identificación de todos los instrumentos y reactivos que se tienen. En el momento, varios de los contenedores utilizados para trasladar leche son localizados en cualquier sitio después de su uso. Esto impide que el encargado de la recepción de la leche pueda trasladarse fácilmente a coger los equipos necesarios

para el control de calidad. Adicionalmente, como es el único sitio con acceso a una llave de agua se suele conectar la manguera al lavadero del laboratorio y sacarlo por la puerta del mismo para hacer el aseo de las demás áreas como se muestra en la Figura 39. Esto causa que agua se derrame por todo el piso del laboratorio y junto con la tierra de los zapatos de los trabajadores formen capas de suciedad sobre el piso. Tratándose de un centro de acopio de leche, esta falta de limpieza debe ser corregida inmediatamente. Además, el agua en el piso de baldosa aumenta considerablemente el riesgo de una caída.

Finalmente, los reactivos e instrumentos utilizados para el control de calidad son ubicados sobre una toalla en un mesón sin una ubicación fija o detalle de la función de cada reactivo. Incluso, los instrumentos que son de vidrio están puestos cerca del filo del mesón lo que puede causar que uno se caiga y ocurra un accidente. Finalmente, esta falta de orden también hace que el trabajador pierda tiempo localizando el instrumento o reactivo adecuado en el momento de realizar el control de calidad como muestra la Figura 40.



Figura 39. Laboratorio de control de calidad

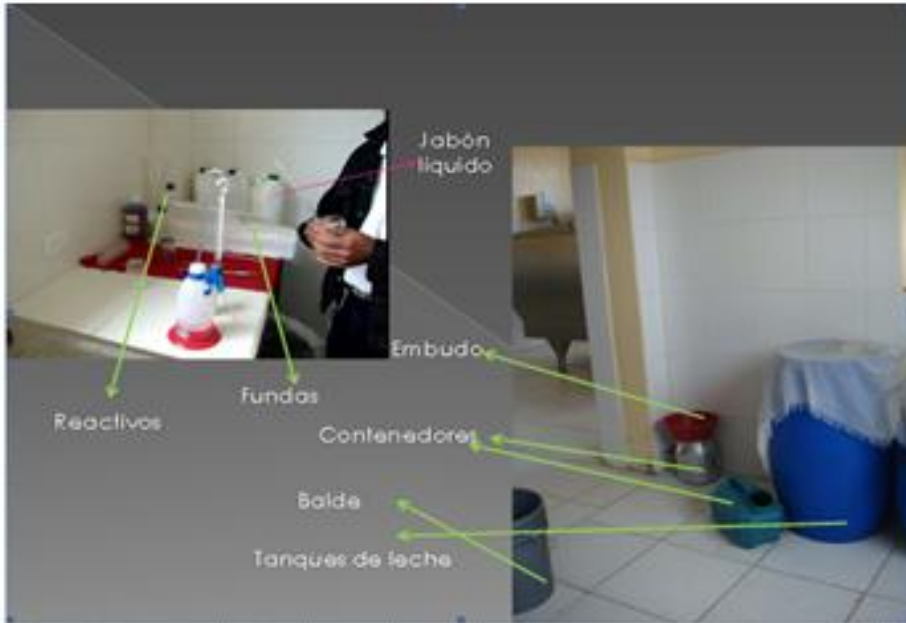


Figura 40. Laboratorio de control de calidad

6.11.1.4. Estado actual del área de recepción

En el área de recepción, mostrada en la Figura 41 y Figura 42, también se encuentran las zonas del tanque de almacenamiento temporal y el tanque de enfriamiento. Al ser un área de gran movimiento de materiales y personas, la misma debe mantenerse ordenada, limpia y debidamente señalizada. En muchas ocasiones, especialmente al momento de descargar los contenedores de leche del camión que recoge la leche, estos son ubicados en desorden dentro de la zona de recepción, lo que dificulta el paso de los trabajadores al laboratorio de control de calidad. Por otra parte existen artículos de limpieza tales como trapeadores, que permanecen arrimados a las paredes de la planta, lo que puede ocasionar accidentes como caídas o golpes y a su vez contaminar la leche; de la misma manera permanecen, papeles, cuadernos, lápices, etc. dispersados sobre la mesa de recepción. También se puede apreciar que no existe ningún tipo de señalización sobre las precauciones, obligaciones de los trabajadores o ubicaciones de las máquinas. Finalmente el piso la mayor parte de tiempo se mantiene con líquidos derramados, lo que puede provocar accidentes.



Figura 41. Área de recepción



Figura 42. Área de recepción

6.11.1.5. Estado actual de la bodega

La bodega es una zona donde se almacenan implementos de limpieza, escobas, trapeadores, tanques de leche, moldes de quesos y otros materiales necesarios para la fabricación de quesos artesanales. Sin embargo todo se encuentra en desorden y la limpieza del lugar es escasa, pues en el piso existen varios líquidos derramados. A su vez se ve la presencia de varios cartones vacíos, papeles, telas filtro botadas en el piso, cuadernos en las repisas. Todo en

conjunto crea un ambiente insalubre, que puede ocasionar accidentes a los trabajadores como se muestra a continuación en las Figura 43 y Figura 44.



Figura 43. Bodega



Figura 44. Bodega

5.11.1.6. Estado actual de la zona de fabricación de quesos artesanales

La leche que no ha sido vendida a su cliente, se la emplea en la realización de quesos artesanales. Sin embargo en este lugar se encuentran todos los materiales en desorden, existen fundas y papeles ubicados en las repisas, junto con la sal y otros materiales que se les añaden a los quesos. En la mesa en donde se coloca los quesos para la coagulación, muchas veces se ubican baldes vacíos, telas y papeles. A todo esto se le suma la inadecuada ubicación de la

cocina industrial y el tanque de gas. Todo esto evidencia la falta de orden, limpieza y conservación de objetos que no se usan; generando un ambiente de trabajo inadecuado y peligroso para las personas que trabajan en dicha zona como se muestra en la Figura 45.



Figura 45. Zona de fabricación de quesos artesanales

6.11.2 Identificación de Oportunidades de mejora

En base a las descripciones del estado actual del centro de acopio las potenciales mejoras son las siguientes:

Proceso de producción

- Eliminación de movimientos innecesarios
- Asignación de tareas y actividades a los trabajadores

Área del Personal:

- Botar la basura que se encuentra en el piso y limpiar el área.
- Trasladar todos los objetos que no son necesarios.
- Delimitar área para los objetos de cada trabajador.

Laboratorio de Control de Calidad:

- Delimitar áreas visualmente para cada objeto que es necesario en el laboratorio.
- Crear una estantería con una ubicación fija para cada equipo y reactivo.
- Poner etiquetas con el nombre de cada reactivo y adjuntar en un manual.
- Detallar la función de cada reactivo.
- Definir un tiempo para limpieza del laboratorio.

Área de Recepción

- Delimitar áreas para la ubicación de cada una de las máquinas

- Guardar en los cajones del escritorio todos los artículos que sean necesarios y deshacerse de los que no lo sean.
- Implementar señaléticas.
- Mantener limpieza del piso.
- Implementar manual de uso de las máquinas.

Bodega

- Eliminación de objetos que no se usan
- Delimitación de áreas.
- Implementación de señalética.
- Asignación de espacios de almacenamiento fijos para los productos y objetos almacenados.

Área de fabricación de quesos artesanales

- Eliminación de objetos que no se usan
- Delimitación de áreas.
- Implementación de señalética.
- Reubicación del tanque de gas
- Limpieza del lugar.

6.11.3 Análisis de Oportunidades de mejora

6.11.3.1 Eficiencia

Para medir la eficiencia de la distribución de las zonas de una planta se necesita conocer las relaciones entre las áreas que se involucran en el proceso de producción. Por ende, se definieron 4 zonas que intervienen en el acopio y son: recepción, laboratorio de control de calidad, tanque de almacenamiento temporal y tanque de enfriamiento.

Se realizó una tabla de relaciones como se muestra en la Figura 46, determinando la importancia que existe en el flujo de materiales según la disposición física del centro de acopio. Se califica con los criterios de la Tabla 31, en donde la codificación va del 1 al 5 siendo el 1 es el flujo de productos más alto y 4 flujo inexistente. Por otra parte la cercanía tiene un código alfabético siendo A cercanía absolutamente necesaria y X cercanía no conveniente como se muestra en la Tabla 32.

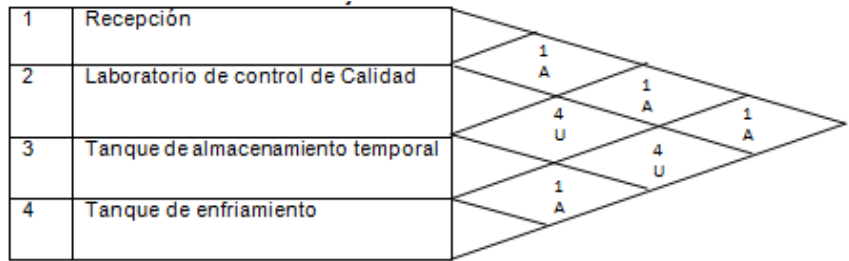


Figura 46. Tabla de relaciones

Tabla 31. Codificación del flujo

CÓDIGO	RAZÓN
1	Flujo de productos alto
2	Flujo de productos medio
3	Flujo de productos bajo
4	No existe Flujo

Fuente: (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010)

Elaborado: Baldeón, Moreno

Tabla 32. Codificación de la cercanía

VALOR	CERCANÍA
A	Absolutamente necesaria
E	Muy importante
I	Importante
O	Está bien una cercanía normal
U	No es importante
X	No es conveniente

Fuente: (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010)

Elaborado: Baldeón, Moreno

Una vez realizado este procedimiento, se obtiene la tabla desde – hacía (Tabla 33) para cuantificar el flujo de material que circula por las zonas y de esta manera determinar la eficiencia de la configuración actual. Dando como resultado una eficiencia del 100% como se ve en la Figura 47, esto significa que todas las zonas por donde fluye el producto mantienen una cercanía importante.

Tabla 33. Tabla desde-hacia

	DESDE/HACIA	Recepción	Lab de calidad	Tanque de almacenamiento temporal	Tanque frío de almacenamiento
1	Recepción	-	4	2496	2496
2	Laboratorio de Calidad	-	-	0	0
3	Tanque de almacenamiento temporal	-	-	-	2496
4	Tanque frío de almacenamiento	-	-	-	-

Elaborado: Baldeón, Moreno

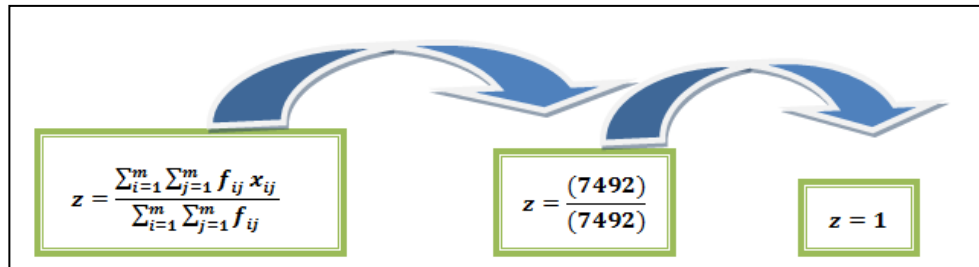


Figura 47. Cálculo de la eficiencia actual

Elaborado: Baldeón, Moreno

Sin embargo a esto no se ha tomado en cuenta los movimientos innecesarios que realizan los operarios durante el acopio de la leche, ocasionando tiempos muertos que incrementan el tiempo de acopio. Actualmente este tiempo es de aproximadamente 10 min como se muestra en la Figura 48.

Empresa: CENTRO DE ACOPIO CEDECO		Resumen		
Actividad: Proceso de Acopio		Actividad	símbolo	Actual
Fecha: 01/04/2012		Operación	○	3
Operador: J.P.	Analista: G.B, G.M	Movimiento	⇨	3
Método: Actual	Propuesto	Demora	D	1
Tipo: Obrero	Material	Inspección	□	1
		Almacenamiento	▽	1
		Tiempo		604
Descripción de la actividad		Símbolo	Tiempo (seg)	Recomendaciones
Recepción de la leche		○ ⇨ D □ ▽	40.00	
Tomar Muestra		○ ⇨ D □ ▽	7.00	
Ir al laboratorio de control de calidad		○ ⇨ D □ ▽	50.00	
Realizar análisis de control de calidad		○ ⇨ D □ ▽	240.00	Si el otro tabajador se encuentra ahí en ese momento toca esperar hasta que termine para realizar el análisis
Regresar a la zona de recepción		○ ⇨ D □ ▽	7.00	
Poner leche en el decalitro		○ ⇨ D □ ▽	20.00	
Poner leche en el tanque frio		○ ⇨ D □ ▽	120.00	
Registrar en la computadora los datos pertinentes		○ ⇨ D □ ▽	120.00	Toca esperar para registrar los datos obtenidos

Figura 48.Diagrama de flujo inicial

Elaborado: Baldeón, Moreno

Las causas principales son los tiempos de espera para el uso del laboratorio de control de calidad, las interrupciones en el paso debido a la mala ubicación de los tanques de leche y al piso que constantemente se encuentra mojado y los empleados no usan un calzado adecuado para estas circunstancias. Se puede ver de manera global, mediante la Figura 49 el flujo actual dentro del centro de acopio.

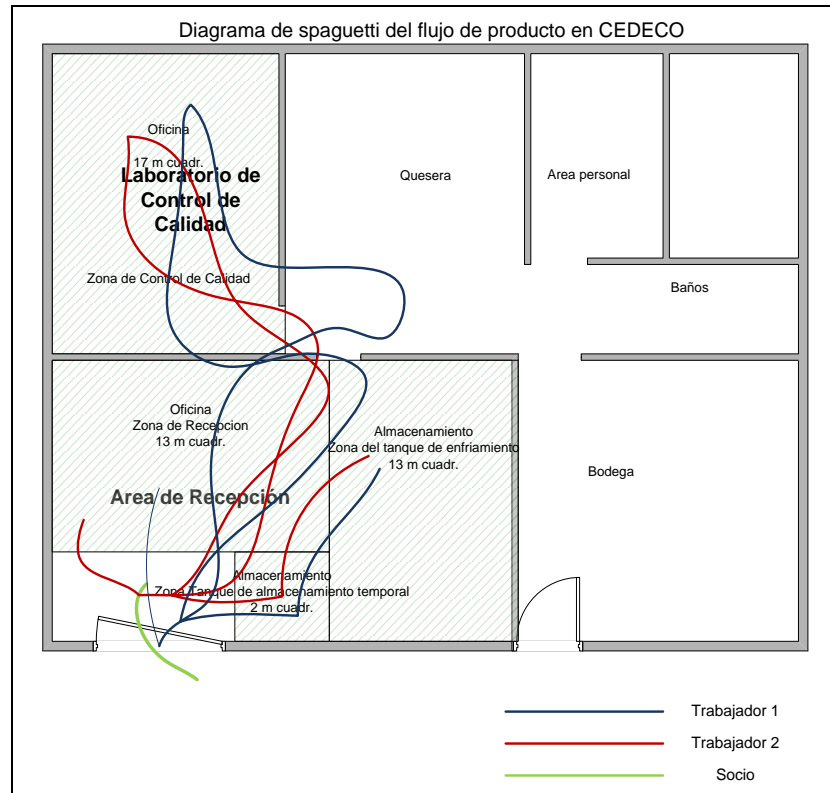


Figura 49. Diagrama de Spaguetti de la situación actual de CEDECO.

Elaborado: Baldeón, Moreno

En el diagrama de spaghetti se puede observar que al momento de llegar un socio al área de recepción uno de los trabajadores toma una muestra de la leche se dirige al laboratorio de control de calidad, hace las pruebas respectivas, regresa a la zona de recepción y en caso de que la leche cumple con todos los estándares de calidad, se la coloca en el tanque de almacenamiento temporal hasta que exista la cantidad de 200 lt. Posteriormente se vacía este contenido en el tanque de enfriamiento. El trabajador 2 realiza la misma secuencia de movimientos descritos previamente. Inclusive los dos trabajadores pueden realizar este proceso simultáneamente, que lo que ocurre normalmente y es en esta situación cuando se generan tiempos de espera en el laboratorio.

6.11.3.2 Diseño de áreas

Los empleados necesitan de una locación donde puedan guardar todas sus pertenencias organizadamente y diferenciada de los objetos de los demás trabajadores. Se considera que cada persona debe tener al menos 0.6m^2 para su utilización (Tompkins; White; Bozer; Tanchoco,

2012). Actualmente, el área total para el personal es de 1.5m^2 sin embargo por las cajas, implementos de limpieza y basura se ha reducido a aproximadamente 0.7 m^2 lo que es inadmisibles.

Por otra parte el espacio en el resto de áreas es el adecuado para que puedan realizar las actividades que correspondan a cada una de éstas.

El mantener un sitio limpio y organizado motiva a los empleados a realizar un buen trabajo. Dentro de los riesgos psicosociales se toma en cuenta el diseño de un ambiente confortable para el trabajador donde se considera tener una buena iluminación, cantidades moderadas de ruido, limpieza y un espacio que permita el libre movimiento (Mondelo, Torada, & Bombardo, 2000). En CEDECO la cantidad de ruido e iluminación no representan un peligro sin embargo varios contenedores y envases plásticos son colocados en las vías de acceso o circulación lo que dificulta el movimiento.

6.11.3.3 Seguridad

El área de la recepción y del laboratorio de control de calidad son espacios donde se existe interfaz hombre- máquina e interfaz hombre-herramienta respectivamente. Por ende, es indispensable que exista un sistema de información que le provee al trabajador de los indicativos necesarios para realizar su labor sin ningún riesgo. Generalmente se utilizan los indicativos visuales que deben cumplir con requisitos, expuesto en el Anexo 21, y ser sencillos de entender. Por su fácil comprensión los símbolos son lo más adecuados para identificar que riesgos supone una máquina y como debe ser su utilización segura (Mondelo, Torada, & Bombardo, 2000). Estos mismos se proponen utilizar en la en el centro de acopio.

Por otra parte hay que tomar en cuenta la seguridad de producir una leche de buena calidad. Debido al mal manejo en algunos procedimientos, ésta tiene una gran tendencia a la contaminación. Para determinar las causas se realizó un diagrama de causa y efecto como se muestra en la Figura 50.

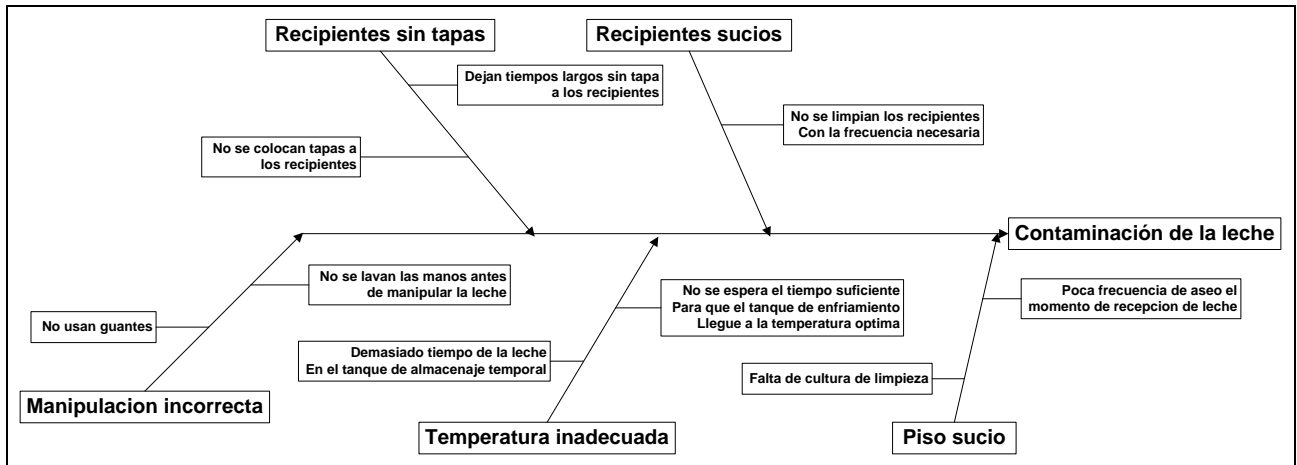


Figura 50. Diagrama de Causa-Efecto para determinar las causas de contaminación

Elaborado: Baldeón, Moreno

Es importante tener en cuenta dichos factores al momento de la implementación de las 5 S's.

6.11.4 Descripción del proceso de abordaje de para la implementación de 5s.

Tomando en cuenta que por lo general la mayoría de trabajadores se resisten al cambio, ya sea por temor de que no sean beneficiados o falta de información acerca del impacto que tendrá en sus actividades y seguridad; el paso inicial fue explicar paso a paso lo que era la herramienta de las 5'S, su funcionamiento y las ventajas de adoptarlo. Para esto se involucró a todas las personas que trabajan en CEDECO.

Según Niebel y Freivalds la resistencia al cambio es directamente proporcional a la magnitud del mismo y al tiempo disponible para implementarlo. Así mismo recomiendan que el cambio se lo haga paso por paso. Debido al corto tiempo que se obtuvo para la implementación y a la sencillez de los cambios, no se percibió mayor oposición ante los mismos. Previo a la instalación de cada unos de los objetos o señalizaciones se les explicó la ubicación, el uso y su beneficio; pidiendo la opinión de cada uno de ellos.

A continuación se detalla la implementación de las 5'S:

6.11.4.1 Seiri : Clasificar

La primera acción a tomar es la realización de una lista con los elementos innecesarios, donde se registró la ubicación, cantidad y las razones para su eliminación. Por otro lado es

importante identificar la frecuencia de uso de los elementos necesarios, pues de esta manera se les asignará un lugar de ubicación. La clasificación de los ítems se la realizó según el plan de acción de la Figura 51, en cada zona de trabajo. Por ejemplo se arrojaron botellas, trapos, pipetas en mal estado, papeles, cartones entre otros.

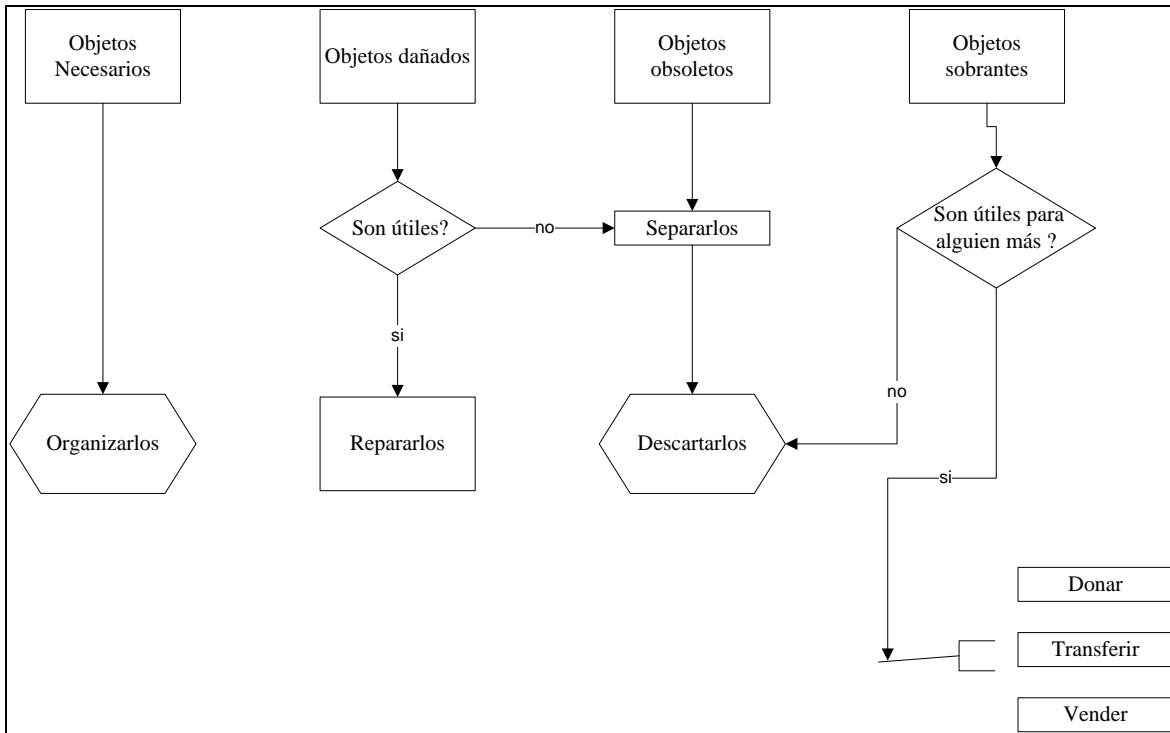


Figura 51. Criterios para la clasificación de materiales

Fuente: Adriana Maldonado y Verónica Maldonado

Elaborado: Baldeón, Moreno

Los principales beneficios de aplicar los criterios de clasificación de los materiales son generar mayor seguridad en el área de trabajo, facilitar un control visual de los elementos de trabajo, se mejora el tiempo del proceso y se libera espacio útil en la planta.

6.11.4.2 Seiton: Ordenar

Una vez eliminados los ítems que no son necesarios, no agregan valor y tomando en cuenta el flujo de trabajo y los movimientos que cada uno de los trabajadores realiza. Se colocaron repisas claramente identificadas con letreros para los reactivos en el laboratorio de control de calidad, se puso un porta pipetas para que de esta manera no se rompan con alta frecuencia, se delimitó y señalizó los lugares para la ubicación de los vasos de precipitación,

equipo de acidez, porta pipetas, lugar de implementos de limpieza. Se colocaron ganchos para las escobas, una repisa para colocar la ropa y zapatos en el área del personal; así como varias señaléticas entre las que se encuentra: mantener el lugar limpio, uso de reactivos en el laboratorio, piso resbaloso, uso obligatorio de guantes, prohibido el paso a personal no autorizado.

De esta manera los materiales y objetos estarán disponibles para su fácil acceso; logrando de esta manera prever pérdidas de tiempo, así como daño de productos y manteniendo un flujo adecuado de los ítems a lo largo del proceso de acopio de la leche.

6.11.4.3 Seiso: Limpiar

Se le informo al personal de las ventajas de mantener limpio cada uno de los puestos de trabajo, especialmente por la manipulación de leche que existe en ese lugar y la fácil proliferación de bacterias en dicho líquido. Un lugar limpio permanentemente significa una leche de mejor calidad, y a su vez menos rechazos por parte del intermediario que les compra.

Tomando en cuenta el diagrama de la Figura 50, el mismo que ayudó a ver de manera global todos los factores que provocan la contaminación de la leche, se designó a cada uno de los trabajadores responsabilidades para mantener el espacio de trabajo limpio. Es así como uno de los trabajadores realizará la limpieza de la zona del laboratorio de control de calidad, manteniendo el piso seco, limpiando el mesón después de que realice las pruebas de control de calidad, uso de guantes obligatorio y al final de la jornada de trabajo dejar lavando los recipientes y herramientas que usó a lo largo del día.

Por otra parte el otro trabajador se encargará de mantener limpio y seco el piso del área de recepción, tapar todos los contenedores de la leche, esperar a que el tanque de enfriamiento alcance la temperatura correcta para empezar el proceso de almacenaje de leche, lavarse las manos cada vez que vaya a manipular la leche y uso de guantes obligatorio, mantener limpios todos los recipientes que se use en su zona antes de colocar la leche y nuevamente dejar limpiando su zona al finalizar la jornada de trabajo.

Adicionalmente cuatro días a la semana realizarán una limpieza conjunta del resto de áreas del centro de acopio. Cabe recalcar que se proporcionó tachos de basura claramente etiquetados y ubicados, para el uso dentro de las instalaciones.

La tercera S permitirá generar satisfacción de los empleados, puesto que trabajarán en un ambiente más confortable y seguro; mantener una mejor calidad de la leche, disminuyendo la probabilidad de contaminación y finalmente generando una cultura de limpieza.

6.11.4.4 Seiketsu: Estandarizar

En el centro de acopio es de suma importancia estandarizar los procesos de limpieza. Con lo referente a la higienización de los pisos y las paredes en el área de la recepción y el laboratorio los procedimientos están bien implantados. Sin embargo, en el área para el personal nunca se realiza el aseo. Se debe realizar el lavado de los pisos y las paredes el recogimiento de la basura y deposición de la misma. Se ha decidido implementar una nueva política que será el limpiar pisos, paredes, implementos y desechar la basura cada vez que se termina la recepción de la leche. Dado que hay dos turnos de recepción diarios, este procedimiento se deberá realizar dos veces en el día. Los responsables serán los dos trabajadores del centro de acopio, uno se encargará de realizar la recepción, acopio y aseo de la recepción y el otro de las pruebas de control de calidad y aseo del laboratorio.

Por otra parte, no se permitirá el ingreso al centro de acopio a personas comunes ya que estas suelen ingresar con polvo y elementos que contaminan el área. Se instalarán controles visuales y etiquetas para fomentar la organización y limpieza del centro de acopio. Adicionalmente, de señalización de seguridad industrial.

Finalmente se realizaron dos manuales, el primero que contiene los procedimientos que se deben llevar a cabo para el proceso de control de calidad dentro del laboratorio y el segundo para el funcionamiento del tanque de enfriamiento. Dichos manuales podrán ser accedidos por cualquier trabajador de la organización.

El estandarizar permite crear menores reprocesos, atacar directamente las causas de suciedad, garantizará un adecuado conocimiento de los procesos que se realizan dentro de cada zona, así como el manejo de la maquinaria; generando mayor seguridad y confort.

6.11.4.5 Shitsuke: Disciplina

La autodisciplina es la única manera de mantener lo realizado anteriormente. De esta forma se trató de incentivar a los trabajadores a darle continuidad a cada una de las mejoras realizadas. Se mostró la importancia y beneficios de mantener el área de trabajo organizada y limpia en todas las áreas. En especial, se hará un énfasis en la colocación correcta de los contenedores de

leche que entorpece la circulación y obstruye la entrada. Finalmente, se les motivó al trabajo en equipo y al respeto del cumplimiento de las normas y medidas tanto de limpieza, orden, seguridad y procedimientos.

Se pretende fomentar la disciplina de la limpieza por medio de un cuadro de responsabilidades, en donde se colocará las áreas que deben ser limpiadas, los responsables y los días en los cuales realizarán esta actividad.

6.11.5. Análisis de las mejoras implementadas

6.11.5.1. Análisis Productivo

Una vez realizada la implementación de las 5 S's se cuantificará los beneficios en cuanto al mejoramiento de la productividad del acopio. Como se mencionó en la sección 6.11.4.3, se asignó un trabajador al laboratorio de control de calidad y otro trabajador al área de recepción y acopio, lo cual mejoró la eficiencia de la organización debido a que ya no existen tiempos de espera al momento de realizar las pruebas de control de calidad. Esto se puede apreciar en la Figura 52.

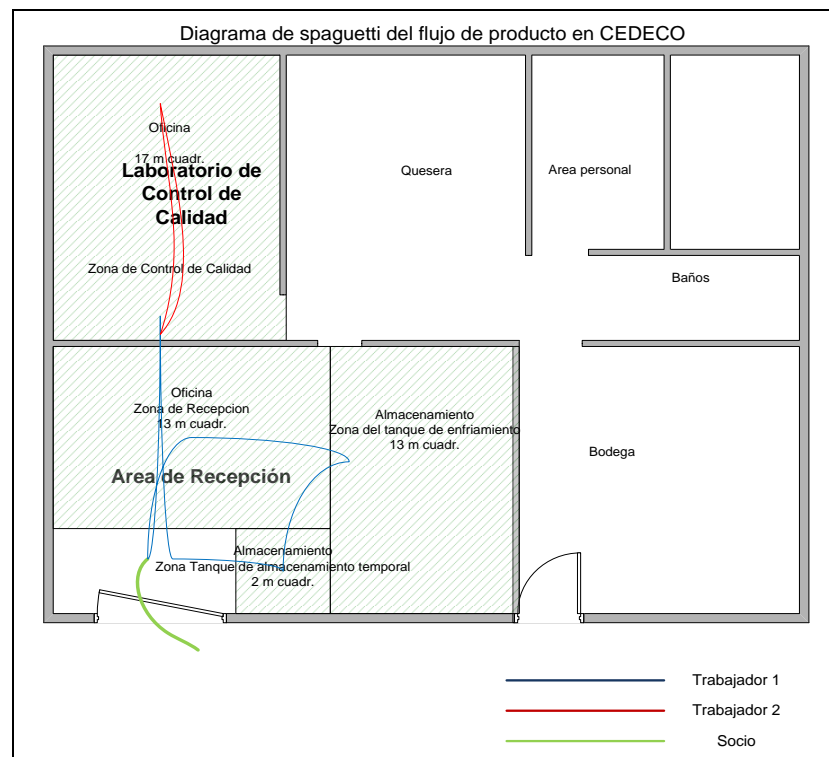


Figura 52. Diagrama de Spaguetti del flujo actual de CEDECO

Al encargarse cada trabajador de un área en específico no se genera congestión en el paso, así como la eliminación de pasos y tareas innecesarias tales como se muestra en la Figura 53.

Empresa: CENTRO DE ACOPIO CEDECO		Resumen						
Actividad: Proceso de Acopio		Actividad	Simbolo	Actual				
Fecha: 01/04/2012		Operación	○	2				
Operador: J.P.	Analista: G.B, G.M	Movimiento	→	3				
Método: Actual	Propuesto	Demora	D	0				
Tipo: Operario	Material	Inspección	□	1				
		Almacenamiento	▽	1				
		Tiempo		404				
Descripción de la actividad		Simbolo			Tiempo (seg)	Recomendaciones		
Recepción de la leche		○	→	D	□	▽	40.00	
Tomar Muestra		○	→	D	□	▽	7.00	
pasar la muestra a control de calidad		○	→	D	□	▽	5.00	
Tomar la Muestra		○	→	D	□	▽	2.00	
Realizar análisis de control de calidad		○	→	D	□	▽	200.00	
Poner leche en el decalitro		○	→	D	□	▽	20.00	
Poner leche en el tanque frío		○	→	D	□	▽	120.00	
Registrar en la computadora los datos pertinentes		○	→	D	□	▽	10.00	

Figura 53. Diagrama de flujo actual

Como se puede observar el trabajo en equipo de ambos trabajadores permiten la reducción del tiempo de acopio de la leche de 604 a 404 segundos. Esto se debe a que ya no se espera para realizar las pruebas de control de calidad, ni tampoco para la documentación de los datos del socio.

Por otro lado al mantener ordenados los instrumentos en el laboratorio de control de calidad se logrará tener los mismos a la mano, de tal manera que realizar el proceso de análisis será más rápido, provocando que la leche espere menos tiempo sin ser almacenada en el tanque frío y de esta manera se evita la proliferación de bacterias y contaminación de la leche.

Finalmente la limpieza permite generar un mejor ambiente de trabajo, en donde los trabajadores se sientan más cómodos y motivados para realizar sus actividades, aumentando la productividad global del centro de acopio.

6.11.5.2.-Consideraciones Ergonómicas

Inicialmente, la máquina de enfriamiento tiene un dispositivo de control que solo debe ser operado por personal autorizado. Esta regla debe ser expuesta mediante una señalización de

prohibición que se caracteriza por su forma redonda, pictograma negro sobre un fondo blanco y bordes de color rojo. La misma debe estar localizada en un sitio que sea visible por todos los trabajadores (Mondelo, Torada, & Bombardo, 2000). Por otra parte, la localización de los controles no deben obligar al trabajador tomar posiciones incómodas y deben estar completamente visibles y manejables (Fernández, Marley, Noriega, & Ibarra, 2008). Por ende, mediante las 5's se eliminan todos los elementos no necesarios que se puedan localizar en los controles y no permitan su libre ejecución.

En el laboratorio, se realizan pruebas de control de calidad con sustancias que son tóxicas y corrosivas. Se debe obligar a los trabajadores a que utilizan guantes para que no pueda existir ningún contacto inseguro con los reactivos. Esta instrucción será informada a los empleados mediante un señal de obligación que tiene una forma redonda con un pictograma blanco con un fondo azul (Mondelo, Torada, & Bombardo, 2000). Por otra parte, es necesario generar etiquetas comprensibles y legibles sobre los reactivos que hay en el laboratorio (Fernández, Marley, Noriega, & Ibarra, 2008). Estas informarán a los empleados sobre las sustancias que se manejan para evitar manipulaciones inseguras y además ayudarán a la estandarización del proceso.

Finalmente, con relación a la interacción hombre-computadora es necesario considerar que el mouse debe estar al mismo nivel que el teclado, la distancia ojo pantalla debe estar entre 45 cm a 75cm y se debe dejar un espacio para asentar las muñecas al momento de escribir. Este espacio debe de ser de al menos 7cm. Finalmente, es importante que las muñecas estén elevadas un ángulo entre 10° a 20° para prevenir dolores en estas (INSHT, 1996). Para poder cumplir con todas estas recomendaciones es necesario que la mesa donde se localiza la computadora esté libre ya que las dimensiones de la misma son adecuadas. Es importante mantener organizada el área de registro y que solo se pongan los elementos necesarios que en este caso son un cuaderno y un lápiz. Finalmente, se deben eliminar todo tipo de bebidas y alimentos ya que estos pueden causar un cortocircuito en la máquina.

6.11.5.3.-Consideraciones de Seguridad Industrial

En análisis de seguridad industrial se hará en base al reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (Ministerio del trabajo y empleo, 2000) cuyos extractos se encuentran en el Anexo 22.

En primera instancia es importante recalcar que todos los empleadores deben tomar todas las medidas de seguridad necesarias para fomentar la seguridad y salud del trabajo. Como se

establece en el Artículo 11 (Ministerio del Trabajo y Empleo, 2000), todas las máquinas e instalaciones que utiliza un trabajador deben estar en un buen estado. En el centro de acopio, esto se refiere a que el tanque de enfriamiento, equipos para el laboratorio y las habitaciones en donde estos se guarecen se mantengan en condiciones óptimas de funcionamiento. Este literal se implemente mediante la limpieza y estandarización. Esto se debe a que el mantener limpia una instalación, especialmente en donde hay derrames frecuentes de agua, se elimina la posibilidad de que un trabajador tropiece o que se genere un corto circuito con equipos eléctricos. La estandarización permitirá que todos los equipos, como son los implementos para el control de calidad, se mantengan siempre limpios y se pueda conocer fácilmente si alguno tiene una avería o los objetos de vidrio tienen fraccionamientos. Adicionalmente, la limpieza realizada al centro de acopio se ve apoyada por el Artículo 34 (Ministerio del Trabajo y Empleo, 2000), donde se establece que todas las instalaciones y equipos de trabajo deberán mantenerse en un buen estado de limpieza. La propuesta de establecer siempre un periodo fijo para botar toda la basura que se ha generado e higienizar el piso de todas las áreas del centro de acopio, en especial los vestidores del personal, se ve reflejado en el artículo 13 (Ministerio del Trabajo y Empleo, 2000) donde se especifica que es obligación del trabajador participar en el mantenimiento de la higiene de un centro laboral.

Por otra parte, un paso importante en la implementación de las 5's es la eliminación de contenedores y envases de plásticos en vías de alta circulación y salidas. Se decidió definir sitios seguros para la colocación de objetos y la señalización de los mismos para generar disciplina. Esta medida, adicionalmente, apoya el cumplimiento del artículo 24 y artículo 33 (Ministerio del Trabajo y Empleo, 2000) donde se establece que todo los pasillos deben tener un ancho adecuado para su uso y que todos los accesos deben estar libres de obstáculos. En específico, se obligó a que los contenedores de leche que se almacenaban cerca de la salida del laboratorio sean trasladados a lado de la refrigerada y los envases plásticos en la bodega del sitio.

En relación a los vestuarios, el Ministerio del Trabajo y Empleo en el artículo 40 obliga a que todas las industrias a tener un sitio donde los trabajadores puedan localizar sus pertenencias y tenga una superficie adecuada para el número de trabajadores. Mediante las 5's en el área del vestidor se decide sacar toda la basura y cajas que no son necesarias para el sitio. Se adecuará una repisa ideal para dos trabajadores para que estos puedan localizar su ropa y se especificará un sitio para los zapatos.

Finalmente, en el laboratorio se debe tener en cuenta que se trabajan con productos que son tóxicos y que no pueden ser ingeridos por el personal. Por ende, se ha decidió eliminar todas las bebidas y alimentos de la zona y obligar al cumplimiento de este procedimiento. Por otra parte, al informar e implementar señalización en la zona se logrará la estandarización y disciplina. Estas medidas se relacionan directamente con el artículo 63 (Ministerio del Trabajo y Empleo, 2000).

La infografía de la implementación se muestra en el Anexo 23.

6.11.6.-FASE II: Propuesta de implementación de la herramienta 5'Ss en la planta pasteurizadora de leche

Siguiendo con las ideas planteadas en la Fase I y generado un ambiente de orden, limpieza, trabajo en equipo y compromiso; se propondrá el uso de esta herramienta en la nueva instalación.

En primer lugar se debe tomar en cuenta que como se mencionó en la sección del diseño de plantas existirán 8 zonas involucradas directamente en el proceso de producción. El área que actualmente esta asignada para la elaboración de quesos artesanales será eliminada y servirá como vía de acceso a la planta lechera. Dentro de la cual estarán las zonas de acopio de leche, la cual dejará de formar parte de la zona de recepción; llenado y sellado, pasteurizado, enfriado, almacenamiento y despacho.

Por otra parte se implementará una zona de baños para el personal y vestidores. Con estos antecedentes y el aumento de 2 a 7 trabajadores, las propuestas planteadas son las siguientes:

Zona de recepción

- Reubicar la computadora y la mesa donde se almacena la información para de esta manera, usar el espacio para la implementación de baldes de recepción y la mesa carrito.
- Delimitar cada una de las zonas.
- Uso de señalética.
- Limpieza del piso.
- Uso de botas o zapatos antideslizantes por parte de los trabajadores.

Zona del laboratorio de control de calidad y bodega

- Mantener todos los cambios realizados en la Fase I dentro de estas zonas.

Planta lechera.

- Delimitar cada una de las zonas pertenecientes a la planta lechera.
- Colocar los instrumentos o materiales que se requiera en cada zona debidamente identificada.
- Colocar señalética para el uso obligatorio de guantes, calzado antideslizante e identificación de peligro respecto a la maquinaria.
- Asignar responsabilidades a los nuevos trabajadores, dentro de las cuales estará la limpieza de su zona de trabajo después de culminada su jornada.
- Añadir al manual del tanque de acopio, el funcionamiento y procedimiento a realizarse del resto de maquinarias implementadas.
- Señalizar adecuadamente las vías de flujo de los trabajadores.

Zona de vestidores

- Adecuación de vestidores tanto para hombres y mujeres claramente identificados.
- Implementación de lockers para guardar los objetos personales, debidamente rotulados.
- Delimitación de espacios.
- Implementación de un tacho de basura.
- Realizar limpieza diaria.

Zona de baños

- Implementación de servicios higiénicos tanto para hombres y mujeres claramente identificados
- Implementación de basureros.
- Implementación lavabos.
- Mantener limpieza diaria de estas instalaciones.

Las 5's es una metodología que permite organizar y efectuar el trabajo de una manera más eficiente y segura. Sin embargo para una aplicación exitosa es necesario reforzar la nueva cultura en la organización. Si bien este paso se incluye dentro de la "s" de disciplina, es un proceso que requiere de un constante control y recordatorio a los empleados. Por esta razón es fundamental

obtener el compromiso de cada uno de los integrantes de CEDECO, brindarles capacitación, entrenamiento y permitirles acceso a la información de los manuales. Por otra parte se mejorará tanto la motivación de los empleados como su eficiencia. Adicionalmente, fomentará la higiene en el tratamiento de alimentos que es indispensable en este de tipo de industria.

CAPITULO 7.- DISTRIBUCIÓN

En base a la investigación de la situación social de la provincia de Cotopaxi se define que dicha zona es un mercado ideal para la comercialización de leche pasteurizada. Debido a que CEDECO tendrá un pequeño volumen de producción y que este tiene la capacidad de satisfacer las necesidades exclusivamente de pueblos aledaños a San Agustín, se ha propuesto realizar la venta de litros de leche en los minoristas de las ciudades de Lasso y Latacunga. Se hace un análisis de la demanda en las ciudades antes mencionadas en base a la cantidad de leche que la Organización Mundial de la Salud recomienda consumir y un estudio de mercado. Adicionalmente este estudio permite familiarizarse con el proceso de venta y distribución y cuantificar la venta actual del producto en Lasso y Latacunga. Posteriormente se hace uso del modelo del agente viajero para encontrar la mejor ruta de distribución. Finalmente se hace la comparación financiera entre tercerizar la entrega del producto ó manejarla directamente por la asociación para proponer el mejor sistema de distribución.

7.1 Análisis de la Demanda

Los canales de distribución para la leche de San Agustín serán las tiendas, bodegas y minimercados de las ciudades de Lasso y Latacunga. La elección del medio de comercialización se debió a que en el 2010 se contabilizó que el 84.18% de las ventas de la leche pasteurizada se efectuaron en dichos canales (INEC, 2010). Por ende, se procede a realizar una encuesta a los minoristas de las zonas. La encuesta se encuentra en el Anexo 24. El estudio de mercado se realiza en la independientemente en la ciudad de Latacunga y luego en Lasso ya que al ser distintas localidades el sistema de distribución y cantidad de demanda puede variar.

7.1.1 Estudio de Mercado de la Ciudad de Latacunga

En el territorio ecuatoriano existe una densidad de 210 tiendas por cada 100,000 habitantes (Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Quito, 2005). Dado que en Latacunga hay una población de 51,689 habitantes (INEC, 2011) se estima que en dicha ciudad hay un total de 109 tiendas. En base a estos datos se obtendrá el tamaño de muestra estadísticamente significativo para el estudio de mercado.

7.1.1.1 Tamaño de la Muestra para Latacunga

El tamaño de la población objetivo son 109 tiendas de barrio. Dado que hay probabilidad de que tiendas no vendan leche se utiliza la fórmula de tamaño de muestro para proporción. Se

maneja un nivel de confianza del 90% lo que da un $Z=1.64$. Al no conocer la proporción de la población esperada, es decir la probabilidad de tiendas vendan leche, se utiliza un $p=0.5$ y $q=0.5$, valores que maximizan el número de muestra. Finalmente se acepta un error del máximo del 10%.

$$n = \frac{109 \cdot 1.64^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.1^2 \cdot 108 + 1.64^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 41.82 \approx 42 \text{ muestras}$$

Por ende se realizan 42 encuestas a minoristas.

7.1.1.2 Resultados del Estudio de Mercado en Latacunga

Primero, se obtiene que la media de litros de leche vendidos en las tiendas es de 18.119 con una desviación estándar de 3.528 litros. Con un 95% de confianza se puede establecer que la cantidad de leche vendida por un minorista oscila entre los 17.020 litros y 19.219 litros. En la Figura 54 se muestra un resumen estadístico para la cantidad de leche vendida diariamente.

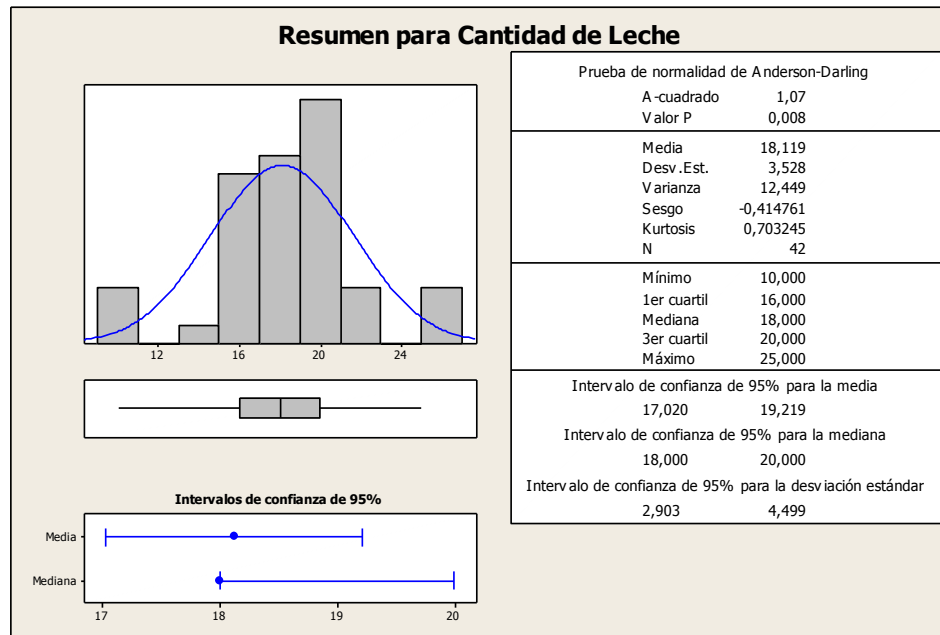


Figura 54. Resultados estadísticos de la cantidad de leche vendida por una tienda.

Debido a que en la ciudad de Latacunga hay aproximadamente 109 tiendas se espera que haya una demanda promedio de 1,975 litros diarios.

Por otra parte se encuentra que el sistema de inventarios que manejan los minoristas en Latacunga es del tipo JIT. Es decir, las plantas pasteurizadoras de leche realizan la distribución

diariamente por todos los centros de venta y estas compran solamente el producto que pronostican vender esa misma jornada. Por ende al final del día las tiendas quedan sin stock de leche. Adicionalmente, la leche es entregada a los minoristas alrededor de las 8am a 10am. Esto suele generar problemas porque la mayoría de las tiendas abren sus negocios a las 7am y no tienen leche si el cliente final va antes que los camiones de las plantas pasteurizadoras. La venta de leche se hace generalmente en la mañana y en la noche. En el área financiera, el pago del producto se hace contra entrega y en efectivo. La ganancia de la venta de un litro de leche es invariablemente de 5 centavos, es decir no está en función del precio final del producto. El costo de venta de un litro de leche al minorista es de \$0.65 ó \$0.70 lo que significa un precio de venta al público de \$0.70 y \$0.75. Finalmente los minoristas aceptarían vender una nueva marca de leche después de realizar pruebas de que esta es aceptada en el mercado. Sin embargo se encuentran entusiasmados de que tenga un menor costo.

7.1.2. Estudio de Mercado de la Ciudad de Lasso

Para el estudio de mercado en Lasso se tomaron en cuenta también los pueblos de Río Blanco con el barrio Santa Ana y Tanicuchí. Tomando en cuenta el criterio de la sección 7.1.1 y dado que en Lasso existen 12,517 habitantes, en Río Blanco 12,535 habitantes y en Tanicuchí 12,390 habitantes (Pueblos 2.0. net, 2012), se estima que existe un total de 77 tiendas en las tres poblaciones; con lo cual se obtendrá el tamaño de muestra.

7.1.2.1 Tamaño de la Muestra para Lasso

El tamaño de la población objetivo son 77 tiendas de barrio. Se maneja un nivel de confianza del 90% lo que da un $Z=1.64$. Al no conocer la proporción de la población esperada se utiliza un $p=0.5$, este valor se refiere a la proporción de tiendas que venden leche como explicado en el tamaño de muestra para Latacunga, y un $q=0.5$. Finalmente se acepta un error del máximo del 10%.

$$n = \frac{77 * 1,64^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * 76 + 1.64^2 * 0.5 * 0,5} = 35.66 \approx 35 \text{ muestras}$$

El tamaño de muestra obtenido fue de 35, por lo cual se realizan este número de encuestas a minoristas.

7.1.2.2 Resultados del Estudio de Mercado en Lasso

Se obtiene que la media de litros de leche vendidos en las tiendas es de 8.79 con una desviación estándar de 2.67 litros. Empleando un 95% de confianza se determina que la cantidad de leche vendida por un minorista oscila entre los 7.87 litros y 9.70 litros. En la Figura 55 se muestra un resumen estadístico para la cantidad de leche vendida.

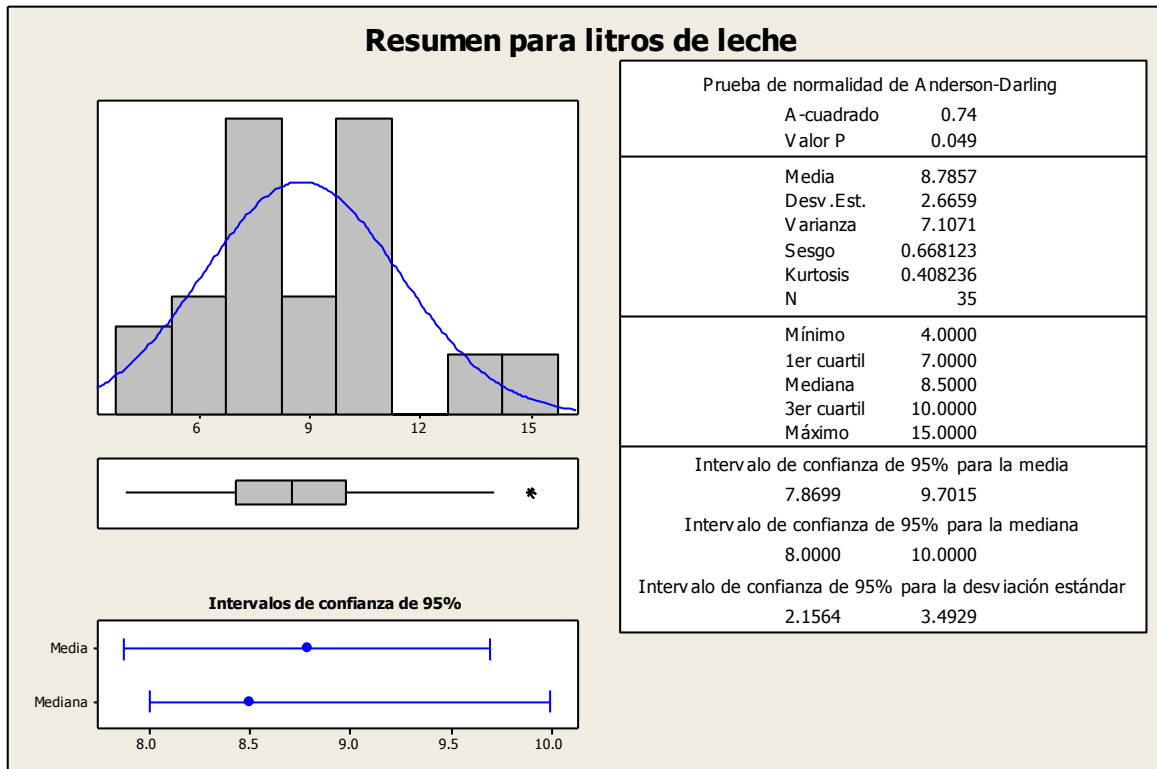


Figura 55. Resultados estadísticos de la cantidad de leche vendida por una tienda.

Debido a que en Lasso, Río blanco y Tanicuchí hay aproximadamente 77 tiendas se espera que haya una demanda promedio de 676.49 litros diarios.

En estas localidades se pudo apreciar el mismo comportamiento que en Latacunga con respecto al sistema de inventarios, es decir del tipo JIT. Por otra parte, la leche es entregada en cada tienda a partir de las 10am a las 12 pm, cabe recalcar que los distribuidores tienen su ruta y horarios establecidos por lo que los minoristas deben adaptarse a esta situación. Esto suele generar problemas porque la mayoría de las tiendas abren sus negocios a las 7am.

La forma de pago de los minoristas a los distribuidores es diaria y en efectivo, es decir una vez entregado el producto debe realizarse el pago de forma inmediata. La ganancia de la venta de un litro de leche es de 5 centavos, sin importar el precio del producto. En Lasso el costo

para el minorista de un litro de leche oscilaba entre \$0.65 a \$0.70, siendo el precio de venta al público de \$0.70 a \$0.75; mientras que el costo de compra para el minorista en Río blanco y Tanicuchí variaba entre \$0.60 a \$0.65, lo que significa un precio de venta al público de \$0.65 a \$0.70 respectivamente. Finalmente en este sector los minoristas aceptarían vender una nueva marca de leche después de realizar pruebas de que esta es aceptada en el mercado y demuestren tener una buena calidad.

7.1.3 Demanda Potencial

La demanda potencial se obtiene en base a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud del consumo de leche que es de 125 litros anuales o de 0.34 litros diarios por persona. En Latacunga hay una población de 51,689 habitantes (INEC, 2011) lo que significaría una demanda aproximada de 17,701.71 litros de leche diarios. Mientras que en los pueblos de Lasso, con un total de 37,442 pobladores, hay una demanda de 12,739 litros diarios. Es decir, en total en Latacunga y Lasso, se estima una demanda potencial de 30,431.99 litros de leche diarios.

Esta demanda no es la actual ya que en todo el Ecuador se ha registrado tan solo un consumo de 85 litros per cápita anuales y Cotopaxi es la provincia con mayor desnutrición del país. Se cree estos valores se deben principalmente por el alto precio del litro de leche y con la introducción del nuevo producto se espera mejorar el consumo de leche y por ende aumentar la cantidad de venta.

7.2 Definición de la Ruta de Distribución

7.2.1 Mapa de las Localidades

El primer paso para establecer una ruta de distribución es localizar los potenciales puntos de la demanda. No se encontraron mapas de las localidades de Lasso y San Agustín del Callo por lo que fue necesario levantar la información in-situ y en base a esta realizar los planos de las mismas. Adicionalmente se utilizó el odómetro del automóvil para determinar las distancias. Posteriormente en los mapas de Lasso y Latacunga se localizaron 78 centros minoristas en donde se encuentran tiendas, bodegas y micromercados incluidos en el estudio de mercado. Los mapas se encuentran en el Anexo 25. Estos minoristas representan los sitios a donde se deberá distribuir la leche para su venta. La distribución diaria se hará por todos los puntos de venta por dos razones. Primero, en su mayoría todos los centros minoristas se encuentran localizados en las

mimas calles y la distancia entre ellas es mínima por lo que la distribución se facilita. Segundo, la demanda diaria de litros de leche es reducida y es necesario hacer una ruta que tenga la suficiente densidad de tiendas para que todo el producto producido salga al mercado.

7.2.2 Modelo de Distribución

CEDECO debe encontrar una ruta que comience en la planta de pasteurización en San Agustín del Callo, pase por los centros minoristas en Lasso y Latacunga y regrese al centro de acopio. El modelo que mejor se adapta a las circunstancias es el del agente viajero, en donde se supone encontrar la trayectoria mínima que inicia y finaliza en un nodo base pasando por todos los puntos de demanda una vez. En el caso de CEDECO la planta de producción es el nodo base y los centros de venta los puntos de demanda. Es importante mencionar que algunas de las calles en donde se encuentran los distribuidores minoristas tienen una sola dirección, lo que implica que la distancia de ir del minorista i a j no es igual en dirección reserva y se está tratando con un problema asimétrico. Se realiza un modelo del agente viajero con restricciones relajadas para obtener una solución inicial y posteriormente se utiliza la heurística de corrección para obtener un circuito Hamiltoniano. No se hizo uso de un modelo de transporte ya que estos tienen aplicabilidad cuando hay varios puntos de origen de donde se puede abastecer la demanda.

7.2.2.1 Modelo del Agente Viajero Asimétrico con Restricciones Relajadas

Los datos de entrada para el problema del agente viajero son las distancias entre minoristas y la planta de pasteurización. Estos valores, como explicado anteriormente, se obtuvieron in-situ con el odómetro del automóvil. La manera de medir las distancias fue rectilínea ya que esta logra simular la trayectoria en las calles. El nodo 1 hace referencia al centro de pasteurización en San Agustín del Callo, del nodo 2 al 32 a los minoristas en Lasso y del nodo 33 al 78 a los minoristas en Latacunga. La matriz de distancia se encuentra en el Anexo 26.

Variables de Decisión

x_{ij} = variable binaria $\begin{cases} 1 \text{ si se incluye el arco entre el minorista } i \text{ y } j \\ 0 \text{ si no se incluye el arco entre el minorista } i \text{ y } j \end{cases}$

c_{ij} = distancia de ir del arco entre el minorista i y j

$$\text{Minimizar } \sum_{j=1}^{78} \sum_{i=1}^{78} c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{Sujeto a } \sum_{i=1}^{78} x_{ij} = 1$$

$$x_{ij} = 1$$

$$j=1$$

$$x_{ij} \in 0,1$$

La solución del problema se obtuvo mediante el software AIMMS® 3.12 diseñado por Paragon Decision Technology. La matriz con la solución se encuentran en el Anexo 27. En la Tabla 34 se muestran los sub-circuitos que minimizan la distancia recorrida en la ruta de distribución. Un ejemplo de cómo se visualiza el sub-circuito 2 (C2) se encuentra en la Figura 56.

Tabla 34. Sub-circuitos obtenidos de la solución del problema del agente viajero con restricciones relajadas.

Lasso	C1	{(1,2)(2,3)(3,7)(7,1)}
	C2	{(4,9)(9,8)(8,4)}
	C3	{(5,10)(10,6)(6,11)(11,5)}
	C4	{(12,13)(13,15)(15,16)(16,14)(14,12)}
	C5	{(17,19)(19,21)(21,20)(20,18)(18,17)}
	C6	{(22,26)(26,27)(27,25)(25,22)}
	C7	{(23,24)(24,23)}
	C8	{(28,29)(29,30)(30,28)}
	C9	{(31,32)(32,31)}
Latacunga	C10	{(34,33)(33,34)}
	C11	{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}
	C12	{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}
	C13	{(46,44)(44,45)(45,46)}
	C14	{(48,47)(47,48)}
	C15	{(51,49)(49,50)(50,51)}
	C16	{(55,54)(54,53)(53,52)(52,55)}
	C17	{(75,57)(57,58)(58,56)(56,75)}
	C18	{(76,71)(71,70)(70,59)(59,76)}
	C19	{(72,62)(62,60)(60,61)(61,72)}
	C20	{(67,63)(63,65)(65,67)}
	C21	{(66,64)(64,66)}
	C22	{(69,68)(68,69)}
	C23	{(78,77)(77,74)(74,73)(73,78)}

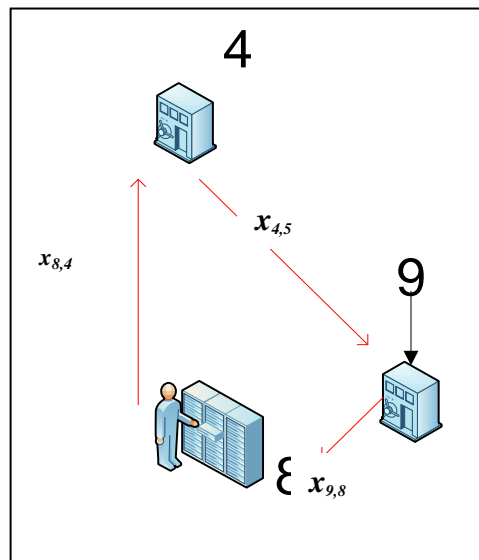


Figura 56. Sub-circuito 2

Se forman 23 sub-circuitos en la solución inicial. La distancia total recorrida es de 20.35 km, de los cuáles 16.38km se debe al recorrido en Lasso y 3.97 km por la trayectoria en Latacunga. En la solución se observa que los circuitos se dividen en ciudades, es decir no hay minoristas de la ciudad de Lasso relacionados con minoristas en Latacunga. Esto se debe a que entre la ciudad de Lasso y Latacunga hay una distancia de aproximadamente 20 km. Por ello es de esperarse que la solución final tenga al menos 40km adicionales de distancia recorrida de la encontrada mediante el modelo matemático ya que se deberá hacer el viaje de ida y de vuelta de la ciudad de Latacunga. Adicionalmente se encuentra que la planta de pasteurización tiene arcos de unión con los centros de venta Lasso ya que es la ciudad más cercana a San Agustín del Callo.

7.2.2.2 Heurística de Corrección

En base al comportamiento encontrado en los sub-circuitos se aplica primero la heurística de corrección únicamente para los minoristas en la ciudad de Lasso, posteriormente para los centros de venta solo en la Latacunga y luego se hará la unión de los dos sub-circuitos mediante la ruta de menor distancia.

7.2.2.2.1 Heurística de Corrección para los minoristas en Lasso

En Lasso se formaron 9 sub-circuitos con una distancia total de 16.38 km. Se realizaron 8 iteraciones para terminar con un solo sub-circuito que incluye a los 31 minoristas y a la planta de pasteurización. La distancia total obtenida con la aplicación de la heurística es de 20.59 km para la ciudad de Lasso. La desviación de la solución inicial es del 25.23% y se muestra a continuación.

$$\text{Desviación de Solución Inicial: } \frac{20.59-16.38}{16.38} * 100 = 25.23\%$$

Se considera que una desviación aceptable está en un rango del 1% al 30% por lo que se acepta la ruta encontrada con la heurística (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004). En el Anexo 28, se encuentran las iteraciones y en la Figura 57 se observa la solución obtenida.

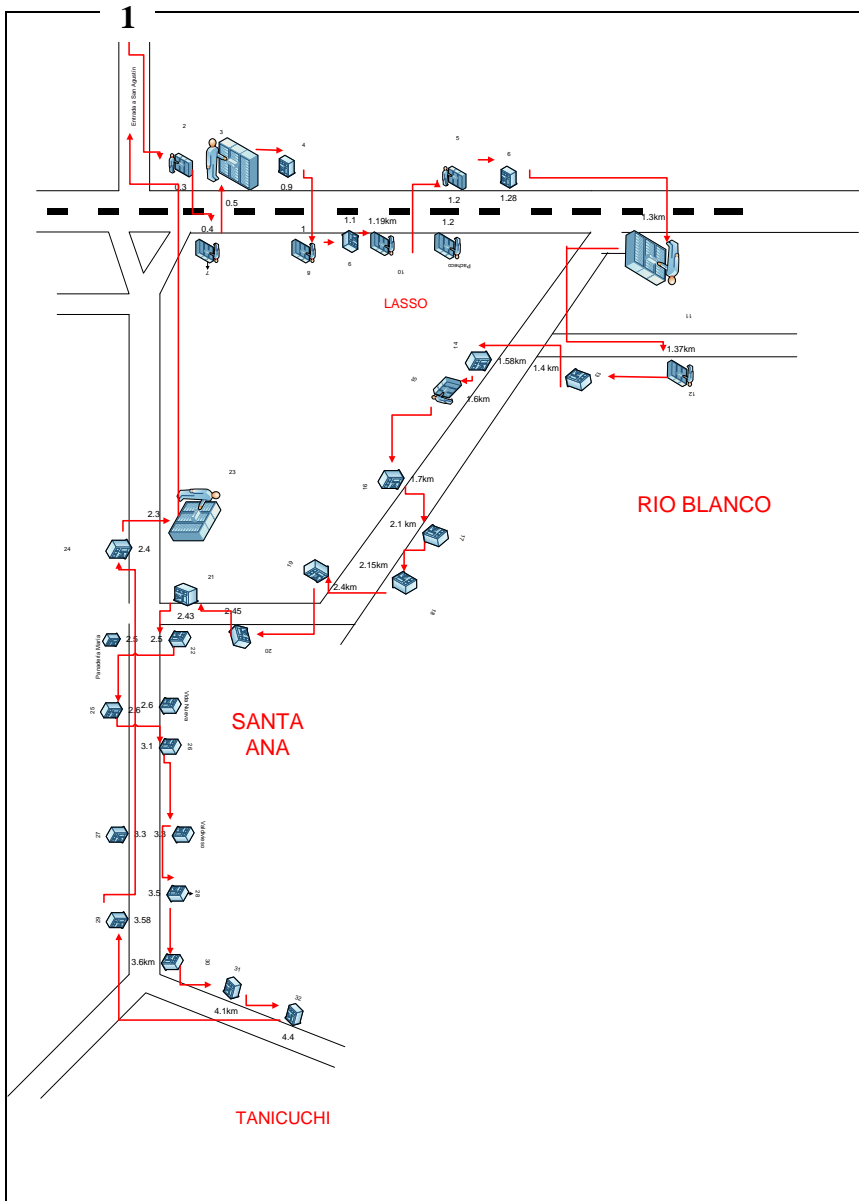


Figura 57. Solución obtenida para la distribución en Lasso.

7.2.2.2 Heurística de Corrección para los minoristas en Latacunga

En la ciudad de Latacunga la aplicación del modelo del agente viajero con restricciones relajadas brindó una solución con 14 sub-circuitos y una distancia mínima de 3.97 km. Se realizaron 13 iteraciones de la heurística de corrección, que se encuentran en el Anexo 29 ,Tabla 54, y se obtuvo un sub-circuito que conecta a todos los minoristas con una distancia de recorrido de 4.62 km. Dicho valor tiene una desviación del 23.99% de la solución inicial por lo que se supone una trayectoria de distribución adecuada.

$$\text{Desviación de Solución Inicial: } \frac{4.62-3.97}{3.97} * 100 = 23.99\%$$

En la Figura 58 se observa el recorrido obtenido en la ciudad de Latacunga.

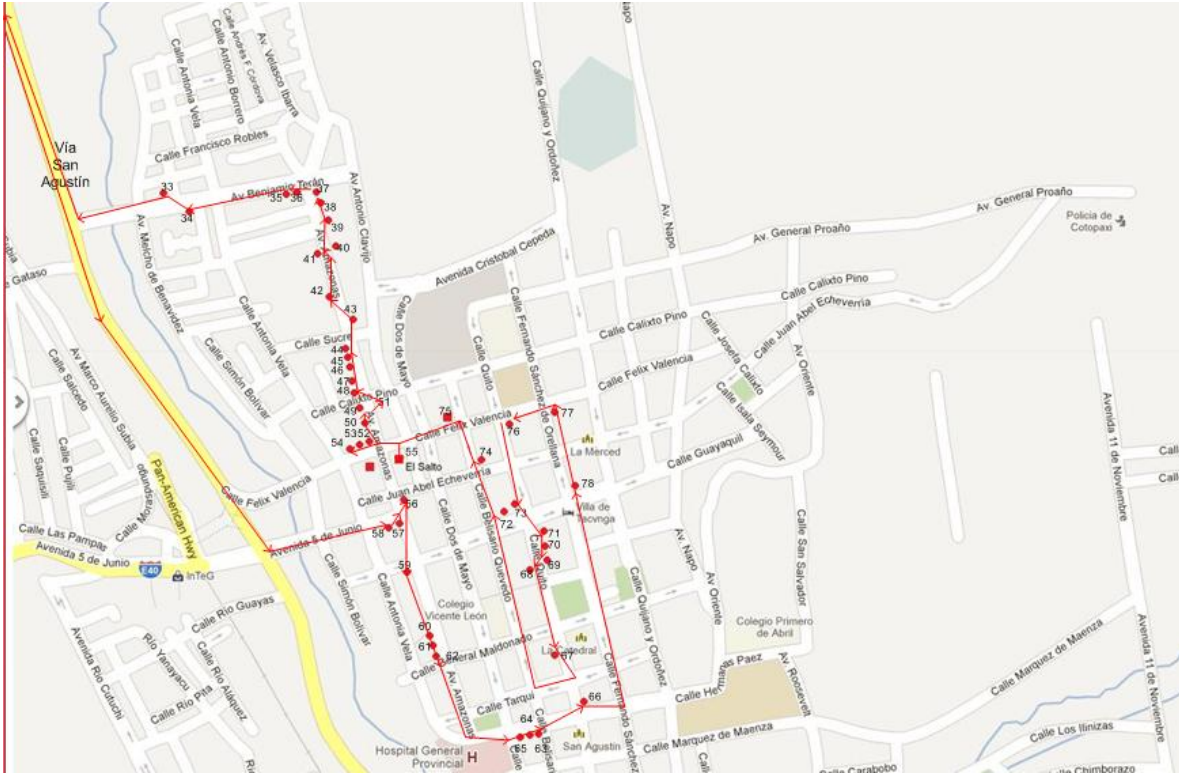


Figura 58. Solución obtenida para la distribución en Latacunga.

7.2.2.2.3 Heurística de Corrección Final

Finalmente se unen el sub-circuito de Lasso y el de Latacunga mediante un análisis de distancias. Los minoristas de Lasso más cercanos a Latacunga son el número 11 y 16 por lo dichos se conectarán con las tiendas 33 y 52 correspondientemente. Específicamente se escogen a los arcos $X_{6,52}$ de ida y al $X_{33,11}$ de vuelta. Esta solución tiene un recorrido de 66.87 km. La última iteración se encuentra en el Anexo 30 y en la Figura 59 se muestra la solución final para la trayectoria de distribución.

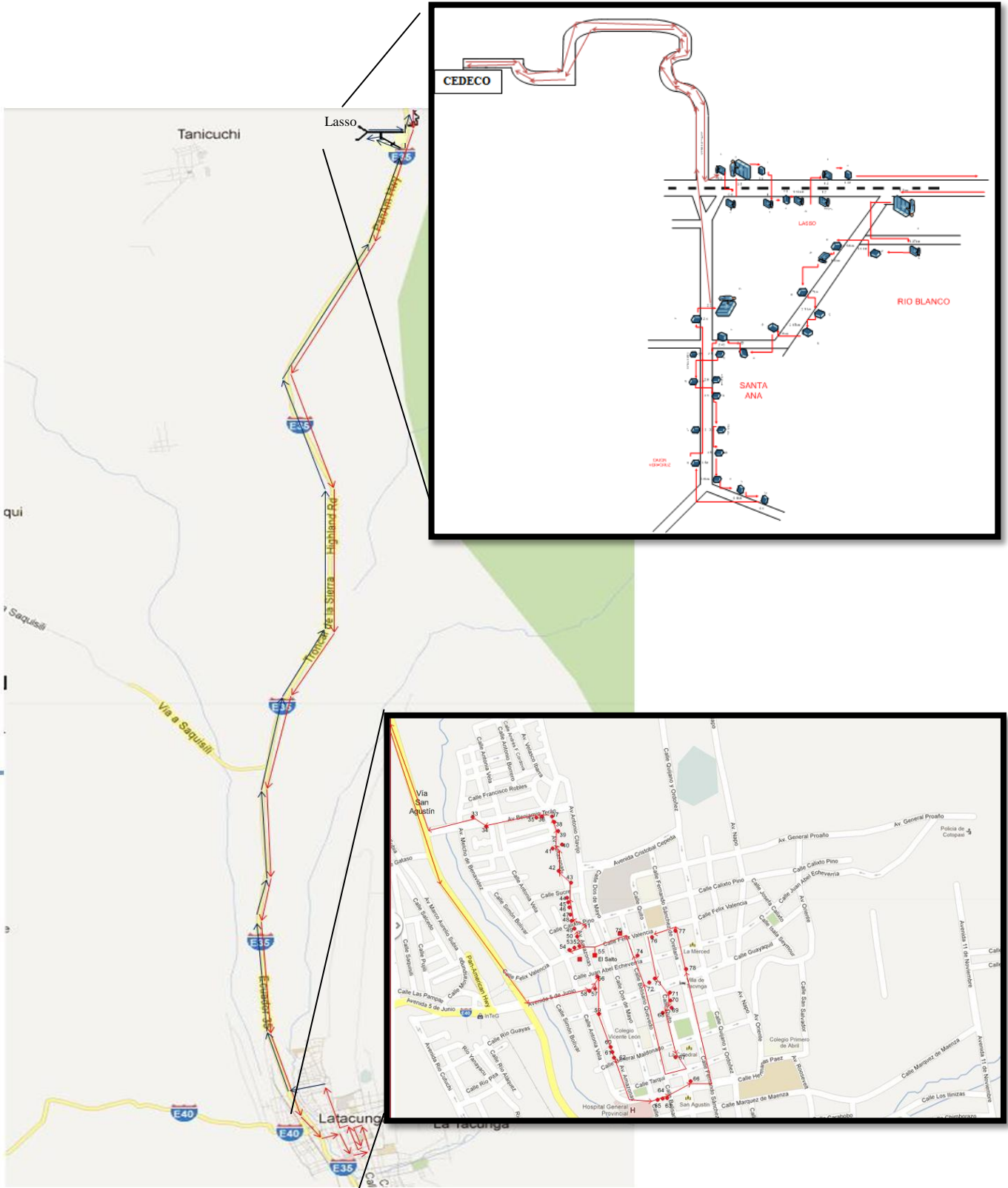


Figura 59. Gráfica de la solución final para la trayectoria de distribución de leche.

7.3 Costos de Distribución

Los costos de distribución son lo que están asociados con el transporte del producto terminado desde la empresa hasta el consumidor o cliente final. Para determinar éstos, se analizarán dos posibles opciones:

1. La primera opción implica la compra de un furgón refrigerado y el alquiler de una camioneta, puesto que en la comunidad existe una pequeña flota de camionetas.
2. La segunda opción consiste en subcontratar el servicio de distribución.

Tomando en cuenta esta situación se determinará los distintos rubros que conforman el costo de distribución.

7.3.1. Opción 1 de distribución

Los elementos que contribuyen a los costos fijos de distribución son: el sueldo del chofer, el costo de alquiler, la gasolina y el costo de compra del furgón. A continuación se muestra de una manera detallada el desglose de cada uno de los costos.

Costo de compra del furgón refrigerado.- El precio del furgón refrigerado es de \$5,000. Cabe recalcar que es un furgón diseñado para cualquier tipo de camioneta y su sistema de refrigeración alcanza los menos 10 grados centígrados (Anexo 31). Para la adquisición de esta máquina se propone realizar un préstamo al banco para pagar en mensualidades durante dos años con una tasa de interés anual del 15.65% (Banco Central del Ecuador, 2012), con lo que se pagaría cuotas \$243.98 mensuales.

Costo del salario conductor.- En el capítulo 5, sección 5.3.1.1 y Tabla 10, se encuentra el cálculo del sueldo básico de un trabajador con los beneficios de ley. Este valor es de \$388.31 al mes. Dado que trabajará 3 horas diarias, se calculará el sueldo básico para las 91.26 horas mensuales que laborará como se muestra a continuación:

$$\text{Costo salario chofer} = \frac{388.31 \text{ dólares}}{243.36 \text{ hr}} * 91.26 \text{ hr}$$

Costo salario chofer = \$145.61

El salario mensual para el chofer será de \$145.61 al mes.

Costo del alquiler de la camioneta.- Para el costo del alquiler de la camioneta se habló con uno de los socios que estaba dispuesto a firmar un contrato para realizar la distribución y se llegó a acordar un valor mensual de \$160.

Costo de la gasolina.- Para el costo de la gasolina se toma en cuenta que una camioneta Mazda 82600 rinde 37 km/gal, diariamente se recorrerá 66.87 km durante 30.42 días al mes y el galón de gasolina actualmente es de \$2. A continuación se muestra la obtención del costo mensual de gasolina:

$$\text{Costo gasolina} = \frac{66.87\text{km}}{37 \text{ km/gal}} * 30.42 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \$2 \text{ gal}$$

Costo gasolina = \$109.96

El costo mensual de gasolina será de \$109.96 al mes.

Tabla 35. Costos de distribución para la opción 1

OPCIÓN 1	COSTO(mensual)
Costo de alquiler (camioneta Mazda 82600)	\$160
Salario chofer	\$145.62
Costo de compra del furgón	\$243.98
Costo de gasolina	\$109.96
TOTAL	\$659.56

Siendo la distribución mensual de 45,630 litros de leche, el costo por cada litro sería de:

$$\text{Costo por litro de leche} = \frac{659.56}{45,630} \text{ dólares/lit}$$

Costo por litro de leche = 0.0149 dólares/lit

Por otro lado precio de venta al público será de \$0.60, lo que significa que a los minoristas se les entregará a un precio de \$0.57, el costo de producción de cada litro es de \$0.353 (incluido el costo de distribución como se vio en el capítulo 5) por lo que la ganancia total de cada litro será de \$0.217. Con dicho análisis se obtiene una ganancia mensual de \$9,901.71

7.3.2. Opción 2 de distribución

La segunda opción consiste en vender la producción diaria de la leche a un tercerizador que se encargue de la distribución, cabe recalcar que se debe realizar un contrato fijo por un determinado periodo de tiempo. Éste tendría una ganancia del 5% (Merchán, 2012) y el minorista una ganancia del 5 %, es decir 6 centavos por litro adicionales. Tomando en cuentas este escenario y dado que el precio de venta al público sería de \$0.60, el distribuidor compraría cada litro a \$0.555 y éste vendería al minorista en \$0.58 por lo que la ganancia diaria para CEDECO sería de:

$$\text{Ganancia x litro} = \text{precio de venta al distribuidor} - \text{costos de producción}$$

$$\text{Ganancia x litro} = \$0.555 - \$0.378$$

$$\text{Ganancia x litro} = \$0.18 \text{ litro}$$

Finalmente con esta opción se obtiene una ganancia mensual de \$8,213.40.

7.3.4 Conclusiones

La mejor opción es si CEDECO invierte en la compra del furgón refrigerado y alquila una camioneta ya que parte de los beneficios económicos se brindaría la oportunidad de trabajar a un miembro más de la comunidad y tener un control más cercano de la entrega de sus productos, asegurando de esta manera la calidad. La distribución se hará diariamente a las 5pm por la ruta encontrada por el problema del agente viajero. Esta ruta será la misma para todos los días ya que como explicado anteriormente las tiendas para ambas ciudades se encuentran

relativamente cercanas y la consolidación de la demanda de todas estas es similar a la producción diaria que tendrá CEDECO. Finalmente se ha fijado a las 5pm como hora de distribución por dos motivos. Primero, porque así se CEDECO producirá diariamente lo que saldrá al mercado ese mismo día y no se guardará inventario de producto terminado. Segundo, mediante el estudio de mercado se encontró que las tiendas se encuentran desabastecidas en las horas de la mañana porque la distribución de las pasteurizadoras locales comienza a las 8am y se extiende hasta las 10am. CEDECO reabastecerá a las tiendas por un día entero lo que significa que estas contarán con leche ni bien abran el negocio y no se pierda ningún cliente.

8. Conclusiones

- Siendo la agricultura y ganadería las principales actividades económicas de Cotopaxi, se encontró que es una de las provincias con mayores índices de pobreza y desnutrición a nivel nacional, especialmente en las zonas rurales.
- El proyecto de establecer una planta de pasteurización para el centro de acopio CEDECO dará la oportunidad de desarrollo de la comunidad San Agustín de Callo. La misma que se encuentra dentro del grupo de la Base de la Pirámide, es decir que sus habitantes sobreviven con menos de \$4 dólares diarios.
- La cantidad de leche suministrada por los socios del centro de acopio al mismo se ha ido incrementando desde su inauguración. Se ha registrado que el aumento ha sido de 23,279 litros mensuales en Mayo del 2011 a 59,918 litros mensuales en Enero del 2012. Esto ha sido causado principalmente por el número de oriundos de San Agustín que se han ido asociando con CEDECO. Mediante un análisis de varianza se estimó que para Enero del 2012 la entrega promedio diaria era de 2,033.5 litros.
- El centro de acopio funciona en dos turnos, en la mañana de 7am a 10am y en la tarde de 6pm a 9pm. Mediante una prueba t pareada del porcentaje de litros entregado en cada turno se concluye que en el turno de la mañana se entrega la mayor cantidad de leche y es de aproximadamente el 69.25% del volumen diario.
- Se realizó una encuesta a 40 socios, de los 122 registrados hasta Enero del 2012 en el centro del acopio, para encontrar la cantidad de leche que provee cada vaca. Se calcula que aproximadamente una vaca entre la edad de 2 y 15 años brinda 8.22 litros diarios con una desviación estándar de 2.83 litros. Adicionalmente se encuentra que la mayoría de socios tiene entre 1 y 2 vacas y la entrega promedio por socio es de 12.33 litros por cada turno.
- Se usó tres métodos para determinar la cantidad máxima de leche que San Agustín está en capacidad de proveer. Se realizaron dos regresiones asociando al número tope de socios de CEDECO y el número de litros de leche entregados, y un análisis en base al mayor número de vacas que pueden vivir en la zona sin causar un deterioro medioambiental. Ambas regresiones estiman un suministro diario máximo de aproximadamente 2,800 litros diarios, mientras que el análisis en base al número de vacas calcula un cantidad máxima de 2,474 litros diarios. Dado que las regresiones solo tomen

en cuenta el número de socios y no la capacidad del ecosistema se considera que el análisis en base al ganado vacuno es más valedero y se concluye que San Agustín puede proveer un máximo de 2,474 litros diarios.

- El análisis de capacidad de una planta se debe hacer en base a la cantidad de suministro, demanda y costos. Con relación a CEDECO la población objetivo son los habitantes de Latacunga y Lasso lo que significa una demanda diaria potencial de 30,431.99 litros de leche diarios. Por otra parte, una de las principales restricciones para la comunidad son los costos. Por ello, se ha propuesto la compra de un sistema de pasteurización artesanal en bolsa, cuyos costos de compra y mantenimiento son considerablemente reducidos.
- Se ha realizado el análisis de capacidad en base a tres escenarios: la compra de un sistema de pasteurización de 1000 litros/diarios y venta de los 1474 litros de leche cruda excedentes a su cliente actual, compra de un sistema de pasteurización de 1500 litros/diarios y venta de 974 litros a su cliente y la compra de un sistema de pasteurización de 2500 litros/diarios. Se encontró que el valor presente neto de las opciones es de \$998.152 para la primera, \$1,088.491 para la segunda y \$1,092.396 para la tercera. Si bien la compra del sistema con capacidad de 2500 litros diarios tiene un VPN superior se considera que la mejor opción es el sistema de 1500 litros diarios. San Agustín no conoce bien aún el mercado y se desconoce si podrá vender los 2454 litros que producirá. Adicionalmente, hay una competencia muy alta en la zona y resulta muy riesgoso terminar por completo el contrato con el cliente actual. Finalmente, si el comportamiento de la demanda es el esperado se podría construir el sistema de pasteurización localmente en base al equipo ya comprado y evitar los altos costos de importación y traslado.
- Para el diseño de un producto de calidad en este caso hay que tomar en cuenta dos factores importantes; las características de la leche cruda y las características de la leche pasteurizada.
- La leche cruda al ser la materia prima para la elaboración de todos los productos lácteos, debe cumplir con ciertos requisitos en cuanto a su composición, características físicas y químicas. Es por esta razón que se deben realizar ciertas pruebas como acidez, densidad, PH, entre otras; para comprobar la idoneidad de la leche y de esta manera poderla procesar.

- La leche pasteurizada al igual que la leche cruda, debe cumplir con ciertos requerimientos que aseguren que es apta para el consumo humano. Las pruebas que se realizan para determinar dichas características son: cantidad de proteínas, nivel de grasa y la prueba de fosfatasa alcalina.
- Es esencial la realización del control de calidad tanto al inicio del proceso de producción, como al final del mismo para asegurar que no provocará ningún efecto negativo en el cliente.
- Es importante que para determinar el diseño de un layout eficiente se tome en cuenta el diseño del producto, del proceso y estableciendo a su vez los requerimientos de espacio, relaciones de actividades y el flujo en la instalación.
- En un análisis de los requerimientos de espacio es importante determinar las dimensiones de las máquinas, el desplazamiento de los operarios, la cantidad y el volumen de materiales que se requieren; tomando el tipo de proceso que se llevará a cabo.
- La determinación de la mejor disposición del layout de la instalación requiere de al menos dos métodos distintos de resolución. En el proyecto se hizo uso del método SLP y de construcción en bloque. El SLP (Systematic Layout Planning) una metodología que a través de los requerimientos establecidos permite realizar un análisis cualitativo para el diseño de cada zona dentro de la instalación. El uso de la misma dio un layout con una eficiencia del 38%. Por otro lado el método de construcción en bloque generó un layout con una eficiencia del 71.16%, el cual es el propuesto para la planta de pasteurización.
- La eficiencia es una medida de desempeño que se emplea para calificar el diseño del layout obtenido, tomando en cuenta la adyacencia y las relaciones de actividades de las zonas de una instalación. Cabe mencionar que la eficiencia en este proyecto, no será la óptima debido a que por cuestiones de recursos, se tendrá que adaptar a las instalaciones actualmente existentes.
- Dado que se propone un nuevo sistema de producción y planta de pasteurización es indispensable diseñar el sistema de manejo de materiales. Este ha sido establecido teniendo en cuenta las buenas prácticas de manufactura y la salud y seguridad de los empleados.
- El orden, limpieza y uso de “solamente lo necesario”, incentivó a la utilización de la herramienta de las 5S's. Pues ésta permitirá tener un ambiente laboral más cómodo,

empleados motivados y a su vez generará un proceso más eficiente y seguro, ahorrando recursos y dando como resultado una organización más productiva.

- La leche producida por la empresa CEDECO será comercializado por los centros minoristas de las ciudades de Latacunga y Lasso. La distribución se realizará diariamente a las 5pm. La ruta se obtuvo mediante la aplicación del problema del agente viajero y la distancia recorrida diariamente es de 67 km. En la trayectoria se han incluido a las 78 tiendas, bodegas y micro-mercados que fueron sujetos a un estudio de mercado.
- En cuanto a la distribución se determinó que la mejor opción es la compra de un furgón refrigerado y el alquiler de una camioneta a uno de los miembros de la comunidad, ya que esto generará un costo de **0.015 dólares/lt** y una ganancia de **\$0.217 litro**, mientras que la opción de subcontratar el servicio de distribución generará una ganancia inferior de **\$0.18 litro**.

9. Recomendaciones

- Se recomienda realizar todas las pruebas del control de calidad tanto para la leche cruda como para la leche pasteurizada, con la frecuencia mencionada en el Anexo 10. Sólo de esta manera se puede obtener un producto de buena calidad que cumpla con las expectativas de los clientes y permanezca en el mercado.
- Es importante que CEDECO mantenga un registro de las pruebas de control de calidad para conocer como se está desarrollando el proceso y se puedan hacer controles preventivos.
- Es recomendable la implementación de baños para el personal, preferiblemente uno para cada género.
- Se sugiere mantener la herramienta de las 5S's, pues de esta manera se generará una cultura de orden y limpieza, siendo éste el primer paso para la mejora continua. Adicionalmente esta herramienta fomenta el mantener un sitio de trabajo higienizado y organizado siendo estas cualidades indispensables para una planta de alimentos.
- Es recomendable mantener los manuales escritos del funcionamiento de cada una de las máquinas y sobre todo permitir el acceso a esta información a todos los miembros de la organización.
- Se recomienda la designación de tareas y responsabilidades a cada uno de los integrantes de CEDECO y a su vez incentivar el trabajo en equipo.

10. Referencias

- Banco Central del Ecuador. (2012). *Tasas de Interés*. Retrieved from <http://www.bce.fin.ec/docs.php?path=documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>
- Akula, V. (2009). Business Basics at the Base of the Pyramid. *Harvard Business Review*, 53-56.
- Aswathappa, K., S., & Bhat.K. (2010). Design Production Systems. In *Production and Operations Management* (p. 573). Mumbai: Global Media.
- Bolaños, O. B. (2006, Enero). TFlacso. *PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN COTOPAXI. ANALISIS CRITICO SOBRE SU CONSTRUCCIÓN EN LA ÚLTIMA DÉCADA*. Quito, Ecuador.
- Braucke. (2012). *Carretilla con Plataforma*. Retrieved Marzo 22, 2012, from Direct Industry: <http://www.directindustry.es/prod/braucke/carretillas-con-plataforma-23577-59030.html>
- Cabrera, J. (2011, Septiembre). Estudio de prefactibilidad e impacto ambiental para el establecimiento de una planta de procesamiento de lácteos en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Caso Lifridersa. *Tesis* . Quito.
- Caiza, O. (2012, Febrero 12). Secretario de la Directiva de la Asociación Lechera. (G. Baldeón, & G. Moreno, Interviewers)
- Calisto, R. (2012, Marzo 22). Master en Seguridad y Salud Ocupacional. (G. Baldeón, Moreno, & Gabriela, Interviewers)
- Castaño, M. P., & Rodríguez, M. V. (2010). Mercados Base de Piráde : una revisión. *Econpapers* , 16-28.
- CEDECO. (2011-2012). *Registro de Entrega de Leche*. San Agustín del Callo.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply Chain Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- Chu, C., Tor, B., & Britton, G. (2008). Graph Theoric Algorithm for automatic operation Sequencing for progressing die design . *International Journal of Production research*, 2965-2988.
- CODEX Alimentarius. (2012, Febrero 18). *Milk and Milk products*. Retrieved from Código de prácticas de higiene: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10087/CXP_057s.pdf
- Consejo Provincial de Cotopaxi. (2000). *Plan de desarrollo provincial de Cotopaxi*. Retrieved from Gobierno provincial de Cotopaxi:

<http://www.franciscoulloa.com/DOCPORTALUTC/PlanDesarrolloProvinciadeCotopaxi.pdf>

- Contreras, M. (2011). *Estudio tecnología de grupos y su integración en la manufactura integrada por computadora*. México, D.F: Upuesa.
- Cornejo, A. M., & Naveda, A. S. (2009). *Propuesta para un nuevo Layout de las instalaciones en la empresa Arcoflor S.A.*: Quito: Tesis.
- Decreto 3075. (2007). *Buenas Prácticas de Manufactura*. Retrieved from <http://cadenasderestaurantes.com/pdf/SeguridadAlimentaria2-AntonioSanchez.pdf>
- Diario El Comercio. (2010, Abril 17). La leche para el público, sin precio fijo. Quito, Pichincha, Ecuador. Retrieved from <http://www.enteratecuador.com/frontEnd/main.php?idSeccion=37525>
- Díaz, R. (2010). *Buenas Prácticas al Ordeño y Calidad de la Leche*. Ministerio de Agricultura.
- El Mercurio. (2011, Octubre 1). *Ecuador debe incrementar el consumo de leche* . Retrieved from <http://www.elmercurio.com.ec/301036-ecuador-debe-incrementar-consumo-de-leche.html>
- ELEPCO S.A. (2012). *Pliego Tarifario*. Retrieved from Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.: http://www.elepcosa.com/4_pliego.php
- Elsayed, E. A., & Boucher, T. O. (1994). *Analysis and Control of Production Systems*. New Jersey: Prentice Hall.
- EMAPA. (2011). *Pliego Tarifario 2011*. Retrieved Febrero 26, 2012, from http://www.emapa.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=122&Itemid=116
- Espejo, L. (2011, Enero 12). *Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura*. Retrieved from Tesis de grado: http://www.scribd.com/katherine_rueda_1/d/88596970/38-Distribucion-linea-de-fabricacion-orientada-al-producto
- FAO. (2001). *Informe sobre la Conferencia electrónica de FAO sobre Acopio y Procesamiento de Leche en Pequeña Escala en Países de Desarrollo*. Retrieved from <http://www.fao.org/AG/AGAInfo/themes/documents/LPS/DAIRY/ecs/Proceedings/econf-proc-spanish.pdf>
- Fernández, J., Marley, R., Noriega, S., & Ibarra, G. (2008). Ergonomía ocupacional. *International Journal of Industrial Engineering*.

- FORDES. (2010). *Conformación del Centro de Desarrollo Comunitario "San Agustín del Callo"*. Latacunga.
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*. San Francisco: John Wiley & Sons, Ltd.
- Haylle-Dick, G. (2012, Enero 25). (G. Baldeón, & G. Moreno, Interviewers)
- Hobbs, D. (2003). *Applied Lean Business Transformation*. J. Ross Publishing.
- Ibarra, S. (n.d.). *Sistemas de producción- Fundamentos*. Retrieved from Conceptos y Tipologías Fundamentales : http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/sistemasdeproduccionfundamentos/default.asp
- IBNORCA. (2012, Febrero 19). *MINAG*. Retrieved from Proyecto Norma Andina. Requisitos Leche Cruda: http://www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/normatividad-lacteos/Normas_Andinas/PNA_Leche_Cruda_16003.pdf
- INEC. (2010). *Gastos corrientes anuales por sitio de compra, según productos alimenticios más importantes*. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.com/cifras-inec/main.html>
- INEC. (2010, Febrero 1). *Resultados Censo de Población*. Retrieved from http://www.inec.gob.ec/cpv/?TB_iframe=true&height=450&width=800%20rel=slbox
- INEC. (2011, Noviembre 25). *Cantón Latacunga*. Retrieved from http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com_remository&Itemid=420&func=startdown&id=630&lang=es
- INSHT. (1996). Retrieved from Ergonomía guía del monitor: <http://www.insht.es>
- La Hora Nacional. (2009, Noviembre 24). Estudio de vela que hay desnutricion infantil. *Noticias Cotopaxi*, p. 1.
- Lean Enterprise Institute. (2012). *What is Lean?* Retrieved from <http://www.lean.org/WhatsLean/>
- Magariños, H. (2003). *Establecimiento de Microempresas Modelo de Bajo Costo de Procesamiento y Comercialización para Pequeños Grupos Productores de Leche*. Ecuador: FAO.
- Mecalux logismarket. (2012). *Mesa Rodante*. Retrieved Marzo 22, 2012, from Directorio Industrial: <http://www.logismarket.com.ar/taller-esperanza/mesa-rodante/1210156930-1179608853-p.html>

- Merchán, D. (2011). *Supply Chain Management, Elementos Estructurales*. Quito.
- Merchán, D. (2012, Mayo). Ganancia de Minoristas. (G. Baldeón, & G. Moreno, Interviewers)
- Merchán, D. (2012, Mayo 04). Margén de ganancia de las partes de la cadena de suministro. (G. Baldeón, & G. Moreno, Interviewers)
- Merchán, D. E. (2007). *Diseño estratégico del sistema de distribución para el proyecto de la empresa FOOD SERVICE S.A.* Quito: Tesis.
- Ministerio del trabajo y empleo. (2000). Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente del trabajo.
- Mondelo, P., Torada, E., & Bombardo, P. (2000). *Diseño de uestos y espacios de trabajo*. Barcelona: Alfaomega.
- Montgomery, D. C. (2007). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Mexico: Limusa Wiley.
- Montgomery, D., & Runger, G. (n.d.). *Probabilidad y Estadística Aplicada a la Ingeniería*. Limusa Wiley.
- Nahmias. (2007). *Análisis de la Producción y las Operaciones*. Mexico: Mcgrae hill.
- Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Quito. (2005, Febrero). *La Distribución Alimetaria en Ecuador*. Retrieved from http://www.icex.es/staticFiles/Id%20370685%20EM%20Distribucion%20Alimentaria%20Ecuador_9438_.pdf
- Pérez, J., Restrepo, G., Rodríguez, M., & otros. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* , 396-408.
- Pica. (2011). *Kaveta Económica*. Retrieved Marzo 22, 2012, from Plásticos Industriales C.A. : <http://www.pica.com.ec/Web/ProductoDetalle.aspx?idcate=7&idsubcate=4&item=312&pag=1>
- Plásticos Ecuatorianos. (2012). *Balde de 14 L*. Retrieved Marzo 22, 2012, from Compra Segura: <http://www.comprasegura.com.ec/productos.php?ncp=14241&pag=1&c=0&e=1053>
- Pueblos 2.0. net. (2012). *Provincia de Cotopaxi*. Retrieved from Pueblos del Ecuador : <http://www.pueblos20.net/ecuador/pueblos.php?region=Provincia%20de%20Cotopaxi>
- Registro Oficial 696. (2002, Noviembre 04). *Reglamento de Buenas Prácticas para Alimentos Procesados*. Retrieved from

<http://www.bioquimifarma.org/REGLAMENTOS%20DE%20BP%20PARA%20ALIMENTOS%20PROCESADOS.pdf>

Rivera, N. (2012, Febrero 27). (G. Baldeón, & G. Moreno, Interviewers)

Salzar, A. (2001). *Diseño de un plan estratégico para la fábrica de productos lácteos "El Ranchito"*. Latacunga.

SENPLADES. (2010). *Agenda zonal para el buen vivir*. Retrieved from Propuesta de desarrollo y lineamiento para el ordenamiento territorial: http://www.scribd.com/jorge_garrido_64/d/74036956/17-Poblacion-con-necesidades-basicas-insatisfechas-NBI

SIGAGRO. (2010, Octubre). Provinci de Cotopaxi. *Mapa de utilizaci[on actual de la tierra*. Cotopaxi.

Sowards, D. (2006). Waste is everywhere but isn't inevitable. *Contractor*, 48.

Stevenson, W. J. (2009). *Operations Management*. New York: Mc Graw-Hill.

Tapia, A. I. (2010). *Scrib*. Retrieved from Diseño e implementación de un modelo estratéxico financiero para la toma de decisiones que incidad en la rentabilidad para papas: <http://www.scribd.com/doc/55118199/7/Industria-Lactea-en-el-Ecuador>

Tía. (2012). *Limpieza/Perfumeria*. Retrieved from http://www.tia.com.ec/carrito_productos.asp?id_div=mnu_LimpiezaPerfumeria&productos=014&seccion=Limpieza%20Perfumeria&cod_cargaOferta=101

TINFLEX. (2012). *Cotización de Materiales de Empaque y Embalaje*. Quito.

Tirado, M. T. (2008). *Análisis financiero a través de la planificación de control integral de utilidades e implementación de las estrategias a largo plazo para la empresa La Finca S.A*. Sangolquí: ESPE.

Toapanta, C. (2012, Febrero 26). Presidente del Asociación Lechera. (G. Baldeón, & G. Moreno, Interviewers)

Tompkins, J. (2006). *Planeación de Instalaciones*. México DF: Cengage Learning.

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. (2010). *Facilities Planning*. Estados Unidos: John Wiley & sons, INC.

TuTiempo. (n.d.). Retrieved from <http://www.tutiempo.net/clima/Latacunga/841230.htm>

Universidad de Buenos Aires. Departamento de química orgánica. (2007). *Tecnología de alimentos II*. Retrieved from Guía de trabajos prácticos- laboratorios: <http://www.qo.fcen.uba.ar/Cursos/TecnoII/guia.pdf>

Zorich, V. (2009). *Tratamiento de la leche y control de calidad de productos lácteos*. Santiago de Chile, Chile.

11. ANEXOS

ANEXO 1. Litros Totales Suministrados

Tabla 36. Litros de Leche Totales Entregados Mensualmente

Mes	Litros Totales
Mayo 2011	2,3279
Julio 2011	33,326.1
Agosto 2011	44,252.5
Septiembre 2011	39,374.5
Octubre 2011	65,004.5
Noviembre 2011	60,906
Diciembre 2011	62,802
Enero 2012	59,918

Fuente: (CEDECO, 2011-2012)

Tabla 37. Litros de Leche Totales Entregados Quincenalmente

Quincena	Litros
Mayo (1-15)	10,210
Mayo(16-31)	13,069
Julio (1-15)	11,257.1
Julio (16-31)	22,069
Agosto (1-15)	21,527
Agosto (16-31)	22,725.5
Septiembre (1-15)	25,190
Septiembre (1-30)	14,184.5
Octubre (1-15)	31,161.4
Octubre(16-31)	33,843.1
Noviembre (1-15)	29,704
Noviembre (16-30)	31,202
Diciembre (1-15)	31,857.5
Diciembre (16-31)	30,944.5
Enero (1-15)	28,995
Enero (16-31)	30,923

Fuente: (CEDECO, 2011-2012)

ANEXO 2. Cantidad de Litros Suministrados Diariamente.

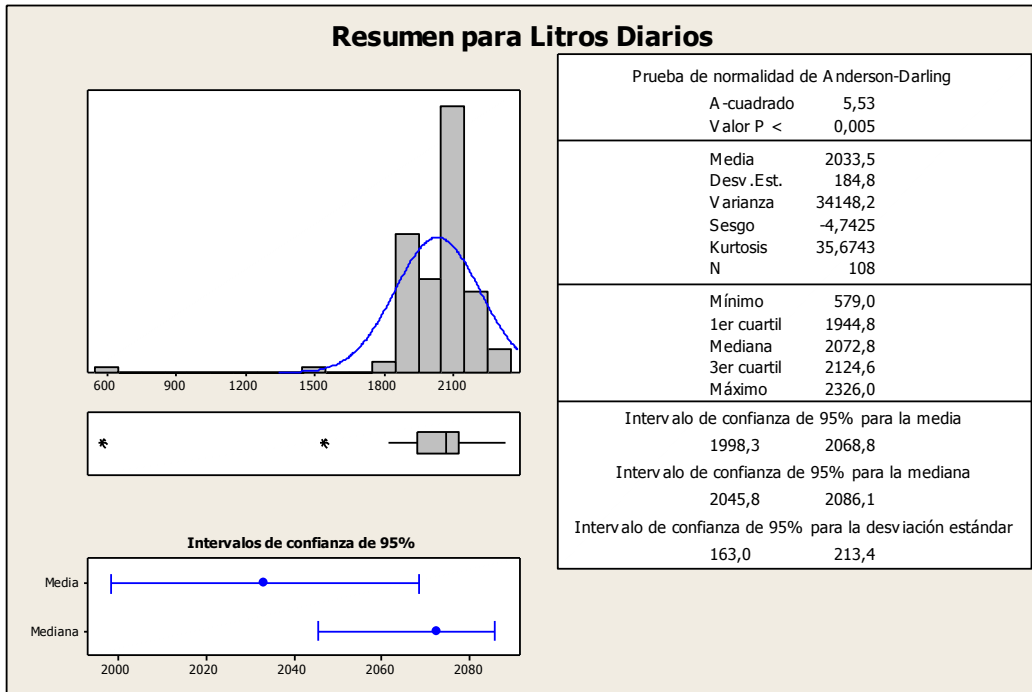


Figura 60. Resumen para cantidad de litros suministrados diariamente.

ANEXO 3. Registro de la Cantidad de Leche Entregada por Socio

Tabla 38. Cantidad de Leche Entregada por Socio por Mes y Turno

Octubre																																																														
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																															
Turno	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T																																
Litros Entregados	16,61	9,88	15,1	9,5	16,16	9,922	15,78	10,01	17,22	9,797	16,18	10,04	17,58	10,13	16,11	10,59	18,18	11,1	18,2	10,41	16,82	10,61	16,2	10,31	13,76	10,78	14,28	10,49	14,08	10,38	15,3	10,32	14,26	10,59	14,77	10,27	14,98	10,92	15,02	11	15,65	10,89	15,14	10,95	14,98	10,33	15,72	10,69	15,15	10,6	15,83	10,64	15,91	10,58	16,38	11,08	15,21	10,63	15,62	10,91	14,89	10,63

Noviembre																																																												
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																														
Turno	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T																														
Litros Entregados	15,81	10,22	15,53	10,52	14,87	9,698	14,65	10,11	15,19	10,69	14,66	9,883	14,62	0	32	10,52	14,42	9,508	14,14	9,585	13,72	9,474	14,2	9,695	14,42	9,636	14,38	9,483	14,3	9,814	15,23	9,397	14,64	9,242	14,7	9,766	14,93	9,86	15	9,292	15,02	9,283	14,69	9,073	14,81	9,103	15,37	9,172	14,79	9,96	14,55	8,946	15,17	9,065	14,69	9,172	14,95	8,921	15,17	8,893

Diciembre																																																														
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																															
Turno	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T																																
Litros Entregados	15,19	9,156	15,1	9,129	14,64	9,258	14,66	9,246	14,82	9,222	15,23	9,607	15,24	9,979	15,32	10,09	14,8	10,03	14,85	12,94	14,22	10,03	14,6	9,885	14,08	9,975	14,49	9,956	14,12	10,09	14,16	9,568	13,82	9,482	14,2	9,781	13,59	9,397	13,98	9,29	13,72	9,408	13,82	9,716	13,84	9,473	13,88	9,473	13,78	9,385	13,33	9,207	13,48	9,173	13,77	9,107	13,53	9,278	13,78	8,939	14,39	8,555

Enero																																
Día	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																
Turno	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T																
Litros Entregados	13,55	9,074	13,99	9,045	14,51	9,073	14,31	9,636	14,48	8,797	14,23	8,655	14,55	8,971	14,33	8,8	14,19	8,991	14,1	8,732	14,47	9,404	14,62	9,161	14,28	8,922	14,81	8,868	14,94	9,302	14,74	8,438

M= Turno de la Mañana

T=Turno de la Tarde

ANEXO 5. Encuesta piloto realizada a socios de CEDECO y resultados.

Tabla 40. Encuestas realizadas a los socios de San Agustín de Callo.

Nombre:

Número de Vacas:

Litros de Leche por Vaca:										
Edad de la Vaca:										

Cuántas de sus vacas están dando leche:

Cuánto gasta mensualmente en el cuidado de las vacas?

Tamaño de su terreno (metros):

Cuántos animales más viven en su terreno?

Tabla 41. Respuestas de la prueba piloto.

Nombre	Número de vacas	Litros por vaca				Promedio de litros	Edad de cada Vaca				Promedio Edad	Vacas Dando leche	Gasto Mensual en vacas	Tamaño Terreno (m ²)	Número de Animales adicionales
Fabián Viracocha	2	10	4			7	4	6			5	2	78	2500	18
Blanca Tómallo	1	10				10	5				5	1	35	3000	9
María Guanoluiza	2	7	7			7	5	3,5			4,25	2	45	4300	9
Cornelio Toapanta	4	12	12	12	1	12	6	6	4	4	5	4	250	20000	18
Margarita Casa	1	14				14	2,5				2,5	1	50	5500	6
Guadalupe Chasi	2	13	12			12,5	2,5	2			2,25	2	100	10000	9
Tereza Caisa	2	12	12			12	10	5			7,5	2	100	4500	8
Maria Iza	1	17				17	6				6	1	45	5000	5
Maura Llano	1	14				14	6				6	1	45	4500	5

Tabla 42. Resultados de la Cantidad de Leche por Vaca

Nombre	Litros por Vaca Diarios																Promedio		
	Lunes 16	Martes 17	Miércoles	Jueves 18	Viernes	Sábado 19	Domingo	Lunes 23	Martes 24	Miércoles	Jueves 26	Viernes 27	Sábado 28	Domingo	Lunes 30	Martes 31			
Fabian Viracocha	7,75	7,5	7,5	7	7	7	6,75	6,75	6,5	7	7,5	7	7	6,5	7	7,5	7,07813		
Blanca Tomalo	9	9	9,5	8	7,5	12	8,5	8,5	7	9	8,5	9	7	8	10	9	8,71875		
Maria Guanoluiza	9,25	8,25	9	8,25	8	9,5	9	8,5	8,25	8,75	8,25	8,5	8	8	8,5	8,5	8,53125		
Cornelio Toapanta	14,5	12,75	13,5	12,75	12,63	11,63	12	11,25	11,75	12,5	14	13,13	11,25	10,75	11,75	12,13	12,3906		
Margarita Casa	12	12	13	12	11,5	11,5	12	11,5	13	13	13	13,5	13	13	13	13	12,5		
Guadalupe Chasi	10	10,5	12,5	10,5	9,25	11,75	10	12	12,5	11,25	12	11,5	11,5	11	10,25	12,25	11,1719		
Tereza Caisa	14,5	14	14,5	13,5	14	14,25	14	13,25	11	13,5	12,5	11,5	12	10,5	11	10	12,75		
Maria Iza	13,5	14	17	13	14	13,5	9	9,5	9	16	15	11	16	7	14,5	7	12,4375		
Maura Llano	7	6	7	7	7,5	6	7	4	7	6	7	5	5	7	6	6	6,28125		
Silvia Toapanta	7,667	7	7,167	8,333	10,67	7,5	7,333	6	8	8,167	7,167	7,667	4	6,333	7,333	9,333	7,47917		
Martha Toaquiza	5	6,333	7,333	10,17	11	10	11	11	10,67	10,67	11,33	11,17	5,333	10,33	12	12,33	9,72917		
Beatriz Tomalo	8,5	7	7	7	7,5	7	8,5	8	7	7	7,5	7,5	4	8	8	8	7,34375		
																	Promedio Total	9,70095	
																		Desviación Están	2,43867

ANEXO 6. Encuesta final realizada a socios de CEDECO y resultados.

Tabla 43. Repuesta de la Encuesta de los 39 socios

	Nombre	Número vacas	Litros x vaca				Promedio litro	Edad				Promedio Edad	Vacas Dando leche	Gasto Mensual en vacas	Tamaño Terreno (m ²)	Número de animales adicionales		
1	Tereza Caisa	2	12	12			12	10	5			7,5	2	100	4500	8		
2	Lidia Casa	1	15				15	5				5	1	50	10000	16		
3	Margarita Casa	1	14				14	2,5				2,5	1	50	5500	6		
4	Jose M. Catota	3	15	17	10		14	3	10	4,5		5,8	3	150	5500	19		
5	Luz Maria Catota	5	7	14	5	4	10	8	8	7	5	4	3	5,4	5	150	4000	13
6	Karina Chancusi	1	20				20	6				6	1	45	15000	6		
7	Trinidad Chango	1	10				10	4,5				4,5	1	45	15000	12		
8	Guadalupe Chasi	2	13	12			12,5	2,5	2			2,25	2	100	10000	9		
9	Susana Chisaguano	1	6				6	12				12	1	45	4000	2		
10	Amparito Guamán	1	11				11	3				3	1	50	200	2		
11	Maria Guanoluiza	2	7	7			7	5	3,5			4,25	2	45	4300	9		
12	Laura Iza	2	8	8			8	3	3			3	2	100	10000	17		
13	Maria Iza	1	17				17	6				6	1	45	5000	5		
14	Maria Adelaida Lamar	2	6	6			6	6	8			7	2	90	4000	8		
15	Blanca Nely Llano	1	14				14	7				7	1	50	4200	23		
16	Enriqueta Llano	1	15				15	12				12	1	60	3000	21		
17	Lucrecia Llano	1	12				12	5				5	1	45	5000	7		
18	Leonidas Llano	1	6				6	3,5				3,5	1	40	2500	15		
19	Maria Llano	1	10				10	7				7	1	40	3500	7		
20	Maura Llano	1	14				14	6				6	1	45	4500	5		
21	Patricia Llano	3	8	8	8		8	8	5,5	6		6,5	3	120	5000	13		
22	Cesar Oña	3	6	6	7		6,3	8	10	6		8	3	110	30000	20		

23	Laura Tenelema	1	15					15	4					4	1	50	10000	16
24	Martha Tenelema	1	6					6	6					6	1	50	20000	12
25	Doris Toapanta	1	9					9	7,5					7,5	1	40	4500	17
26	Cornelio Toapanta	4	12	12	12	12		12	6	6	4	4		5	4	250	20000	18
27	Silvia Toapanta	3	10	8	9			9	5	35	35			25	3	135	800	5
28	Martha Toaquiza	3	16	10	8			11,33	9	3,5	3,5			5,3	3	140	800	3
29	Guadalupe Toctaguano	1	5					5	2,5					2,5	1	50	3300	7
30	Maria Toctaguano	1	15					15	3,5					3,5	1	45	2500	7
31	Beatriz Tomalo	2	7	10				8,5	5	6				5,5	2	115	800	12
32	Isabel Tomalo	2	15	8				11,5	4,5	10				7,25	2	90	15000	34
33	Blanca Tomalo	1	10					10	5					5	1	35	3000	9
34	Amelia Valladares	3	10	10	10			10	6,5	7,5	10			8	3	120	6500	17
35	Marcela Valladares	2	10	10				10	5	4,5				4,75	2	80	6000	9
36	Segundo Valladares	5	18	13	9	6	6	10,4	10	2,5	3	2,5	8	5,2	5	205	55000	32
37	Fabian Viracocha	2	10	4				7	4	6				5	2	78	2500	18
38	Fanny Viracocha	2	8	9				8,5	3,5	5				4,25	2	105	3200	11
39	Rosa Viracocha	1	12					12	6					6	1	45	5000	10
40	Rosaura Viracocha	1	5					5	6					6	1	50	15000	8

Tabla 44. Resultados de la cantidad de leche ordeñada por vaca.

	Litros por Vaca																
	Lunes 16	Martes 17	Miércoles 18	Jueves 19	Viernes 20	Sábado 21	Domingo 22	Lunes 23	Martes 24	Miércoles 25	Jueves 26	Viernes 27	Sábado 28	Domingo 29	Lunes 30	Martes 31	Promedio
Tereza Caisa	14,5	14	14,5	13,5	14	14,3	14	13,3	11	13,5	12,5	11,5	12	10,5	11	10	12,8
Lidia Casa	12	10	10	17	11	11	6	12	12	11	11	10	7	5	12	5	10,1
Margarita Casa	12	12	13	12	11,5	11,5	12	11,5	13	13	13	13,5	13	13	13	13	12,5
Jose M. Catota	10,7	10,5	11	10	10	9,3	10,2	9	8,8	7,2	10	9	9,2	9,7	9	9,3	9,6
Luz Maria Catota	4,3	7,6	7,3	6,8	7,2	6	7,1	6,6	7,1	6,4	7,2	7,4	7,2	6,9	6,3	6,4	6,7
Karina Chancusi	13	14	14	15	14	17	16	16	17	16	16	14,5	15	13,5	9,5	18,5	14,9
Trinidad Chango	9	9	7	9	9	9	10	6	10	10	10	9,5	8	9,5	8,5	8,5	8,9
Guadalupe Chasi	10	10,5	12,5	10,5	9,3	11,8	10	12	12,5	11,3	12	11,5	11,5	11	10,3	12,3	11,2
Susana Chisaguano	5,5	4,5	5	5	5	5	4	4	4,5	4	4	5	5	0	5	5	4,4
Amparito Guamán	7	9	13	13	12	11	10	12	10	8	11	11	5	10	11	11	10,3
Maria Guanoluiza	9,3	8,3	9	8,3	8	9,5	9	8,5	8,3	8,8	8,3	8,5	8	8	8,5	8,5	8,5
Laura Iza	6,8	6,8	7	7	7	7,5	5,5	7,5	8	8,3	7,5	8	6,8	7,8	8	9,3	7,4
Maria Iza	13,5	14	17	13	14	13,5	9	9,5	9	16	15	11	16	7	14,5	7	12,4
Maria Adelaida Lamar	3	3	3	3	3	3,5	2,8	2,5	3	3,3	3	3	3	3	3	3	3
Blanca Nely Llano	7	8	8	8	8,5	8	9	7	8	7	8	8	8	7	7	8	7,8
Enriqueta Llano	11	9,5	6	12	13	11	6	16	10	12,5	10,5	13,5	12	12	13	12	11,3
Lucrecia Llano	8	7	6	8	9	8,5	9	7	9	9	8	8	8	5	9,5	10	8,1
Leonidas Llano	0	3	7	4	4,5	2	0	3	3	3	4	3	3,5	2	3	2	2,9
Maria Llano	8	8	7	8	8,5	9	9	9	9	8	9	9	9	8	10	10	8,7
Maura Llano	7	6	7	7	7,5	6	7	4	7	6	7	5	5	7	6	6	6,3
Patricia Llano	8	8	7,3	8,3	8,7	8	9,3	7,5	7,5	7,5	7,7	8	6,7	8,3	8	8,3	7,9

Cesar Oña	15	13	13,2	11	9,7	9	6,7	11,7	8,3	6,2	9	8	9,3	7,8	7,8	8	9,6
Laura Tenelema	11	10	10	14	11	8	8	8	9	9	9	10	9	10	10	10	9,8
Martha Tenelema	7,5	8	8	9	8	8	9,5	7	7	6	8	7,5	3,5	10	8	8,5	7,7
Doris Toapanta	8	9	8,5	5	12,5	7	6	8	7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	8	7	7,1
Cornelio Toapanta	14,5	12,8	13,5	12,8	12,6	11,6	12	11,3	11,8	12,5	14	13,1	11,3	10,8	11,8	12,1	12,4
Silvia Toapanta	7,7	7	7,2	8,3	10,7	7,5	7,3	6	8	8,2	7,2	7,7	4	6,3	7,3	9,3	7,5
Martha Toaquiiza	5	6,3	7,3	10,2	11	10	11	11	10,7	10,7	11,3	11,2	5,3	10,3	12	12,3	9,7
Guadalupe Toctaguano	3	4	4	3,5	3	2	4	3	2,5	3	3	3	3	2	2,5	3	3
Maria Toctaguano	5	6,5	5,5	6	7	6	5	5	6	5	5	5,5	5,5	7	5	6	5,7
Beatriz Tomalo	8,5	7	7	7	7,5	7	8,5	8	7	7	7,5	7,5	4	8	8	8	7,3
Isabel Tomalo	5	4,5	4,5	5,5	4,5	7	4,8	4,5	5	5,8	4,8	5,5	6	4,5	3	8,5	5,2
Blanca Tomalo	9	9	9,5	8	7,5	12	8,5	8,5	7	9	8,5	9	7	8	10	9	8,7
Amelia Valladares	8	7,7	7,8	6,3	9,2	4,5	8,7	10,7	9,3	9,7	9	9,2	10,7	10,3	9,3	11,2	8,8
Marcela Valladares	13,5	13	13,5	14,5	12,8	12	12	12	8,8	9,5	9,3	8,5	8,5	10	9,3	10	11,1
Segundo Valladares	7,2	8	8	8,2	8	7,7	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,6	7,6	7,6	8,2	8	7,8
Fabian Viracocha	7,8	7,5	7,5	7	7	7	6,8	6,8	6,5	7	7,5	7	7	6,5	7	7,5	7,1
Fanny Viracocha	7,8	7,5	8	9	8,5	9,5	8,5	9,3	8,5	9,5	9,8	9,8	8,8	7,5	7,3	7,5	8,5
Rosa Viracocha	13,5	18	19	17	19	8	18	8	21,5	18	14	22	18	14	17	20	16,6
Rosaura Viracocha	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	6	7	6	6	5	6	6,7
																Promedio	8,6
																Desviación Estándar	3

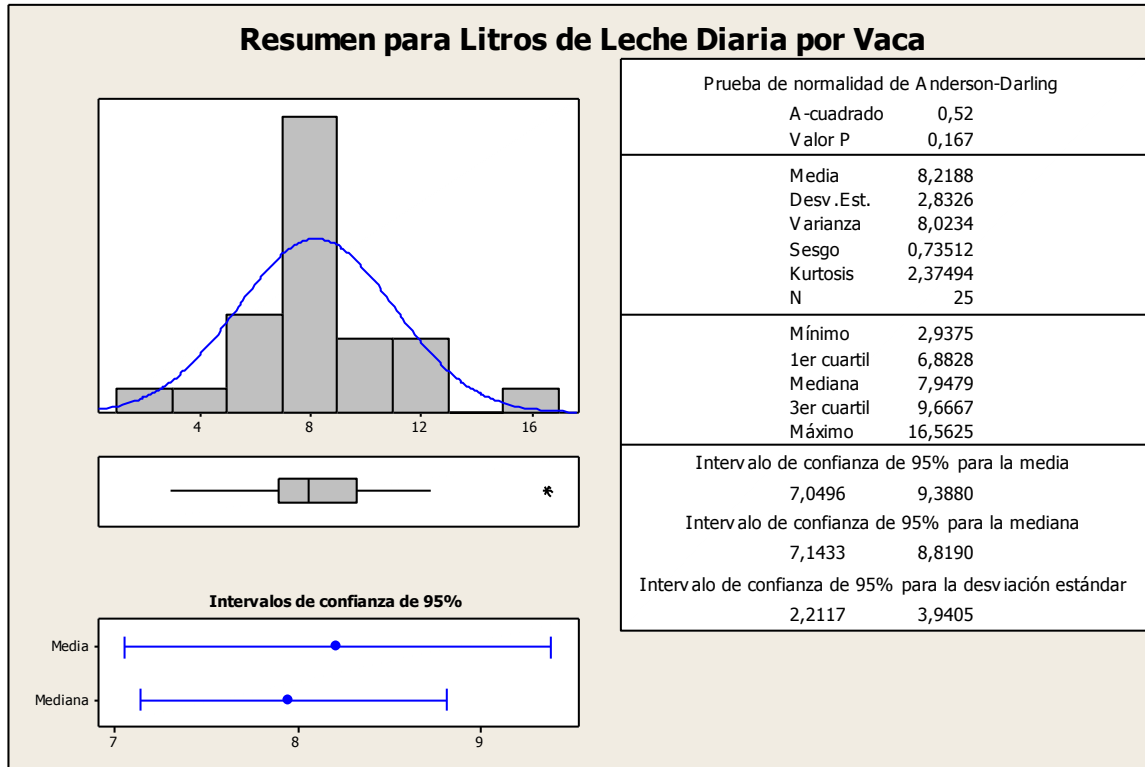


Figura 61. Resumen estadístico de la cantidad de litros diarios ordeñados por vaca.

ANEXO 7. Costos de Importación de Equipo Milk-Pro

Tabla 45. Costos de importación y traslado del equipo de 1000 litros/diarios

CALCULO DE COSTOS DE IMPORACIÓN DE MAQUINARIA PAUSTERIZADORA

País de Procedencia:	Suráfrica	Tiempo de Transito:		30 días
	Johannesburg	No. De contenedores:		1 de 20pies
Puerto de Embarque:	o	Costo FOB (Origen):		15950,00
Pais de Desembarque:	Guayaquil	Costo Flete Marítimo:		4900,00
Pais de Destino:	Ecuador	Costo Póliza de Seguro:		98,21
		Pago Liquidación:		2631,10
	8434.20.00.0	Tasa de Almacenaje:		196,00
Partida Arancelaria No.:	0	Transporte Interno ECU:		550,00
Detalla el pago de: Fodinfra, Adv, ICE, IVA				

CALCULO POLIZA DE SEGURO (VALOR ESTIMADO)

Suma asegurada:	20850,00	(Incoterm CFR, (Valor en la aduana))
Prima (0,40%):	83,40	Prima establecida por primera póliza
SC	0,42	Aporte Seguro Campesino
CSB (Super de Bancos):	2,92	Aporte a la Superintendencia de Bancos y Seguros
Derechos de Emisión:	1,00	Derecho que cobra la Aseguradora por emisión
IVA:	10,48	
VALOR DE LA PÓLIZA:	98,21	Póliza de Seguro todo riesgo de bodega a bodega

CALCULO DE DERECHOS ARANCELARIOS (Según Partidan Arancelaria No. 8434.20.00.00)

Valor en aduana (CIF):	20948,21	Valor unicamente por cálculo Imp (Flete+Seguro+Fob)
Advalorem:	0	Impuesto aduana, no paga nada por ser maquinaria
Fondinfra:	104,7410714	0,5% del valor en aduana
ICE:	0	Impuesto a Consumos Especiales, no aplica
I.V.A.:	2526,35	Impuesto al valor agregado
PAGO LIQUIDACIÓN:	2631,10	Pago total de impuestos por derechos arancelarios

CALCULO TASA DE ALMACENAJE (Pago a Aduana por bodegaje de contenedor)

Valor Almacenaje:	175,00	Calculo x día por contenedor (5 días), Aproximado
-------------------	--------	---

I.V.A.:	21,00	Valor aproximado
PAGO ALMACENAJE:	196,00	

COSTO TOTAL DE IMPORTACIÓN DE MAQUINARIA PAUSTERIZADORA

Costo FOB (Origen):	15950,00
Costo Flete Marítimo:	4900,00
Costo Póliza de Seguro:	98,21
Pago Liquidación:	2631,10
Tasa de Almacenaje:	196,00
Transporte Interno ECU:	550,00
Agente de Aduanas:	250,00
Gastos Varios Destino:	500,00

TOTAL	
:	25075,31

COSTO TOTAL DE LA MAQUINARIA PUESTA EN SAN AGUSTIN DEL CALLO

25075,31

Tabla 46. Costos de importación y traslado del equipo de 1500 litros/diarios

CALCULO DE COSTOS DE IMPORACIÓN DE MAQUINARIA PAUSTERIZADORA

País de Procedencia:	Suráfrica	Tiempo de transito:	30 días
Puerto de Embarque:	Johannesburgo	No. De contenedores:	1 de 20pies
Pais de Desembarque:	Guayaquil	Costo FOB (Origen):	21950,00
Pais de Destino:	Ecuador	Costo Flete Marítimo:	4900,00
		Costo Póliza de Seguro:	126,16
		Pago Liquidación:	3388,21
Partida Arancelaria No.:	8434.20.00.00	Tasa de Almacenaje:	196,00
Detalla el Pago de:	Fodinfra, Adv, ICE, IVA	Transporte Interno ECU:	550,00

CALCULO POLIZA DE SEGURO

Suma asegurada:	26850,00	(Incoterm CFR, (Valor en la aduana))
-----------------	----------	--------------------------------------

Prima (0,40%):	107,40	Prima establecida por primera póliza
SC	0,54	Aporte Seguro Campesino
CSB (Super de Bancos):	3,76	Aporte a la Superintendencia de Bancos y Seguros
Derechos de Emisión:	1,00	Derecho que cobra la Aseguradora por emisión
IVA:	13,46	
VALOR DE LA PÓLIZA:	126,16	Póliza de Seguro todo riesgo de bodega a bodega

CALCULO DE DERECHOS ARANCELARIOS (Según Partida Arancelaria No. 8434.20.00.00)

Valor en aduana (CIF):	26976,16	Valor unicamente por cálculo Imp (Flete+Seguro+Fob)
Advalorem:	0,00	Impuesto aduana, no paga nada por ser maquinaria
Fondinfa:	134,88	0,5% del valor en aduana
ICE:	0,00	Impuesto a Consumos Especiales, no aplica
I.V.A.:	3253,32	Impuesto al valor agregado
PAGO LIQUIDACIÓN:	3388,21	Pago total de impuestos por derechos arancelarios

CALCULO TASA DE ALMACENAJE (Pago a Aduana por bodegaje de contenedor)

Valor Almacenaje:	175,00	Calculo x día por contenedor (5 días), Aproximado
I.V.A.:	21,00	
PAGO ALMACENAJE:	196,00	Valor aproximado

COSTO TOTAL DE IMPORTACIÓN DE MAQUINARIA PAUSTERIZADORA

Costo FOB (Origen):	21950,00
Costo Flete Marítimo:	4900,00
Costo Póliza de Seguro:	126,16
Pago Liquidación:	3388,21
Tasa de Almacenaje:	196,00
Transporte Interno ECU:	550,00
Agente de Aduanas:	250,00
Gastos Varios Destino:	500,00

TOTAL: 31860,36

COSTO TOTAL DE LA MAQUINARIA PUESTA EN SAN AGUSTIN DEL CALLO

31860,36

Tabla 47. Costos de importación y traslado del equipo de 2500 litros/diarios**CALCULO DE COSTOS DE IMPORACIÓN DE MAQUINARIA PAUSTERIZADORA**

País de Procedencia:	Sudáfrica	Tiempo de Transito:	30 días
	Johannesburg		
Puerto de Embarque:	o	No. De contenedores:	1 de 20pies
		Costo FOB (Origen):	37900,00
Pais de Desembarque:	Guayaquil	Costo Flete Marítimo:	4900,00
Pais de Destino:	Ecuador	Costo Póliza de Seguro:	200,43
		Pago Liquidación:	5400,85
Partida Arancelaria No.:	8434.20.00.00	Tasa de Almacenaje:	196,00
Detalla el pago de: Fodinfra, Adv, ICE, IVA		Transporte Interno ECU:	550,00

CALCULO POLIZA DE SEGURO (VALOR ESTIMADO)

Suma asegurada:	42800,00	(Incoterm CFR, (Valor en la aduana))
Prima (0,40%):	171,20	Prima establecida por primera póliza
SC	0,86	Aporte Seguro Campesino
CSB (Super de Bancos):	5,99	Aporte a la Superintendencia de Bancos y Seguros
Derechos de Emisión:	1,00	Derecho que cobra la Aseguradora por emisión
I.V.A.:	21,38	
VALOR DE LA PÓLIZA:	200,43	Póliza de Seguro todo riesgo de bodega a bodega

CALCULO DE DERECHOS ARANCELARIOS (Según Partidan Arancelaria No. 8434.20.00.00)

Valor en aduana (CIF):	43000,43	Valor unicamente x calculo Imp (Flete+Seguro+Fob)
Advalorem:	0	Impuesto aduana, no paga nada por ser maquinaria
Fondinfra:	215,002155	0,5% del valor en aduana
ICE:	0	Impuesto a Consumos Especiales, no aplica
I.V.A.:	5185,85	Impuesto al valor agregado
PAGO LIQUIDACIÓN:	5400,85	Pago total de impuestos por derechos arancelarios

CALCULO TASA DE ALMACENAJE (Pago a Aduana por bodegaje de contenedor)

Valor Almacenaje:	175,00	Calculo x día por contenedor (5 días), Aproximado
I.V.A.:	21,00	
PAGO ALMACENAJE:	196,00	Valor aproximado

COSTO TOTAL DE IMPORTACIÓN DE MAQUINARIA PAUSTERIZADORA
--



Costo FOB (Origen):		37900,00
Costo Flete Marítimo:		4900,00
Costo Póliza de Seguro:		200,43
Pago Liquidación:		5400,85
Tasa de Almacenaje:		196,00
Transporte Interno ECU:		550,00
Agente de Aduanas:		250,00
Gastos Varios Destino:		500,00

TOTAL	
:	49897,29

COSTO TOTAL DE LA MAQUINARIA PUESTA EN SAN AGUSTIN DEL CALLO

49897,29

ANEXO 8. Costos variables del sistema de Producción

	COTIZACIÓN DE MATERIALES DE EMPAQUE Y EMBALAJE	
COTIZACION No. 000183		
Empresa:		Código: PP -183
Dirección:		Fecha: 2 de Marzo de 2012
Teléfono: 2270706 ext. 125 / 099912417		Asesor: Patricia Paredes
Persona de contacto:		

#	Referencia	Material y pigmento	Ancho (mm)	FL (mm)	Largo (mm)	FF (mm)	SS (mm)	Ref (mm)	Espesor (μ)	Impresión	Extras	UN/kg Mínimos	PVP kg/millar
1	lámina de leche 1 litro	LDPE blanco/n	321						90	6 colores	240.000 fdas	3,000	\$ 4.00
2	lámina de leche 1 litro	LDPE blanco/n	321						90	6 colores	560.000 fdas	7,000	\$ 3.84
3	lámina de leche 1 litro	LDPE blanco/n	321						90	s/imp	240.000 fdas	3,000	\$ 3.13
4	lámina de leche 1 litro	LDPE blanco/n	321						90	s/imp	560.000 fdas	7,000	\$ 2.96
5													
6													
7													
8													

OBSERVACIONES: IMPRESIÓN 5 COLORES + LACA (TINTA PARA PEROXIDOS)

Estos valores no incluyen el 12% IVA.

Tiempo de entrega: 25 días laborables a partir de artes aprobados.

Costo de cireles: USD 200 por color

Crédito: 30% a la orden y 70% con cheque a 30 días.

Validez de la oferta: 15 días

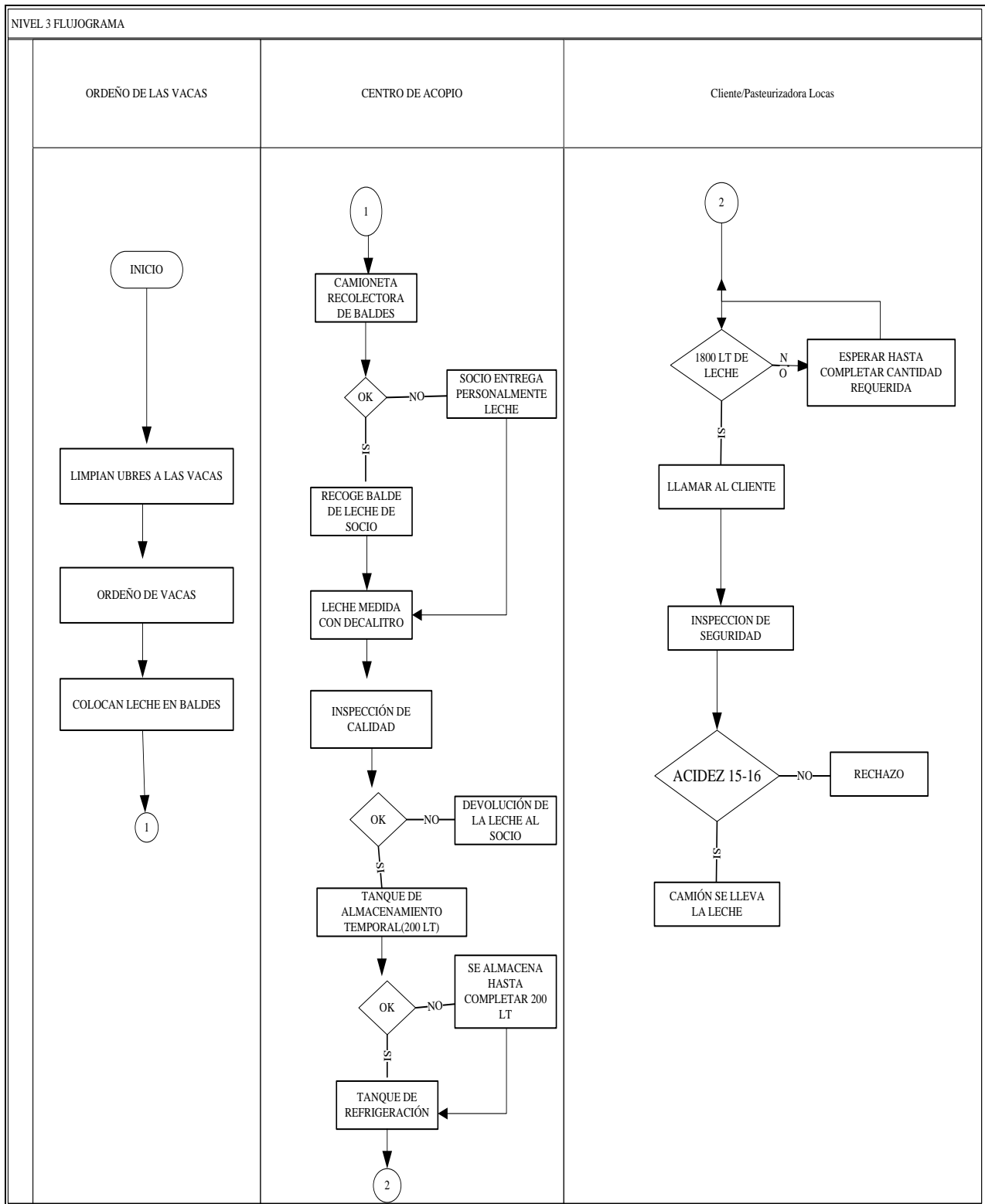
Tolerancia:
± 10% de la producción total
± 5mm en el ancho
± 5mm en el largo

Cliente

Figura 62. Cotización de bolsas para pasteurización de leche.

Fuente: (TINFLEX, 2012)

ANEXO 9. Flujograma del proceso actual



ANEXO 10. Pruebas Químicas para la leche cruda

Las pruebas necesarias para determinar si la leche cruda es apta para el procesamiento y consumo humano se detallan a continuación.

Prueba del Alcohol.- Permite detectar de forma rápida y cualitativamente la termoestabilidad de una leche cruda. Se agrega alcohol a la leche para que éste provoque una precipitación de las micelas presentes. Se agrega un volumen igual de de leche y alcohol en un tubo de ensayo y después se lo debe agitar. Si se observan partículas coaguladas de caseína en el tubo de ensayo la leche no podrá ser aceptada.

PH.- La determinación del PH se la hace a través de la utilización de un potenciómetro (aparato electrónico- digital) sumergido en la muestra de leche. La temperatura de la muestra debe estar a $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, de esta manera la medición será confiable. Se aceptará la leche si posee un PH entre 6.6 y 6.8.

Acidez.- Se deben pipetear 10ml de muestra (leche) en un matraz, agregar 0,5ml de fenolftaleína y titular con NaOH hasta el primer viraje del indicador (color rosa pálido). Registrar volumen de NaOH. El grado de acidez corresponde a la suma de todas las sustancias de reacción ácida contenidas en la leche. Un volumen conocido de muestra (leche) se titula con una solución alcalina de concentración conocida y con la ayuda de un indicador, el cual indica el punto final de la titulación.

Después se debe calcular la acidez titlable:

$$A = \frac{V * 100}{V_M}$$

Donde:

A = acidez titulable, expresada como grados de acidez (mililitros de NaOH 0,1N por 100ml de muestra)

V = volumen de NaOH 0,1N gastado en la titulación en ml.

V_M = volumen de muestra en ml.

Nos debe dar como resultado un valor de acidez entre 12 a 21 ml de NaOH 0,1N /100ml de leche.

Densidad.- para determinar esta medida se empleara un lactómetro que consta en una escala que se gradúa en cien partes. Una adecuada densidad de la leche debe estar entre 1,015 y 1,040g/ml a 20°C.

Materia grasa.- Consiste en la separación de materia grasa por dilución de ácido sulfhídrico de todos los componentes, seguida por un proceso de centrifugado en tubos adecuadamente calibrados, a esto se le suma el uso de alcohol amílico que sirve para romper la emulsión de las grasas. (Universidad de Buenos Aires. Departamento de química orgánica, 2007).

Células somáticas .- Se emplea el método CMT(California Mastitis Test) la cual evalúa la salud mamaria de las vacas y como se relaciona con el contenido microbiano de la leche. No proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación de si el recuento es elevado o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso (Blowey y Edmonson, 1995; Bedolla, 2004b). La prueba saldrá negativa si la mezcla de la leche con los químicos permanece líquida y de esta manera la leche cruda será adecuada para el procesamiento.

Sustancias inhibidoras: Incluyen residuos de antibióticos y otros de carácter químico usados generalmente en las fincas. No se destruyen con los tratamientos térmicos por lo que hay que prevenir que estos lleguen a la leche para lo cual se emplea el método de Delvotest (Zorich, 2009)

Prueba de reducción de azul de metileno.- Este método consiste en teñir la leche con azul de metileno. Si existe poco contenido microbiano el color azul se pierde lentamente de tal manera que una leche de categoría A, tardará en decolorarse 5 horas aproximadamente (Zorich, 2009).

Finalmente en la Tabla 48 se muestra la frecuencia con la que se debe realizar cada una de estas pruebas.

Tabla 48. Frecuencia de realización de las pruebas químicas.

Análisis	Método	Frecuencia
Alcohol	Alcohol 72°	Diaria
acidez	° Thorner N/10	Diaria
PH	Potenciométrico	Diaria
Densidad	Lactodensímetro	Diaria
Materia Grasa	Gerber	1 vez/semana*
Células Somáticas	CMT	1 vez/ semana
Sustancias Inhibidoras	Delvotest	1 vez/15 días
Azul de Metileno	TRAM	Diaria

*Practicar esta prueba a la leche que presente una densidad menor a 1,028 gr/litro

Fuente: Informe FAO Ecuador

Elaborado: Baldeón, Moreno

Anexo 11. Pruebas Químicas para la leche pasteurizada

Prueba de Fosfatasa Alcalina.- En primer lugar para determinar que la leche ha sido pasteurizada correctamente, se debe realizar la prueba de Fosfatasa Alcalina la cual consiste en romper esta encima, que se encuentra presente de forma natural en la leche; para lo cual se requiere de temperaturas extremadamente altas tales como las que se llevan a cabo en los procesos de pasteurización.

Por lo tanto el objetivo de esta prueba es determinar que la enzima ha sido eliminada de la leche, caso contrario podría contener bacterias como la de la tuberculosis.

Para realizar esta prueba se coloca en un tubo de ensayo 10 mL de agua destilada, se le añade una pastilla de Lactognost I y otra de Lactognost II, se tapa el tubo y se agita hasta la completa disolución, en caso de ser necesario para la mejor disolución se utilizará una varilla de vidrio. Posteriormente se añade 1 mL de la leche en el tubo de ensayo y se incuba durante 1 hora a una temperatura de 37 °C. Finalmente se añade una cucharada de Lactognost III y se incuba a la misma temperatura. Los resultados que se pueden obtener son los siguientes (Zorich, 2009):

- Color marrón: prueba negativa \Rightarrow ausencia de fosfatasa alcalina.
- Color verde: prueba débilmente positiva \Rightarrow presencia de vestigios de enzima.
- Color azul: prueba positiva \Rightarrow presencia de enzima.

Para que la leche sea aceptada, se debe obtener un resultado negativo en las pruebas.

Prueba de Biuret.- La presencia de proteínas en una mezcla se puede determinar mediante la reacción del Biuret. El reactivo de Biuret contiene CuSO_4 en solución acuosa. Esta prueba se basa en la formación de un compuesto de color violeta, a mayor concentración de proteínas, mayor intensidad de color violeta y de esta manera se determina el porcentaje de las mismas en la leche.

Se coloca en un tubo de ensayo 2ml de leche pasteurizada y se le añade 2cc de solución de hidróxido de sodio al 20%, seguidamente 4 ó 5 gotas de solución de sulfato

cúprico diluida al 1%. Si hay presencia de proteínas en la leche, esta solución presentará un color violeta. Finalmente por medio de una escala de intensidad de colores, se determinará la cantidad de proteína contenida en la leche.

En cuanto a las pruebas de nivel graso y acidez se realizará el proceso descrito en el Anexo 10.

ANEXO 12. Levantamiento del proceso de producción de leche pasteurizada en CEDECO

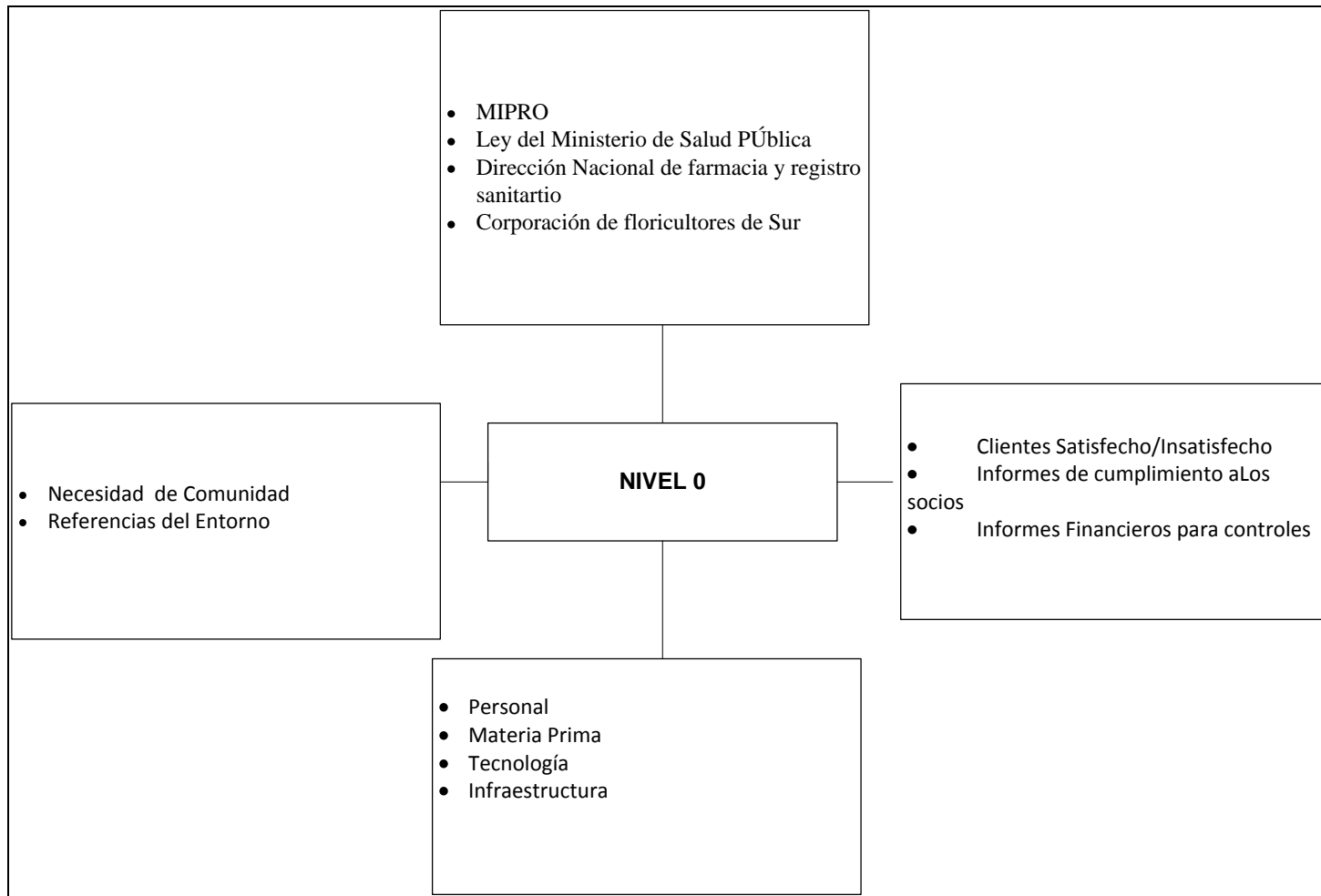


Figura 63. Nivel 0 del proceso de producción de la leche pasteurizada en CEDECO

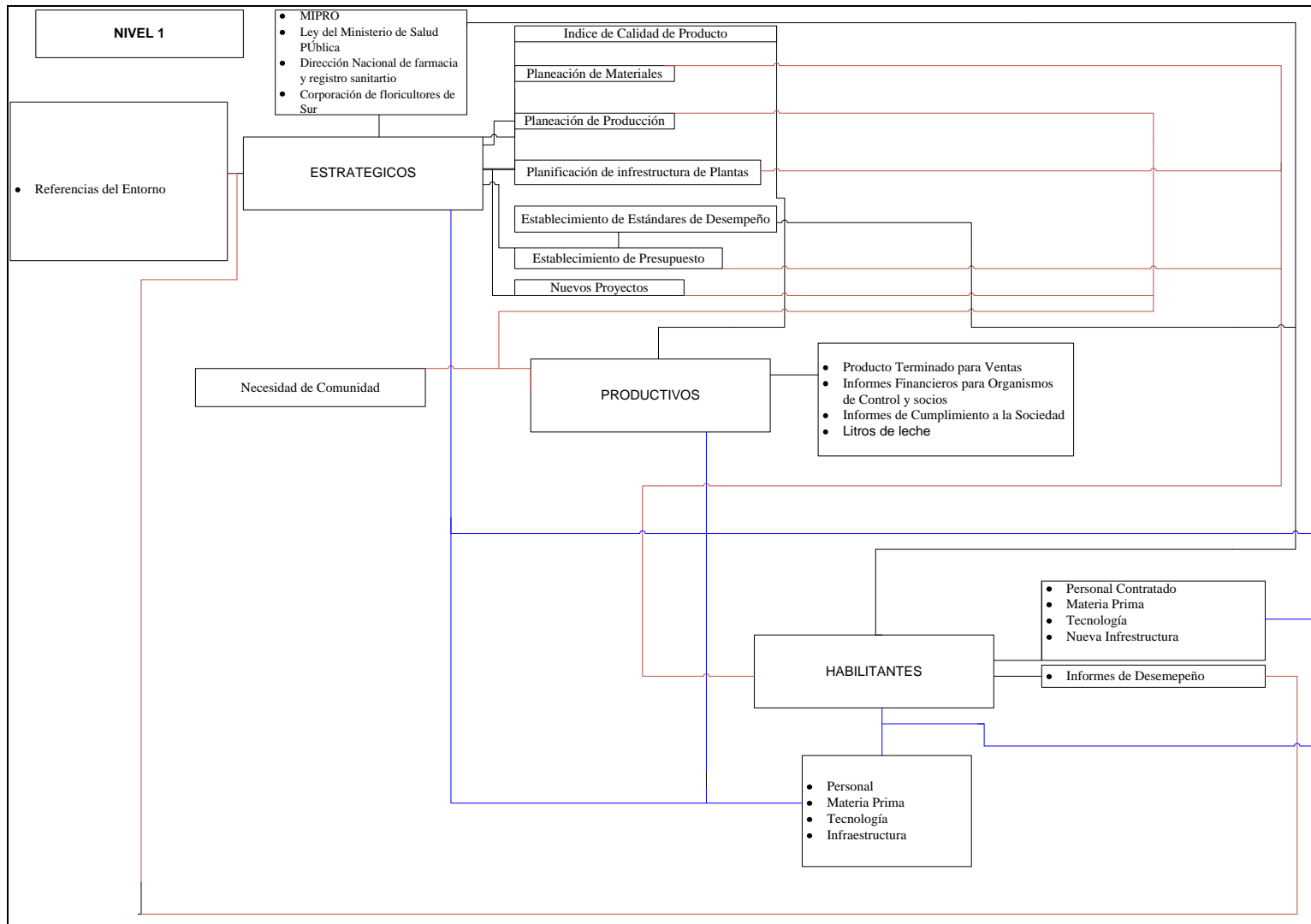


Figura 64. Nivel 1 del proceso de producción de la leche pasteurizada en CEDECO

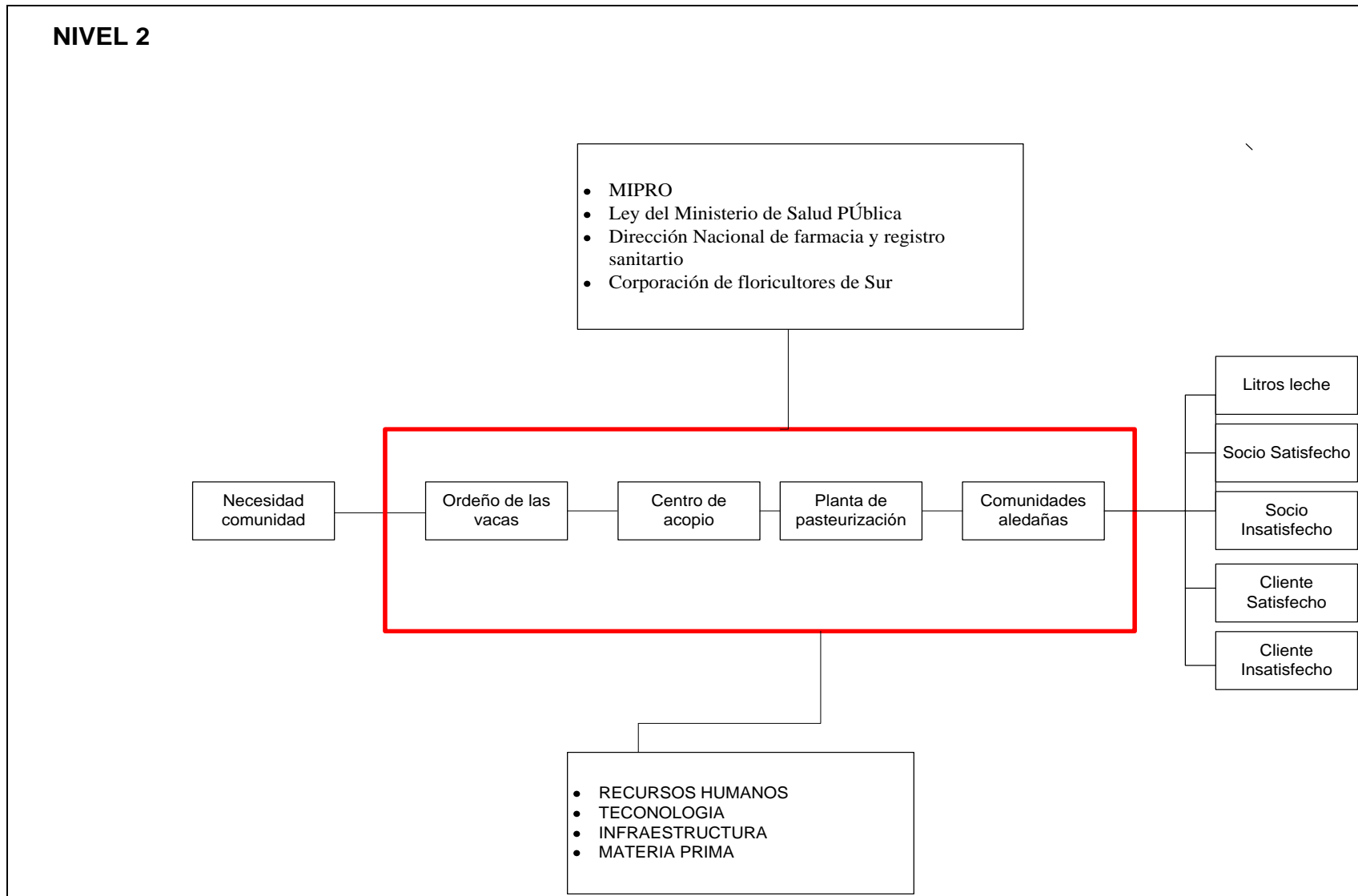


Figura 65. Nivel 2 del proceso de producción de leche pasteurizada de CEDECO

Nivel 3

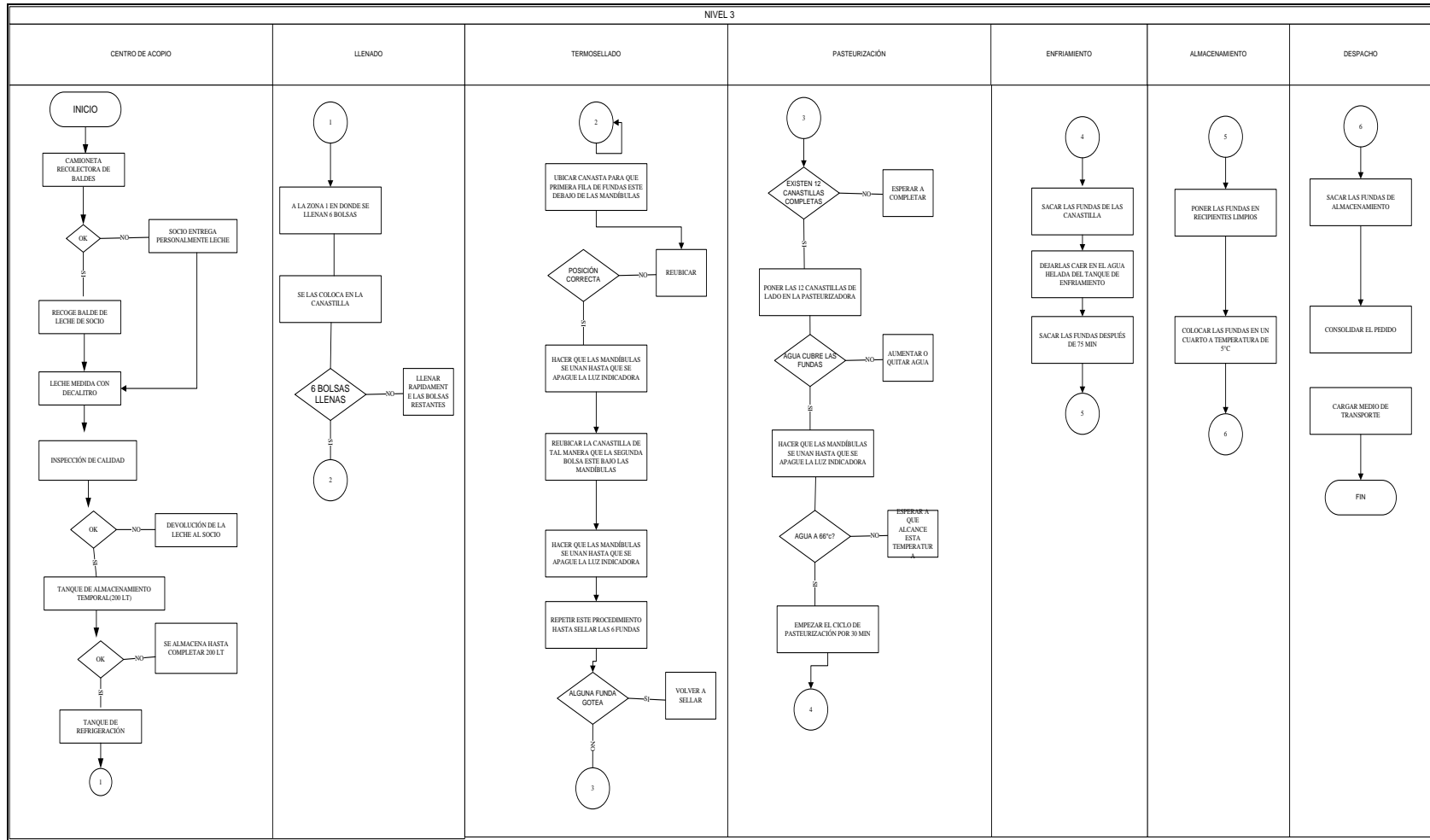


Figura 66. Nivel 3 del proceso de producción de la leche pasteurizada en CEDECO

ANEXO 13. Procedimiento para la producción de leche pasteurizada

Procedimiento de Operación de la llenadora

1. Asegurarse que ambas llaves de paso para la entrada y salida de los vasos medidores estén cerradas.
2. Colocar sobre un protector de plástico, la canasta de acero inoxidable ubicándola sobre la mesa de la dosificadora, quedando las bocas de los compartimientos hacia arriba. Poner las fundas vacías en la canasta, una funda por compartimiento, de tal forma que los bordes abiertos de la funda queden también hacia arriba. Ubicar la canasta debajo los vasos medidores, con el tubo de silicón para drenaje ubicado dentro de la primera funda abierta, y el tubo desde el segundo vaso ubicado dentro de la abertura de la segunda.
3. Permitir que la leche llene los vasos medidores, abriendo las llaves de entrada.
4. Permitir que la leche drene a las fundas abriendo las llaves de salida. Cerrar las llaves una vez completada la descarga.
5. Repetir el procedimiento de arriba para las fundas restantes en la canasta. Una vez que todas las fundas estén llenas, deben pasar a la termoselladora.

Procedimiento de Operación de la termoselladora

1. Tomar la canasta que contiene las fundas llenas y no selladas y ponerlas al frente de las mandíbulas de la termoselladora. Ubicar la canasta de tal forma que la primera división de fundas esté directamente debajo las mandíbulas de la termoselladora y poner el pie sobre el pedal. Usando ambas manos, colocar las fundas entre las mandíbulas de la selladora, sosteniendo los lados de la funda a 3 cm del borde superior y levantándola.
2. Hacer que las mandíbulas de la selladora se unan, presionando firmemente con el pedal. Dejar de presionar suavemente, permitiendo que las mandíbulas se habrán nuevamente.

3. Una vez que la primera funda esté sellada, empujar la canasta hasta que la segunda funda esté directamente debajo las mandíbulas del sellador. Repetir el procedimiento anterior hasta que todas las fundas estén selladas.
4. Poner la canasta que contiene las fundas selladas de lado, para que puedan descansar en una parte plana, una encima de la otra.

Pasteurizadora: Procedimiento de Operación

1. Una vez que las canastillas de acero inoxidable que sostienen las fundas han sido completadas con la leche cruda enfundada y sellada, pueden colocarse en la pasteurizadora. Las canastillas de las fundas deberán ponerse de lado, así las fundas pueden reposar en forma plana, una encima de la otra.
2. Cuando las canastillas estén colocadas en la pasteurizadora, se debe asegurar que haya suficiente agua hasta cubrir las fundas completamente.
3. Cuando la pasteurizadora esté cargada, se cierra la tapa de la misma y la temperatura del agua se fija a 66°C durante 30 min.
4. Cuando el ciclo de pasteurización esté completo, la alarma sonará al mismo tiempo que la luz de 'Ciclo Completado' se enciende.
5. Finalmente se descarga la pasteurizadora.

Procedimiento de Operación de tanque de enfriamiento

1. Cuando el ciclo de pasteurización esté completo, remover de las canastas las fundas, dejándolas caer dentro del agua congelada del tanque de enfriamiento.
2. Las fundas de leche toman 75 minutos para enfriar de la temperatura de la pasteurización a una deseable de almacenaje de 5°C.
3. Una vez que las fundas estén frías, se las almacenará en la refrigeradora o serán despachadas directamente.

Control de calidad

Producir leche de buena calidad, significa que tanto a nivel de composición como microbiológicamente la leche que llega a los consumidores debe estar en condiciones aptas para que no ocasione ninguna enfermedad o daño al momento de ingerirla. Es por esta razón que el control de calidad se realiza en dos etapas.

El primer control de calidad se hará al momento que llegue el socio con la leche cruda, las pruebas a realizarse y la frecuencia se encuentran detalladas en el Anexo 10. Si la leche cumple con todos los requisitos será aceptada e inmediatamente pasará al tanque frío de almacenamiento para iniciar con el proceso de pasteurización.

El segundo control de calidad se realizará inmediatamente una vez que haya finalizado el proceso de pasteurización, tomando una muestra aleatoria de cada lote finalizado. En este momento se hará la prueba de fosfatasa alcalina para determinar que el proceso ha sido exitoso. Posteriormente se harán las pruebas de nivel graso y proteínas que se detallan en el Anexo 11.

Nuevamente si se han cumplido con todas las especificaciones la leche estará lista para la venta y consumo humano.

ANEXO 14. Determinación del área de despacho

Para determinar el área de despacho se toma en cuenta en primer lugar la carga unitaria, que de acuerdo al método de distribución en este sector cambiará. Las cargas serán Kavetas que contengan 20 fundas de leche, las medidas de las mismas son 58x27x19 cm.

Para una producción de 1500 litros diarios de leche se necesita un máximo de 75 Kavetas a las cuales se las apilará a lo largo cuatro filas y a lo ancho 4 filas, formando pilas de 4 kaveta como se muestra en la Figura 67:

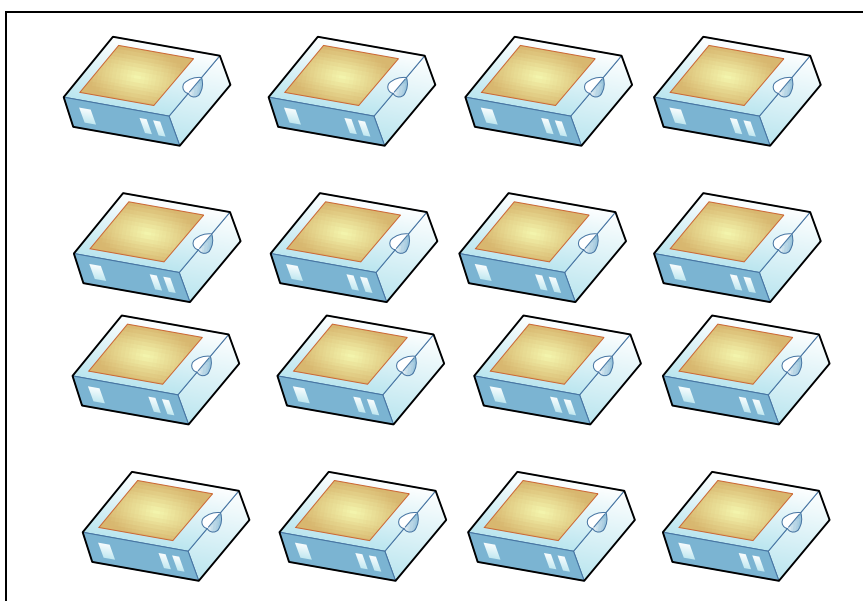


Figura 67. Disposición de las Kavetas en el área de despacho

Elaborado: Baldeón, Moreno

El requerimiento de espacio de esta configuración es de 2.50m²

ANEXO 15: Tabla Desde- Hacia del flujo de leche en CEDECO

Tabla 49. Tabla desde-hacia planta lechera

	DESDE/HACIA	Recepción	Lab de calidad	ACOPIO	LLENADO Y SELLADO	PASTEURIZACIÓN	ENFRIADO	ALMACENAMIENTO	DESPACHO
1	Recepción	-	1500	1500					
2	Laboratorio de Calidad	-	-	0					
3	ACOPIO	-	-	-	1500	0	0	0	0
4	LLENADO Y SELLADO	-	-	-	-	1500	0	0	0
5	PASTEURIZACION	-	-	-	-	-	1500	0	0
6	ENFRIADO	-	-	-	-	-	-	1500	0
7	ALMACENAMIENTO	-	-	-	-	-	-	-	1500
8	DESPACHO	-	-	-	-	-	-	-	-

Elaborado: Baldeón, Moreno

ANEXO 16: Evaluación de la eficiencia

Disposición propuesta:

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

$$z = \frac{(4500)}{(12000)}$$

$$z = 0.38$$

La razón por la que la eficiencia sea tan baja es por la restricción de espacio que existe, como se mencionó previamente debido a los recursos de la comunidad se debe adaptar el diseño de las instalaciones actuales a la propuesta que se realizará.

Anexo 17.- Cálculo de la eficiencia del Método de Construcción en bloque

Tabla 50. Cálculo del Puntaje Potencial

	Recepción	Control de Calidad	Acopio de Leche	Llenado y Sellado	Pasteurizado	Enfriado	Almacenamiento	Despacho	Puntaje
Recepción	-	64	64	4	0	0	0	0	132
Control de Calidad	-	-	16	1	0	0	0	0	17
Acopio de Leche	-	-	-	64	1	1	0	0	66
Llenado y Sellado	-	-	-	-	64	1	1	0	66
Pasteurizado	-	-	-	-	-	64	1	0	65
Enfriado	-	-	-	-	-	-	64	1	65
Almacenamiento	-	-	-	-	-	-	-	64	64
Despacho	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Puntaje Total Posible									475

Tabla 51. Cálculo del Puntaje del layout construido

	Recepción	Control de Calidad	Acopio de Leche	Llenado y Sellado	Pasteurizado	Enfriado	Almacenamiento	Despacho	Puntaje
Recepción	-	64	0	0	0	0	0	0	64
Control de Calidad	-	-	16	1	0	0	0	0	17
Acopio de Leche	-	-	-	64	0	0	0	0	64
Llenado y Sellado	-	-	-	-	64	0	0	0	64
Pasteurizado	-	-	-	-	-	64	0	0	64
Enfriado	-	-	-	-	-	-	0	1	1
Almacenamiento	-	-	-	-	-	-	-	64	64
Despacho	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Puntaje Conseguido									338

$$\text{Eficiencia: } \frac{338}{475} * 100 = 71,157\%$$

ANEXO 18.- Manejo de Materiales

Tabla 52. Temperaturas de promedio mensuales de Latacunga desde el 2009 al 2011

2009	
Enero	Tmax: 18.6C Tmin 9.8C Tmedio: 13.7
Febrero	Tmax: 18.6C Tmin 9.2C Tmedio: 13.7
Marzo	Tmax: 20.9C Tmin 8.9C Tmedio: 14.5
Abril	Tmax: 19.8C Tmin 8.6C Tmedio: 14.2
Mayo	Tmax: 18.2C Tmin 9.2C Tmedio: 13.4
Junio	Tmax: 18.3C Tmin 8.5C Tmedio 13.2
Julio	Tmax: 18.3C Tmin 8.7C Tmedio: 13
Agosto	Tmax: 19.2C Tmin 8.5C Tmedio: 13.6
Septiembre	Tmax: 20.3C Tmin 7.3C Tmedio: 14
Octubre	Tmax: 22.4C Tmin 8.8C Tmedio: 14.6
Noviembre	Tmax: 23.1C Tmin 8.4C Tmedio: 15.3
Diciembre	Tmax: 22.1C Tmin 10C Tmedio: 15.2
2010	
Enero	Tmax: 20.9C Tmin 9C Tmedio: 14.6
Febrero	Tmax: 21.8C Tmin 9.6C Tmedio: 15.2
Marzo	Tmax: 21.6C Tmin 9.1C Tmedio: 15.2
Abril	Tmax: 20.4C Tmin 10.1C Tmedio: 14.8
Mayo	Tmax: 19.9C Tmin 10.5C Tmedio: 14.9
Junio	Tmax: 17.7C Tmin 9.7C Tmedio: 13.3
Julio	Tmax: 18.3C Tmin 7.8C Tmedio: 13.3

Agosto	Tmax: 18.2C Tmin 6.5C Tmedio: 12.2
Septiembre	Tmax: 19.9C Tmin 5.7C Tmedio: 13
Octubre	Tmax: 22.1C Tmin 7.7C Tmedio: 14.2
Noviembre	Tmax: 21.7C Tmin 7.5C Tmedio: 13.7
Diciembre	Tmax: 19.3C Tmin 8.3C Tmedio: 13.3

2011	
Enero	Tmax: 20.8C Tmin 7.9C Tmedio: 13.7
Febrero	Tmax: 21C Tmin 8.9C Tmedio: 14
Marzo	Tmax: 21C Tmin 8.3C Tmedio: 14.1
Abril	Tmax: 18.2C Tmin 9.4C Tmedio: 14.4
Mayo	Tmax: 18.8C Tmin 9.3C Tmedio: 14.8
Junio	Tmax: 18C Tmin 9.1C Tmedio: 14.4
Julio	Tmax: 17.1C Tmin 8.2C Tmedio: 13
Agosto	Tmax: 19C Tmin 7.7C Tmedio: 14.4
Septiembre	Tmax: 19.3C Tmin 7.3C Tmedio: 13.8
Octubre	Tmax: 23C Tmin 7.6C Tmedio: 15.2

Fuente: (TuTiempo)
Elaborado: Baldeón, Moreno

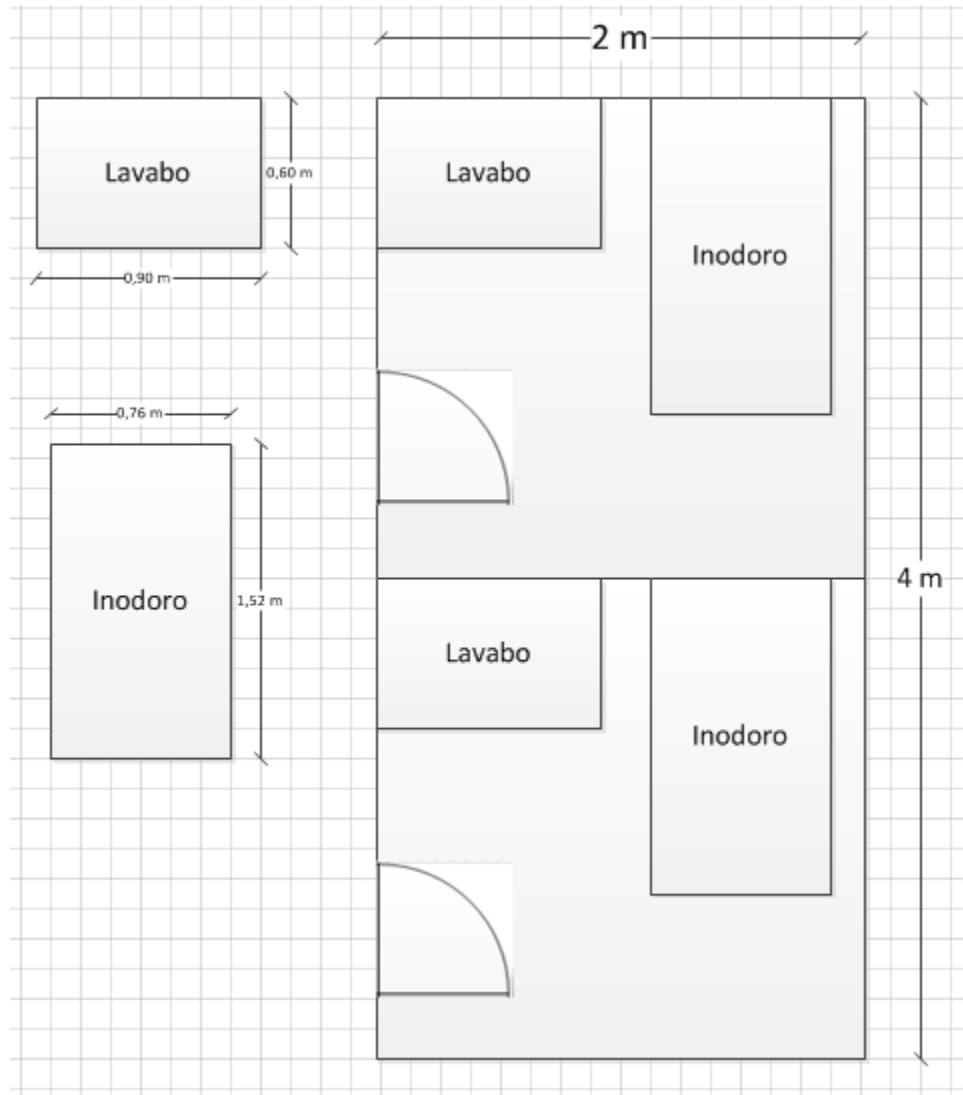
ANEXO 19.- Dimensiones de los baños

Figura 68. Disposición de los baños luego de redistribuirlos en base a los requerimientos reales.

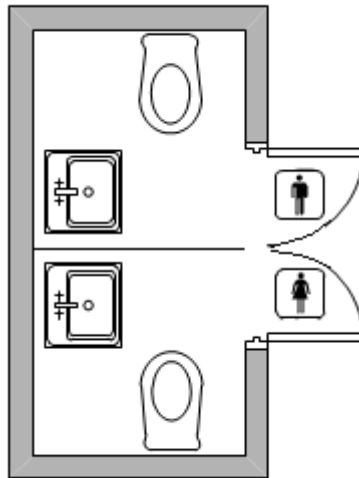


Figura 69: Disposición de los baños graficado en Microsoft Visio ® con la orientación del layout propuesto.

ANEXO 20. Lockers de almacenamiento de objetos personales

Figura 70: Modelo de casilleros dobles con dimensiones totales de 0,30 X 0,35 X 1,80 m.

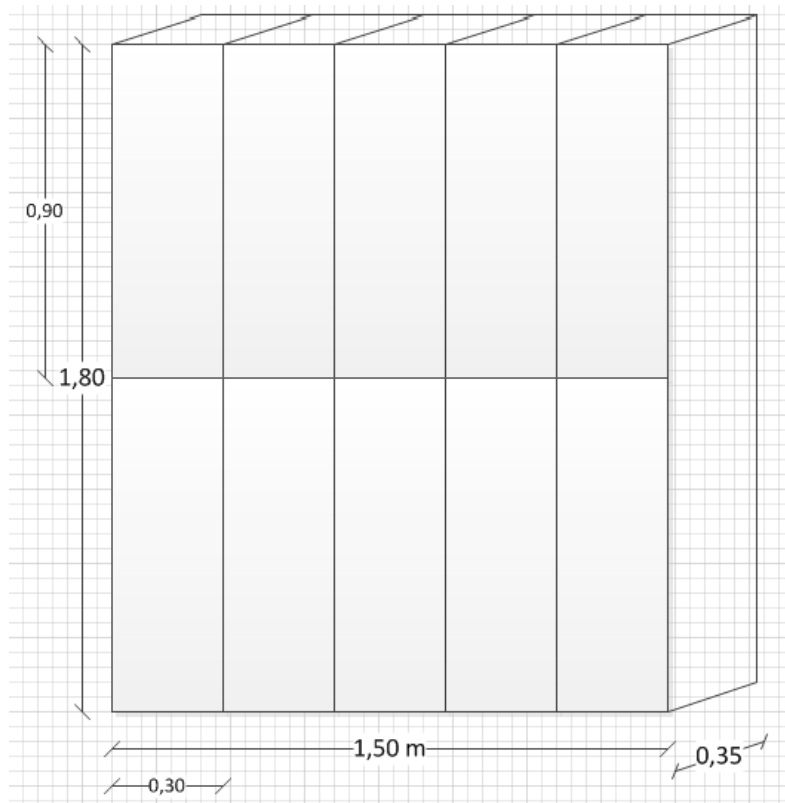


Figura 71: Disposición de 10 casilleros simples con dimensiones totales de 1.5, 0.35 y 1.80m

ANEXO 21. Requisitos de los Dispositivos Informativos Visuales

- *“Visibilidad: Contraste y brillo adecuado*
- *Legibilidad: tamaño, claridad y tipo de fuente luminosa*
- *Grado de fatiga: fuente luminosa, color, parpadeo*
- *Compatibilidad: Alto grado de adecuación al sistema”*
- *Tomado de:(Modelo; Torada; Bombardo;2000)*

ANEXO 22.- Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (Ministerio del Trabajo y Empleo, 2000).

“Artículo 11 Obligaciones de los empleadores

2. Adoptar medidas necesarias para la prevención de los riesgos que pueden afectar a la salud y bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.
3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.
9. Instruir sobre los riesgos de los diferentes puestos de trabajo y la forma y métodos para prevenirlos, al personal que ingresa a laborar en la empresa.

Artículo 13. Obligaciones de los trabajadores

1. Participar en el control de desastres, prevención de riesgos y mantenimiento de la higiene en los locales de trabajo cumplimiento con las normas vigentes.

Artículo 22. Superficie y cubicación en los locales y puestos de trabajo.

2. Los puestos de trabajo en dichos locales tendrán:
 - a) Dos metros cuadrados de superficie por trabajador
 - b) 6 metros cúbicos de volumen por cada trabajador.
4. Para el cálculo de superficie y volumen se deducirá, el ocupado por máquinas, aparatos, instalaciones y materiales.

Art. 24 Pasillo

1. Los corredores, galerías y pasillos deberán tener un ancho adecuado para su utilización.

Art. 33. Puertas y Salidas

2. Las puertas de comunicación en el interior de los centros de trabajo reunirán las condiciones suficientes para una rápida salida en caso de emergencia.
3. En los accesos a las puertas, no se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.

Art. 34. Limpieza de locales

1. Los locales de trabajo y dependencias anexas deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza.
6. Los aparatos, máquinas, instalaciones, herramientas e instrumentos, deberán siempre mantenerse siempre en buen estado de limpieza.

Art. 40. Vestuarios

1. Todos los centros de trabajo dispondrán de cuartos vestuarios para uso del personal debidamente separador para los trabajadores de uno u otro sexo y en una superficie adecuada al número de trabajadores que debe usarlos en forma simultánea.

Art. 63. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas, precauciones generales

1. Instrucciones a los trabajadores

Los trabajadores empleados en procesos industriales sometidos a la acción de sustancias que impliquen riesgos especiales, serán instruidos teórica y prácticamente.

- a) De los riesgos que el trabajo presente para la salud
- b) De los métodos y técnicas de operación que ofrezcan las mejores condiciones de seguridad
- c) De las precauciones a adoptar razones que las motivan.

Estas normas serán expuestas en un lugar visible.

4. Donde existan riesgos derivado de sustancias irritantes, tóxicas o corrosivas, está prohibida la introducción, preparación o consumo de alimentos, bebidas o tabaco".

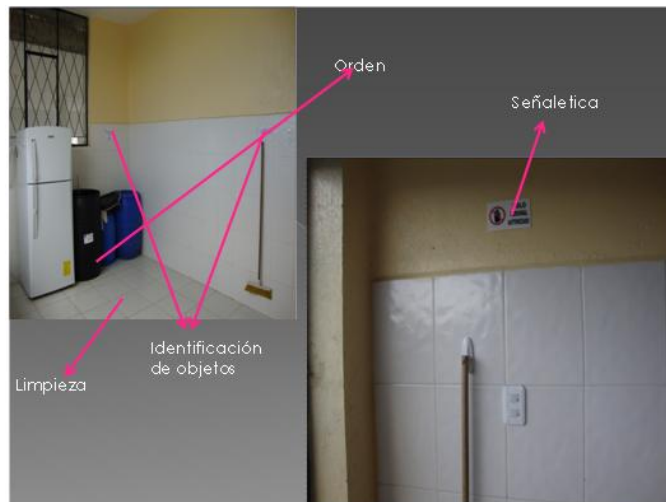
Anexo 23. Fotos de la aplicación de las 5's**Figura 72. Laboratorio de control de calidad****Figura 73. Laboratorio de control de calidad**



Figura 74. Recepción



Figura 75. Área de objetos personales

ANEXO 24. Encuesta realizada a los minoristas de Latacunga y Lasso

Nombre de la Tienda

Localización

¿Cuánto litros de leche vende diarios?

¿Cuál es la marca de la leche más vendida? ¿Cuál es su precio?

¿Cada cuánto le distribuyen la leche?

¿Cuántos litros de leche le dan en cada entrega?

¿Cómo se comunica usted con los vendedores de la leche?

¿Cómo paga los litros de leche? ¿Se realiza el pago cuando se entrega la leche o después de la venta?

¿Cuánto gana usted por la venta de un litro de leche?

¿Usted aceptaría vender una nueva marca de leche?

ANEXO 25: Mapas de las Ciudades

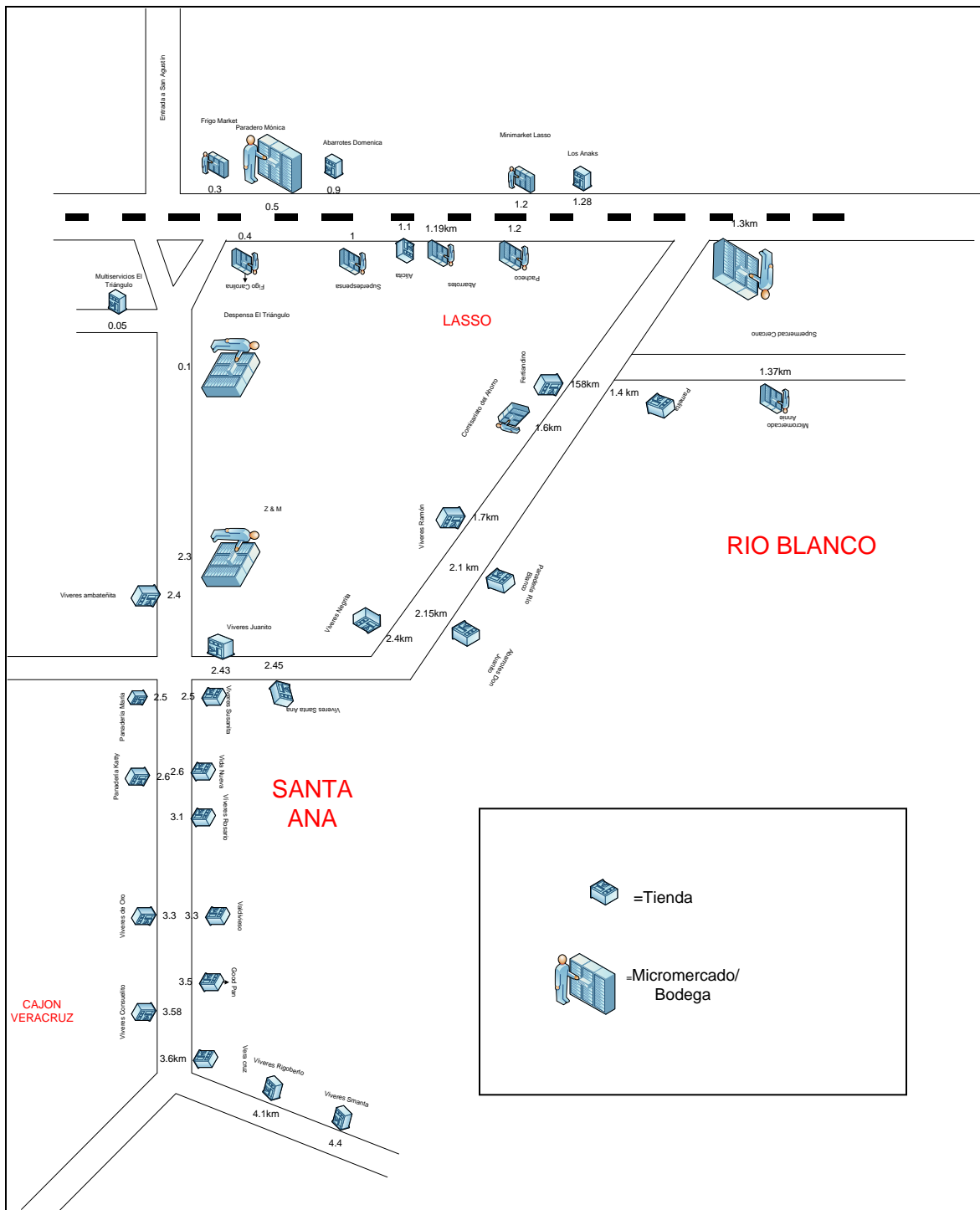


Figura 76. Mapa de Lasso

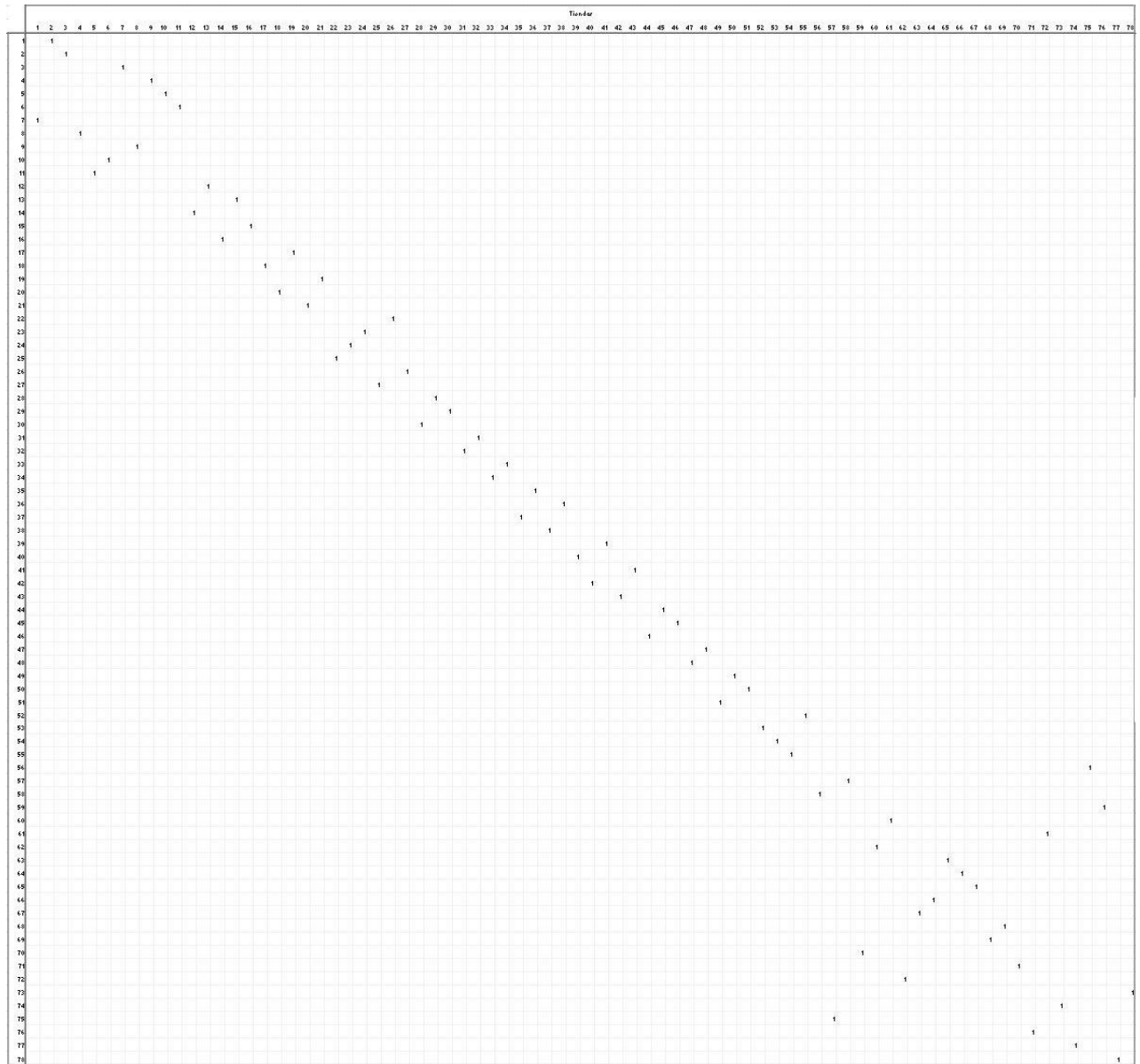


Figura 77. Mapa de la ciudad de Latacunga.

ANEXO 26. Matriz de Distancia

Table with 78 columns (1-78) and 78 rows (1-78). Header 'Destino' is at the top. The table contains numerical distance data between various origin and destination points. The data is presented as a lower triangular matrix where the distance from point i to point j is the same as from j to i, and the distance from a point to itself is 0.

ANEXO 27.Solución del Problema del Agente Viajero con Restricción Relajada



DistanciaTotal	19.08
----------------	-------

Figura 78.-Matriz de solución del TSP relajado

ANEXO 28: Iteraciones para la heurística de Corrección en Lasso

Tabla 53. Iteraciones para la heurística de corrección en Lasso

Iteración 1		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C1	{{(1,2)(2,3)(3,7)(7,1)}	4	16,37	23
C2	{{(4,9)(9,8)(8,4)}	3		
C3	{{(5,10)(10,6)(6,11)(11,5)}	4		
C4	{{(12,13)(13,15)(15,16)(16,14)(14,12)}	5		
C5	{{(17,19)(19,21)(21,20)(20,18)(18,17)}	5		
C6	{{(22,26)(26,27)(27,25)(25,22)}	4		
C7	{{(23,24)(24,23)}	2		
C8	{{(28,29)(29,30)(30,28)}	3		
C9	{{(31,32)(32,31)}	2		
Iteración 2		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C1	{{(1,2)(2,3)(3,7)(7,1)}	4	17,08	22
C2	{{(4,9)(9,8)(8,4)}	3		
C3	{{(5,10)(10,6)(6,11)(11,5)}	4		
C4	{{(12,13)(13,16)(16,17)(17,18)(18,20)(20,21)(21,19)(19,15)(15,14)(14,12)}	10		
C5	{{(22,26)(26,27)(27,25)(25,22)}	4		
C6	{{(23,24)(24,23)}	2		
C7	{{(28,29)(29,30)(30,28)}	3		
C8	{{(31,32)(32,31)}	2		
Iteración 3		Número de Arcos		
C1	{{(1,2)(2,3)(3,7)(7,1)}	4	17,15	21
C2	{{(4,9)(9,8)(8,4)}	3		
C3	{{(5,10)(10,6)(6,11)(11,5)}	4		
C4	{{(12,13)(13,16)(16,17)(17,18)(18,20)(20,22)(22,26)(26,27)(27,25)(25,21)(21,19)(19,15)(15,14)(14,12)}	14		
C5	{{(23,24)(24,23)}	2		
C6	{{(28,29)(29,30)(30,28)}	3		
C7	{{(31,32)(32,31)}	2		
Iteración 3		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C1	{{(1,2)(2,3)(3,7)(7,1)}	4	18,41	20
C2	{{(5,4)(4,8)(8,9)(9,10)(10,6)(6,11)(11,5)}	7		
C3	{{(12,13)(13,16)(16,17)(17,18)(18,20)(20,22)(22,26)(26,27)(27,25)(25,21)(21,19)(19,15)(15,14)(14,12)}	14		
C4	{{(23,24)(24,23)}	2		
C5	{{(28,29)(29,30)(30,28)}	3		
C6	{{(31,32)(32,31)}	2		
Iteración 4		Número de Arcos	Z	Subcircuitos

C1	{{(1,2)(2,4)(4,5)(5,11)(11,6)(6,10)(10,9)(9,8)(8,3)(3,7)(7,1)}	11	18,15	19
C2	{{(12,13)(13,16)(16,17)(17,18)(18,20)(20,22)(22,26)(26,27)(27,25)(25,21)(21,19)(19,15)(15,14)(14,12)}	14		
C3	{{(23,24)(24,23)}	2		
C4	{{(28,29)(29,30)(30,28)}	3		
C5	{{(31,32)(32,31)}	2		
Iteración 5		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C1	{{(1,2)(2,4)(4,5)(5,11)(11,12)(12,13)(13,16)(16,17)(17,18)(18,20)(20,22)(22,26)(26,27)(27,25)(25,21)(21,19)(19,15)(15,14)(14,6)(6,10)(10,9)(9,8)(8,3)(3,7)(7,1)}	25	18,29	18
C2	{{(23,24)(24,23)}	2		
C3	{{(28,29)(29,30)(30,28)}	3		
C4	{{(31,32)(32,31)}	2		
Iteración 6		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C1	{{(1,2)(2,4)(4,5)(5,11)(11,12)(12,13)(13,16)(16,17)(17,18)(18,20)(20,22)(22,26)(26,27)(27,25)(25,21)(21,19)(19,15)(15,14)(14,6)(6,10)(10,9)(9,8)(8,3)(3,7)(7,1)}	25	19,37	17
C2	{{(23,24)(24,23)}	2		
C3	{{(28,29)(29,31)(31,32)(32,30)(30,28)}	5		
Iteración 7		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C1	{{(1,2)(2,4)(4,5)(5,11)(11,12)(12,13)(13,16)(16,17)(17,18)(18,20)(20,22)(22,26)(26,27)(27,25)(25,24)(24,23)(23,21)(21,19)(19,15)(15,14)(14,6)(6,10)(10,9)(9,8)(8,3)(3,7)(7,1)}	27	19,57	16
C3	{{(28,29)(29,31)(31,32)(32,30)(30,28)}	5		
Iteración 8		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C1	{{(1,2)(2,7)(7,3)(3,4)(4,8)(8,9)(9,10)(10,5)(5,6)(6,11)(11,12)(12,13)(13,14)(14,15)(15,16)(16,17)(17,18)(18,19)(19,20)(20,21)(21,22)(22,25)(25,26)(26,27)(27,28)(28,30)(30,31)(31,32)(32,29)(29,24)(24,23)(23,1)}	32	20,59	15

ANEXO 29: Iteraciones para la heurística de Corrección en Latacunga

Tabla 54. Iteraciones para la heurística de corrección en Latacunga.

Iteración 1		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	3,97	15
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}	5		
C13	{{(46,44)(44,45)(45,46)}	3		
C14	{{(48,47)(47,48)}	2		
C15	{{(51,49)(49,50)(50,51)}	3		
C16	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,55)}	4		
C17	{{(75,57)(57,58)(58,56)(56,75)}	4		
C18	{{(76,71)(71,70)(70,59)(59,76)}	4		
C19	{{(72,62)(62,60)(60,61)(61,72)}	4		
C20	{{(67,63)(63,65)(65,67)}	3		
C21	{{(66,64)(64,66)}	2		
C22	{{(69,68)(68,69)}	2		
C23	{{(78,77)(77,74)(74,73)(73,78)}	4		
Iteración 2		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,01	14
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}	5		
C13	{{(46,44)(44,45)(45,46)}	3		
C14	{{(48,47)(47,48)}	2		
C15	{{(51,49)(49,50)(50,51)}	3		
C16	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,55)}	4		
C17	{{(58,57)(57,56)(56,75)(75,60)(60,61)(61,62)(62,72)(72,58)}	8		
C18	{{(76,71)(71,70)(70,59)(59,76)}	4		
C19	{{(67,63)(63,65)(65,67)}	3		
C20	{{(66,64)(64,66)}	2		
C21	{{(69,68)(68,69)}	2		
C22	{{(78,77)(77,74)(74,73)(73,78)}	4		
Iteración 3		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,06	13
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}	5		
C13	{{(46,44)(44,45)(45,46)}	3		
C14	{{(48,47)(47,48)}	2		
C15	{{(51,49)(49,50)(50,51)}	3		

C16	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,55)}	4		
C17	{{(58,57)(57,56)(56,75)(75,60)(60,61)(61,62)(62,72)(72,58)}	8		
C18	{{(76,71)(71,70)(70,59)(59,76)}	4		
C19	{{(65,64)(64,63)(63,66)(66,67)(67,65)}	5		
C20	{{(69,68)(68,69)}	2		
C21	{{(78,77)(77,74)(74,73)(73,78)}	4		
Iteración 4		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,25	12
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}	5		
C13	{{(46,44)(44,45)(45,46)}	3		
C14	{{(48,47)(47,48)}	2		
C15	{{(51,49)(49,50)(50,51)}	3		
C16	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,55)}	4		
C17	{{(58,57)(57,56)(56,75)(75,60)(60,61)(61,62)(62,72)(72,58)}	8		
C18	{{(59,76)(76,71)(71,70)(70,59)}	4		
C19	{{(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,74)(74,73)(73,67)(67,65)}	9		
C20	{{(68,69)(69,68)}	2		
Iteración 5		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,29	11
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}	5		
C13	{{(46,44)(44,45)(45,46)}	3		
C14	{{(48,47)(47,48)}	2		
C15	{{(51,49)(49,50)(50,51)}	3		
C16	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,55)}	4		

C17	{{(58,57)(57,56)(56,75)(75,60)(60,61)(61,62)(62,72)(72,58)}	8		
C18	{{(59,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,74)(74,67)(67,59)}	13		
C19	{{(68,69)(69,68)}	2		
Iteración 6		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,36	10
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}	5		
C13	{{(46,44)(44,45)(45,46)}	3		
C14	{{(48,47)(47,48)}	2		
C15	{{(51,49)(49,50)(50,51)}	3		
C16	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,55)}	4		
C17	{{(58,57)(57,56)(56,75)(75,60)(60,61)(61,62)(62,72)(72,58)}	8		
C18	{{(59,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,74)(74,59)}	15		
Iteración 7		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,31	9
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}	5		
C13	{{(46,44)(44,45)(45,46)}	3		
C14	{{(48,47)(47,48)}	2		
C15	{{(51,49)(49,50)(50,51)}	3		
C16	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,55)}	4		
C17	{{(58,57)(57,56)(56,59)(59,60)(60,61)(61,62)(62,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,72)(72,74)(74,75)(75,58)}	23		
Iteración 8		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,38	8
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}	5		
C13	{{(46,44)(44,45)(45,46)}	3		
C14	{{(48,47)(47,48)}	2		
C15	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,50)(50,49)(49,51)(51,55)}	7		
C16	{{(58,57)(57,56)(56,59)(59,60)(60,61)(61,62)(62,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,72)(72,74)(74,75)(75,58)}	23		
Iteración 9		Número de Arcos	Z	Subcircuitos

C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,43	7
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}	5		
C13	{{(46,44)(44,45)(45,46)}	3		
C14	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,50)(50,49)(49,51)(51,48)(48,47)(47,55)}	9		
C15	{{(58,57)(57,56)(56,59)(59,60)(60,61)(61,62)(62,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,72)(72,74)(74,75)(75,58)}	23		
Iteración 10		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,45	6
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(43,42)(42,40)(40,39)(39,41)(41,43)}	5		
C13	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,50)(50,49)(49,51)(51,48)(48,47)(47,46)(46,45)(45,44)(44,55)}	12		
C14	{{(58,57)(57,56)(56,59)(59,60)(60,61)(61,62)(62,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,72)(72,74)(74,75)(75,58)}	23		
Iteración 11		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,49	5
C11	{{(38,37)(37,35)(35,36)(36,38)}	4		
C12	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,50)(50,49)(49,51)(51,48)(48,47)(47,46)(46,45)(45,44)(44,43)(43,42)(42,40)(40,41)(41,39)(39,55)}	17		
C13	{{(58,57)(57,56)(56,59)(59,60)(60,61)(61,62)(62,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,72)(72,74)(74,75)(75,58)}	23		
Iteración 12		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,53	4
C11	{{(55,54)(54,53)(53,52)(52,50)(50,49)(49,51)(51,48)(48,47)(47,46)(46,45)(45,44)(44,43)(43,42)(42,40)(40,41)(41,39)(39,38)(38,37)(37,36)(36,35)(35,55)}	19		
C12	{{(58,57)(57,56)(56,59)(59,60)(60,61)(61,62)(62,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,72)(72,74)(74,75)(75,58)}	23		
Iteración 13		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{{(34,33)(33,34)}	2	4,56	3

C11	{(58,57)(57,56)(56,59)(59,60)(60,61)(61,62)(62,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,72)(72,74)(74,75)(75,55)(55,54)(54,53)(53,52)(52,50)(50,49)(49,51)(51,48)(48,47)(47,46)(46,45)(45,44)(44,43)(43,42)(42,40)(40,41)(41,39)(39,38)(38,37)(37,36)(36,35)(35,58)}	42		
Iteración 14		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
C10	{(58,57)(57,56)(56,59)(59,60)(60,61)(61,62)(62,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,72)(72,74)(74,75)(75,55)(55,54)(54,53)(53,52)(52,50)(50,49)(49,51)(51,48)(48,47)(47,46)(46,45)(45,44)(44,43)(43,42)(42,40)(40,41)(41,39)(39,38)(38,37)(37,36)(36,35)(35,34)(34,33)(33,58)}	42	4,62	2

ANEXO 30. Iteración Final para la distribución entre Lasso y Latacunga

Tabla 55. Iteraciones finales para la distribución entre Lasso y Latacunga

interacción Final		Número de Arcos	Z	Subcircuitos
-------------------	--	-----------------	---	--------------

C10	{(58,57)(57,56)(56,59)(59,60)(60,61)(61,62)(62,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,72)(72,74)(74,75)(75,55)(55,54)(54,53)(53,52)(52,50)(50,49)(49,51)(51,48)(48,47)(47,46)(46,45)(45,44)(44,43)(43,42)(42,40)(40,41)(41,39)(39,38)(38,37)(37,36)(36,35)(35,34)(34,33)(33,58)}	42	4,62	2
C1	{(1,2)(2,7)(7,3)(3,4)(4,8)(8,9)(9,10)(10,5)(5,6)(6,11)(11,12)(12,13)(13,14)(14,15)(15,16)(16,17)(17,18)(18,19)(19,20)(20,21)(21,22)(22,25)(25,26)(26,27)(27,28)(28,30)(30,31)(31,32)(32,29)(29,24)(24,23)(23,1)}	32		

Solución	Número de Arcos	Z	Subcircuitos	
C1	{(1,2)(2,7)(7,3)(3,4)(4,8)(8,9)(9,10)(10,5)(5,6)(6,58)(58,57)(57,56)(56,59)(59,60)(60,61)(61,62)(62,65)(65,64)(64,63)(63,66)(66,78)(78,77)(77,76)(76,73)(73,71)(71,70)(70,69)(69,68)(68,67)(67,72)(72,74)(74,75)(75,55)(55,54)(54,53)(53,52)(52,50)(50,49)(49,51)(51,48)(48,47)(47,46)(46,45)(45,44)(44,43)(43,42)(42,40)(40,41)(41,39)(39,38)(38,37)(37,36)(36,35)(35,34)(34,33)(33,11)(11,12)(12,13)(13,14)(14,15)(15,16)(16,17)(17,18)(18,19)(19,20)(20,21)(21,22)(22,25)(25,26)(26,27)(27,28)(28,30)(30,31)(31,32)(32,29)(29,24)(24,23)(23,1)}	42	66,87	1

ANEXO 31.-Furgón Refrigerado para camioneta

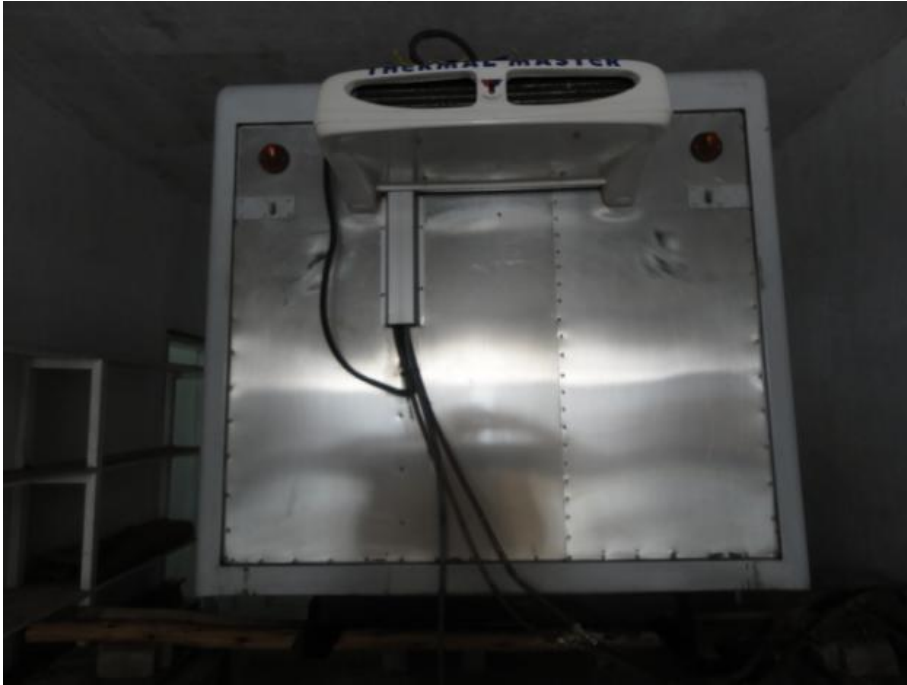


Figura 79. Furgón refrigerado para camioneta

Furgón ECUACERO y equipo de refrigeración marca Theermal para camioneta de cualquier tipo, puede bajar la temperatura hasta menos 10 grados.