

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA MECÁNICA

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIEROS
MECÁNICOS**

TEMA:

**DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE
PASTEURIZADA, QUESO Y YOGUR EN LA ASOCIACIÓN AGROPECUARIA
“CAMPO VERDE” UBICADA EN TURUCUCHO, CANTÓN CAYAMBE
PROVINCIA DE PICHINCHA**

AUTORES:

GERMAIN HAROLD FREIRE OSORIO

HARRISON JORDAN FLORES BETANCOURT

TUTOR:

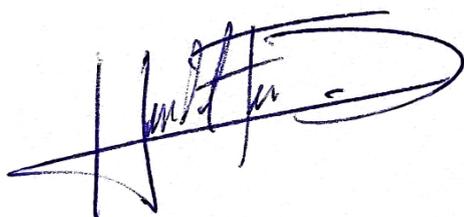
WILLIAM GUSTAVO DÍAZ DÁVILA

Quito, diciembre del 2021

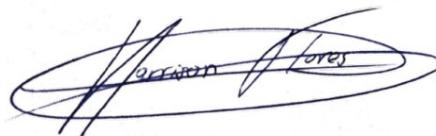
CESIÓN DE DERECHOS DE LOS AUTORES

Nosotros, Germain Harold Freire Osorio, con documento de identificación N° 1725833477 y Harrison Jordan Flores Betancourt, con documento de identificación N° 1722028519, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales e virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE PRODUCTOS LÁCTEOS EN LA ASOCIACIÓN AGROPECUARIA “CAMPO VERDE” UBICADA EN TURUCUCHO, CANTÓN CAYAMBE PROVINCIA DE PICHINCHA, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
Germain Harold Freire Osorio
C.I. 1725833477



.....
Harrison Jordan Flores Betancourt
C.I. 1722028519

Quito, diciembre del 2021.

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A

Yo, William Gustavo Díaz Dávila declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo de Titulación: DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE PRODUCTOS LÁCTEOS EN LA ASOCIACIÓN AGROPECUARIA “CAMPO VERDE” UBICADA EN TURUCUCHO, CANTÓN CAYAMBE PROVINCIA DE PICHINCHA, realizado por Germain Harold Freire Osorio y Harrison Jordan Flores Betancourt, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, diciembre del 2021



.....

William Gustavo Díaz Dávila

C.I. 0400926184

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico principalmente a Dios, por brindarme la capacidad e inteligencia para culminar esta etapa de mi vida; a mi madre Gissel por ser mi gran apoyo en cada decisión y la razón por la cual seguir cumpliendo mis sueños; a mis abuelitos Mario, Susana y Martha por nunca faltarme nada, ya que gracias a ellos logré este sueño que me ha formado como profesional; a mi padre Marco, familia y amigos que con su presencia han sido aportes muy importantes para mi vida; finalmente a mis compañeritas de vida Dayanna y Emili por su gran apoyo y amor incondicional, dándome fuerzas para seguir adelante y nunca rendirme. Gracias a todos por confiar en mí que este logro es por ustedes.

Germain Freire

A Dios por su infinito amor y bondad a lo largo de todos estos años, y que en todo momento me bendice con su gracia. A mis padres, Gustavo y Magdalena, porque siempre me han apoyado y se han esforzado para darme lo mejor; a mi hermano, Jonhatan, por su fraternidad y aporte en esta tesis. A Taty, mi amor, compañera idónea de vida, quien ha estado conmigo en los momentos más difíciles y siempre me motiva a ser una mejor versión de mí.

Una dedicatoria especial a Germayne, mi hijo, quien ha sido mi motor para no desmayar en conseguir este objetivo.

A mis profesores, compañeros y amigos quienes me han acompañado en este lapso de formación profesional.

Harrison Flores

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana, autoridades y rotundamente a los docentes que conforman la carrera de Ingeniería Mecánica por transmitirnos sus conocimientos y experiencias en el ámbito laboral, con el objetivo de formarnos académicamente y profesionalmente. Al ingeniero William Díaz, por guiarnos y a los estudiantes Kevin Proaño y Kevin Páez por su pequeña pero fundamental aportación. Finalmente, a la asociación granadera “Campo Verde” de Turucucho, por permitirnos desarrollar el proyecto técnico de titulación en bien de su comunidad.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| GLOSARIO | xii |
| RESUMEN..... | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| INTRODUCCIÓN | xv |
| ANTECEDENTES..... | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 4 |
| FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 4 |
| 1.1. Industria láctea en el Ecuador..... | 4 |
| 1.2. Origen de la leche y su constitución..... | 5 |
| 1.3. Aspectos que perjudican en la composición y producción de la leche..... | 5 |
| 1.4. Higiene de la leche | 6 |
| 1.5. Centro de acopio o planta de enfriamiento..... | 6 |
| 1.5.1. Acopio de la leche..... | 6 |
| 1.6. Calidad láctea en los establecimientos de recolección | 7 |
| 1.6.1. El precio de leche por calidad | 7 |
| 1.7. Descripción general del procedimiento industrial de leche..... | 7 |
| 1.7.1. Admisión de materia prima..... | 7 |
| 1.7.2. Filtración de leche | 8 |
| 1.7.3. Homogenización | 8 |
| 1.7.4. Estandarización | 8 |
| 1.7.5. Pasteurización de leche | 8 |
| 1.7.6. Enfriamiento de leche | 8 |
| 1.7.7. Enfundado | 8 |
| 1.7.8. Almacenamiento | 9 |
| 1.8. Diagrama de elaboración de leche cruda..... | 9 |
| 1.9. Definición de queso | 9 |
| 1.10. Sucesión de manufactura del queso | 10 |
| 1.10.1. Recepción del queso..... | 10 |
| 1.10.2. Filtración del queso | 10 |
| 1.10.3. Pasteurización del queso | 10 |
| 1.10.4. Enfriamiento del queso | 10 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.10.5. | Aditivos necesarios para la elaboración del queso..... | 10 |
| 1.10.6. | Coagulación | 11 |
| 1.10.7. | Corte de Cuajada..... | 11 |
| 1.10.8. | Reposo..... | 11 |
| 1.10.9. | Desuerado..... | 11 |
| 1.10.10. | Moldeado..... | 11 |
| 1.10.11. | Prensado | 11 |
| 1.10.12. | Salado | 11 |
| 1.10.13. | Envasado del queso | 12 |
| 1.10.14. | Almacenamiento..... | 12 |
| 1.11. | Diagrama de manufactura de queso fresco..... | 12 |
| 1.12. | Definición de yogur | 13 |
| 1.13. | Proceso de fabricación del yogur..... | 13 |
| 1.13.1. | Estandarización | 13 |
| 1.13.2. | Homogenización | 13 |
| 1.13.3. | Pasteurización del yogur | 13 |
| 1.13.4. | Enfriamiento Post-Pasteurización | 13 |
| 1.13.5. | Inoculación..... | 14 |
| 1.13.6. | Fermentación..... | 14 |
| 1.13.7. | Enfriamiento Post-Fermentación | 14 |
| 1.13.8. | Rotura del coágulo | 14 |
| 1.13.9. | Envasado | 14 |
| 1.13.10. | Almacenamiento..... | 14 |
| 1.14. | Diagrama de elaboración de yogur | 14 |
| 1.15. | Infraestructura industrial láctea | 15 |
| 1.16. | Equipo necesario para el procesamiento de lácteos..... | 15 |
| 1.16.1. | Marmita..... | 15 |
| 1.16.2. | Prensas para queso | 16 |
| 1.16.3. | Tina quesera | 17 |
| 1.16.4. | Lira de corte del cuajo..... | 18 |
| 1.16.5. | Moldes para queso | 18 |
| 1.16.6. | Lienzos o liencillos para quesos..... | 19 |
| 1.16.7. | Tina de salado o salmuera para quesos | 19 |
| 1.16.8. | Mesas de trabajo..... | 20 |
| 1.16.9. | Descremadora de leche | 20 |

| | | |
|--|--|----|
| 1.16.10. | Homogeneizador..... | 21 |
| 1.16.11. | Tanque fermentador..... | 21 |
| CAPÍTULO II | | 23 |
| ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN | | 23 |
| 2.1. | Secciones con que cuenta el centro de acopio actualmente | 23 |
| 2.2. | Requerimiento de diseño y construcción de la planta | 24 |
| 2.2.1. | Condiciones de las áreas | 24 |
| 2.2.2. | Parámetros de selección de maquinas | 25 |
| 2.3. | Fichas técnicas de las maquinarias en las principales zonas de la planta.... | 26 |
| 2.3.1. | Zona de admisión de materia prima | 26 |
| 2.3.2. | Zona de pasteurización de la leche..... | 27 |
| 2.3.3. | Zona de análisis de calidad | 28 |
| 2.3.4. | Zonas de producción | 29 |
| 2.3.5. | Zona de producción de queso fresco..... | 29 |
| 2.3.6. | Zona de producción de yogur..... | 33 |
| 2.3.7. | Área de producto terminado..... | 35 |
| 2.3.8. | Área destinada al almacenamiento de insumos y materiales | 36 |
| 2.3.9. | Área de generación de vapor para la planta | 36 |
| 2.3.11. | Área de generación de energía | 38 |
| 2.4. | Análisis de alternativas..... | 39 |
| 2.4.1. | Distribución de planta por el método SLP (Sistematic Layout planning) 39 | |
| 2.4.2. | Diagrama de hilos | 40 |
| 2.4.3. | Alternativa A..... | 41 |
| 2.4.4. | Alternativa B..... | 43 |
| 2.4.5. | Alternativa C..... | 44 |
| 2.5. | Selección de alternativas | 46 |
| CAPÍTULO III | | 48 |
| DISEÑO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA | | 48 |
| 3.1. | Modelación de la planta en 3D..... | 49 |
| 3.2. | Diseño del galpón..... | 52 |
| 3.2.1. | Tamaño del área de implantación | 52 |
| 3.2.2. | Evaluación de los pórticos | 54 |
| 3.2.3. | Estudio de cargas | 54 |
| 3.2.4. | Cálculo de correas..... | 58 |

| | |
|--|----|
| 3.2.5. Modelo de cercha..... | 60 |
| 3.2.6. Método de la Rigidez..... | 61 |
| 3.2.7. Cálculo de las columnas | 64 |
| 3.2.8. Modelación en 3D de la estructura | 66 |
| CAPÍTULO IV..... | 68 |
| ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO | 68 |
| 4.1. Análisis de costos | 68 |
| 4.1.1. Costos directos..... | 68 |
| 4.1.2. Costos indirectos..... | 69 |
| 4.2. Costos de implementación futura | 69 |
| 4.3. Costo absoluto del proyecto | 70 |
| 4.4. Rentabilidad del proyecto..... | 70 |
| 4.4.1. VAN (Valor actual neto)..... | 70 |
| 4.4.2. TMAR (tasa mínima aceptable de rendimiento) | 72 |
| 4.4.3. TIR (tasa interna de retorno)..... | 73 |
| 4.4.4. PRI (precio de recuperación de la inversión)..... | 73 |
| CONCLUSIONES | 75 |
| RECOMENDACIONES | 76 |
| LISTA DE REFERENCIAS | 77 |
| ANEXOS | 86 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Distribución de leche cruda por provincia..... | 4 |
| Figura 2. Distribución en la industria..... | 5 |
| Figura 3. Distribución en la industria..... | 6 |
| Figura 4. Esquema de la fabricación de leche..... | 9 |
| Figura 5. Esquema de fabricación del queso..... | 13 |
| Figura 6. Diagrama general para la fabricación del yogur..... | 15 |
| Figura 7. Marmita semiesférica y cilíndrica. | 16 |
| Figura 8. Prensa vertical manual..... | 17 |
| Figura 9. Tina quesera rectangular..... | 18 |
| Figura 10. Lira Horizontal. | 18 |
| Figura 11. Moldes de acero inoxidable..... | 19 |
| Figura 12. Lienzos o liencillos..... | 19 |
| Figura 13. Salmuera. | 20 |
| Figura 14. Mesa de trabajo..... | 20 |
| Figura 15. Descremadora centrífuga industrial..... | 21 |
| Figura 16. Homogeneizador..... | 21 |
| Figura 17. Tanque fermentador de yogur | 22 |
| Figura 18. Levantamiento en planta baja del Centro de acopio “Campo Verde”..... | 23 |
| Figura 19. Representación de los esquemas de organización para un área de trabajo. | 25 |
| Figura 20. Medidor de acidez (a), lactodensímetro (b)..... | 28 |
| Figura 21. Matriz metodológica SLP de la planta para la alternativa A y B. | 40 |
| Figura 22. Figura de relación de departamentos alternativa A. | 41 |
| Figura 23. Diagrama de hilos alternativa A. | 42 |
| Figura 24. Plano general de la alternativa A..... | 42 |
| Figura 25. Diagrama de hilos alternativa B. | 43 |
| Figura 33. Plano general alternativa B..... | 44 |
| Figura 27. Figura de relación de departamentos alternativa B. | 44 |
| Figura 28. Esquema SLP de la planta para la alternativa C..... | 45 |
| Figura 29. Diagrama de hilos alternativa C. | 45 |
| Figura 30. Plano general alternativa C..... | 46 |
| Figura 31. Plano general alternativa seleccionada..... | 48 |
| Figura 32. Diseño en 3D de la planta vista superior obtenida de SketchUp Pro. | 49 |
| Figura 33. Diseño en 3D de la planta vista superior con los inmuebles obtenida de SketchUp Pro. | 49 |
| Figura 34. Modelación en 3D de la planta vista isométrica. a) Vista isométrica izquierda. b) Vista isométrica derecha. Obtenidas de SketchUp Pro..... | 50 |
| Figura 35. Modelación en 3D de la planta. a) Vista frontal. b) Vista posterior. Obtenidas de SketchUp Pro. | 50 |
| Figura 36. Modelación en 3D de la planta. a) Vista derecha. b) Vista izquierda. Obtenidas de SketchUp Pro. | 51 |

| | |
|---|----|
| Figura 37. Vista superior de las diferentes áreas de producción..... | 51 |
| Figura 38. Vista superior de las áreas restantes de la planta..... | 52 |
| Figura 39. Área del galpón..... | 53 |
| Figura 40. Área tributaria para cada pórtico. | 53 |
| Figura 41. Estimación de pendiente para el pórtico..... | 54 |
| Figura 42. Área colaborante para correas. | 58 |
| Figura 50. Modelo de cercha tipo Howe..... | 61 |
| Figura 44. Cargas en cada nodo de la estructura..... | 62 |
| Figura 45. Fuerzas y reacciones en cada nodo de la estructura. | 63 |
| Figura 46. Desplazamientos en cada nodo de la estructura. | 64 |
| Figura 47. Reacciones resultantes en columna. | 65 |
| Figura 48. a) Vista frontal. b) Vista superior. c) Vista isométrica a construir..... | 67 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Constitución láctea (para 100 gramos)..... | 5 |
| Tabla 2. Agrupación de temperatura y tiempo de pasteurización..... | 10 |
| Tabla 3. Clasificación general de las tinas queseras | 17 |
| Tabla 4. Características del inmueble | 24 |
| Tabla 5. Guía técnica del recipiente refrigerador..... | 26 |
| Tabla 6. Guía técnica de una marmita volcablearia para pasteurización. | 27 |
| Tabla 7. Guía técnica de la enfundadura..... | 28 |
| Tabla 8. Requisitos de ácido láctico y densidad relativa..... | 29 |
| Tabla 9. Guía táctica de la marmita..... | 29 |
| Tabla 10. Guía técnica de la tina quesera..... | 30 |
| Tabla 11. Guía técnica del banco de trabajo | 31 |
| Tabla 12. Guía técnica del depósito de salado | 31 |
| Tabla 13. Guía técnica de la prensa mecánica | 32 |
| Tabla 14. Guía técnica de la empacadora al vacío | 32 |
| Tabla 15. Guía técnica de la descremadora..... | 33 |
| Tabla 16. Guía técnica del homogeneizado | 34 |
| Tabla 17. Guía técnica del tanque fermentador..... | 35 |
| Tabla 18. Guía técnica del dosificador..... | 35 |
| Tabla 19. Guía técnica de un cuarto frío | 36 |
| Tabla 20. Guía técnica del estante metálico..... | 36 |
| Tabla 21. Guía técnica de un caldero vertical | 37 |
| Tabla 22. Guía técnica de la cisterna | 38 |
| Tabla 23. Guía técnica de la bomba | 38 |
| Tabla 24. Guía técnica del generador energético | 39 |
| Tabla 25. Tabla de proximidad | 39 |
| Tabla 26. Tabla de razones..... | 40 |
| Tabla 27. Evaluación de alternativas..... | 47 |
| Tabla 28. Resumen de evaluación de alternativas..... | 47 |
| Tabla 29. Espacio después de la distribución..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Tabla 30. Carga de viento | 55 |
| Tabla 31. Carga sísmica | 57 |
| Tabla 32. Costos directos | 69 |
| Tabla 33. Costo del transporte | 69 |
| Tabla 34. Costo de implementación futura | 70 |
| Tabla 35. Ingresos totales..... | 71 |
| Tabla 36. Egresos totales..... | 72 |
| Tabla 37. Cálculo del VAN (valor actual neto) | 72 |
| Tabla 38. Cálculo del valor TIR Y PRI..... | 74 |

GLOSARIO

Pasteurización: es el proceso por el cual la leche es sometida a grandes temperaturas con el fin de garantizar la eliminación de microorganismos y agentes patógenos, evitando enfermedades por el consumo alimenticio [1].

Homogenización: es la agitación constante del lácteo mediante un homogeneizador, reduciendo el glóbulo de grasa antes de ingresar a procesos térmicos [2].

Inoculación: consiste en agregar el cultivo iniciador con el objetivo de disminuir el PH de la leche [3].

Cuajo: es el tiempo requerido para la que la leche forme grumos consolidados o coágulos, con el objetivo de separar la caseína de su fase líquida, llamado comúnmente suero [4].

Fermentación: proceso por el cual aumenta la producción de los microorganismos y enzimas obteniendo energía causante de la transformación de la leche en yogur [5].

Marmita: también denominada olla de presión, se define como un recipiente sellado herméticamente, donde la presión de vapor generada en el interior genera la cocción de los alimentos [6].

Caldero: recipiente metálico de fondo cóncavo capaz de generar vapor a altas presiones [7].

Cámara frigorífica: cuarto construido con materiales aislantes que al producir aire frío mediante sistemas de ventilación generan la conservación óptima de alimentos y productos [8].

RESUMEN

La importancia de los lácteos en la alimentación del ser humano ha llevado a plantear tecnologías para su procesamiento, aprovechando sus aportes nutritivos y de crecimiento. Para la obtención de productos lácteos se requiere operaciones a priori, con el propósito de asegurar el buen estado de las diversas producciones adecuadas para la ingesta humana.

La recolección y comercialización de leche se ha vuelto en el único medio de apoyo de campesinos, donde carecen de oportunidades de siembra en la región sierra. Aproximadamente existen 298000 fabricantes lácteos, siendo en su gran parte micro y medianos, con parcelas inferiores a 1 kilómetro cuadrados, donde se genera el 65 % de los lácteos que se ingieren en el país.

Dentro de la producción láctea en el país, se destinan alrededor de 360000 kilómetros cuadrados; en su mayoría esta se encuentra ubicada en la sierra (73 %), Amazonía (10 %) y la diferencia (17%) en la Costa y región insular.

En el Ecuador se resalta la localidad nororiental de la provincia de Pichincha específicamente en el cantón Cayambe, donde se hallan ubicados 20 centros de acopio lácteo, siendo 1460 productores quienes proveen un total de 52180 litros de leche diaria.

La Asociación Agropecuaria “Campo Verde” inició sus actividades hace tres años, siendo un centro de acopio lácteo de los pequeños productores locales a llegar a cadenas de lácteos como Ecuajugos S.A., Inprolac S.A., Florap S.A., entre otras.

Debido a la alta demanda que tiene la industria láctea en el cantón Cayambe y al tener una gran competencia de mercado a nivel global, la asociación plantea adicionar valor agregado a sus productos.

El vigente estudio se realizó con la finalidad de elaborar un diseño de una planta para producir leche pasteurizada, queso y yogur en la Asociación Agropecuaria “Campo Verde” ubicada en Turucucho, cantón Cayambe, provincia de Pichincha.

Palabras clave: pasteurización, inoculación, aditivos, cuajo, homogenización, fermentación, marmita, caldero, cámara frigorífica.

ABSTRACT

The importance of dairy products in human nutrition has led to the development of technologies for their processing, taking advantage of their nutritional and growth contributions. In order to obtain dairy products, a priori operations are required, with the purpose of ensuring the good condition of the different productions suitable for human consumption.

The collection and commercialization of milk has become the only means of support for farmers, where there is a lack of farming opportunities in the highlands region. There are approximately 298,000 dairy producers, most of which are micro and medium-sized, with plots of less than 1 square kilometer, where 65% of the dairy products consumed in the country are generated.

Within the dairy production in the country, about 360000 square kilometers are used; most of this is located in the highlands (73%), Amazonia (10%) and the difference (17%) on the coast and island region.

In Ecuador, the northeastern locality of the province of Pichincha stands out, specifically in the Cayambe canton, where 20 dairy collection centers are located, with 1460 producers who provide a total of 52180 liters of milk daily.

The Asociación Agropecuaria "Campo Verde" began its activities three years ago, being a dairy collection center for small local producers to reach dairy chains such as Ecuajugos S.A., Inprolac S.A., Florap S.A., among others.

Due to the high demand of the dairy industry in the Cayambe canton and the high level of competition in the global market, the association proposes to add value to its products.

The current study was carried out with the purpose of designing a plant to produce pasteurized milk, cheese and yogurt at the "Campo Verde" Agricultural Association located in Turucucho, Cayambe canton, Pichincha province.

Key words: pasteurization, inoculation, additives, rennet, homogenization, fermentation, kettle, cauldron, cold storage.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se desarrolló en la asociación agropecuaria “Campo Verde”, ubicada en la comunidad de Turucucho cantón Cayambe, que actualmente funciona como un centro de acopio de leche, para lo cual se necesita una implantación de una planta de tratamiento para los derivados de la leche, con la finalidad de disminuir las pérdidas ocasionadas por la intermediación entre los pequeños productores y las industrias, permitiendo producir un valor añadido a sus productos. Para que el proyecto cumpla con su propósito debe pasar por cuatro procesos divididos en cada capítulo.

En el primer capítulo, se establece la situación del centro de acopio “Campo Verde”, reseña histórica de la leche en el Ecuador y el procesamiento de elaboración láctea, higiene, de igual modo se establece la cadena productiva de los derivados lácteos esquematizados en diagramas de flujo para las tres filas de fabricación principal como son leche pasteurizada, queso y yogur con sus respectivos equipos. A continuación, en el segundo capítulo, se selecciona tres alternativas de distribución en planta a través del método SLP (systematic layout planning, por sus iniciales en inglés). Una vez seccionada la alternativa, en el tercer capítulo se diseña mediante el software SketchUp Pro la representación de manera más detallada sobre la distribución de planta, continuando el dimensionamiento del galpón tipo howe con su respectivo análisis de cargas mediante el método de rigidez obteniendo el dimensionamiento de las correas y columnas. Posteriormente en el cuarto capítulo, se realizó un estudio económico en donde se determinaron los costos reales tales como: costo de materia prima, mano de obra, trabajo preliminar, obra interior, costos de instalación eléctrica, hidrosanitaria, sistemas de vapor, cámara frigorífica, maquinaria, ampliación futura para la fabricación de manjar de leche. Finalmente, se efectuó un análisis financiero a través de los indicadores VAN, TIR y PRI para establecer la viabilidad y el tiempo de recuperación de la inversión.

ANTECEDENTES

Planteamiento del problema

La demanda global de los productos lácteos cada día marca una tendencia respecto a la producción de productos de elevada calidad lechera, con el propósito de preservar la salubridad de la población al disminuir la amenaza de contagio por infecciones derivadas de los víveres, obteniendo resultados satisfactorios, poniendo a sus productos un mayor valor agregado, apto para generar ingresos sustentables en el sector agropecuario.

Según el INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) [9] menciona que, el Ecuador a la par de América del Norte y Australia, es una de las naciones sudamericanas que dispone una alta oferta en producción alimenticia en donde cada día se demanda más alimentos, especialmente por parte de los mercados emergentes.

Actualmente, en la constitución del Ecuador se encuentra vigente el Acuerdo 394 el cual insta el costo del litro de leche bruta establecido en fincas o centros de depósitos, y se tomará el premio por calidad sanitaria, siendo estas adecuadas para el consumidor, obteniendo bonificaciones por buenas prácticas ganaderas. Además, se busca una mejora en proceso de producción láctea para un pago justo a las inversiones de los artesanales, micro, pequeños y medianos productores [10].

Los micro productores de lácteos se encuentran asociados en 20 centros de acopio en la parroquia de Olmedo, cantón Cayambe, los cuales fueron realizados para obtener un mayor desempeño y participación en el mercado, así logrando productos óptimos cumpliendo estándares de calidad. Los centros de acopio se encuentran ubicados en las instalaciones propias de la asociación de Turucucho en donde se han instalado tres grandes tanques que son utilizados para la recolección y enfriamiento de los insumos.

La investigación busca analizar la viabilidad de aplicar una planta procesadora de lácteos que resulte rentable para este tipo de actividad, ya que el sector agropecuario en el Ecuador contribuye relevantemente con la economía del país y es uno de los que más ingresos fijos genera.

Justificación

Actualmente, la competitividad y la globalización exigen cambios rápidos para avanzar y sobrellevar las condiciones que la sociedad requiere. Una de las alternativas y grandes retos para la Asociación Agropecuaria “Campo Verde”, es ser más competitivos y hacer frente a la globalización incorporando valor agregado a sus productos, dejando de ser simples productores de materia prima, convirtiéndose en productores lácteos reconocidos, disminuyendo la intermediación, y así generar fuentes de trabajo.

La asociación carece de una planta procesadora de lácteos, por esta razón es imprescindible desarrollar un análisis de viabilidad para su ejecución, debido a que la escasa tasa de crecimiento del régimen normativo lácteo en el distrito de Cayambe no es aprovechada, ya que el precio de compra es estable, pero el mismo no cubre el precio de producción, es necesario buscar alternativas que le permitan brindar ese valor agregado.

Este proyecto tiene como propuesta reducir el déficit ocasionado por la ausencia de mercadeo de leche pasteurizada debido a que no se tiene una línea de producción para los diferentes procesos lácteos, enviando de esta manera a otras plantas procesadoras.

Estos recientes mercados requieren una mayor productividad y calidad del producto para sobrevivir y sin necesidad de desaparecer como productores lácteos, fomentando la capacitación de producción, obteniendo una mayor admisión a los diversos mercados ampliando una cartera de clientes.

Objetivos generales

Diseñar una planta piloto para la producción de leche pasteurizada, queso y yogur en la Asociación Agropecuaria “Campo Verde” ubicada en Turucucho, cantón Cayambe provincia de Pichincha.

Objetivos puntuales

- Estudiar la situación actual de producción de lácteos en el sector Turucucho cantón Cayambe.
- Analizar las diferentes alternativas de los procesos de producción láctea y seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades de la asociación.
- Diseñar la distribución de la planta de la alternativa seleccionada en el espacio disponible.
- Seleccionar equipos de acuerdo a parámetros de producción de leche pasteurizada, queso y yogur.
- Establecer indicadores financieros de desempeño y viabilidad del proyecto.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Es evidente que en el Ecuador el sector productivo experimenta una ampliación considerable de intereses, esto compromete un incremento en la competencia a las empresas con mayor tiempo en el mercado.

Según el CIL en el “Libro lácteo del Ecuador” [11]. Especifica que Pichincha es una de las provincias lecheras por excelencia, siendo Machachi el sector productor principal.

Actualmente el cantón Cayambe es un eje principal del desarrollo de la industria ganadera, produciendo materias primas de mayor calidad como la leche, para la elaboración de derivados de la misma como queso, yogur, entre otros. En Cayambe el sector lácteo está conformado por todos los tamaños empresariales, brindando oportunidades de crecimiento a los habitantes del cantón [11].

1.1. Industria láctea en el Ecuador

De acuerdo con el CIL Ecuador [12] Los datos del sector lácteo del Ecuador en el 2018 muestran que la cantidad de cabezas de ganado ordeñadas al día en el país es de 836518 con una tasa de 6 litros por vaca, obteniendo así que la producción total de leche cruda al día en el país es de 5022056 L/ día. Mostrados en la figura 1.

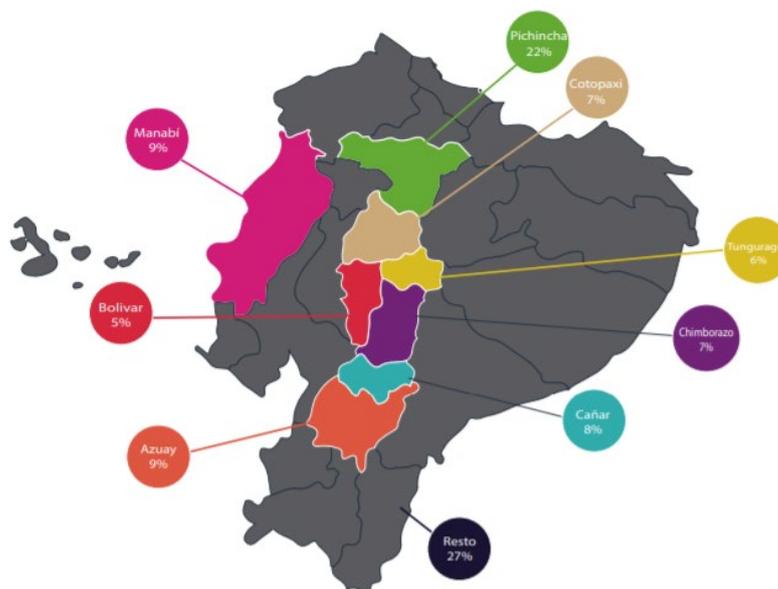


Figura 1. Distribución de leche cruda por provincia.
Fuente: CIL Ecuador [12].

La distribución en la industria se muestra en la figura 2. Donde el 53 % de la cantidad producida es destinada para la industrialización, de productos como: queso (37 %),

leche enfundada (20 %), leche tetra pack (17 %), yogures (14 %), polvillo de leche (8 %) y otros (4 %). Lo cual equivale un total de \$1121883712 de ventas anuales.

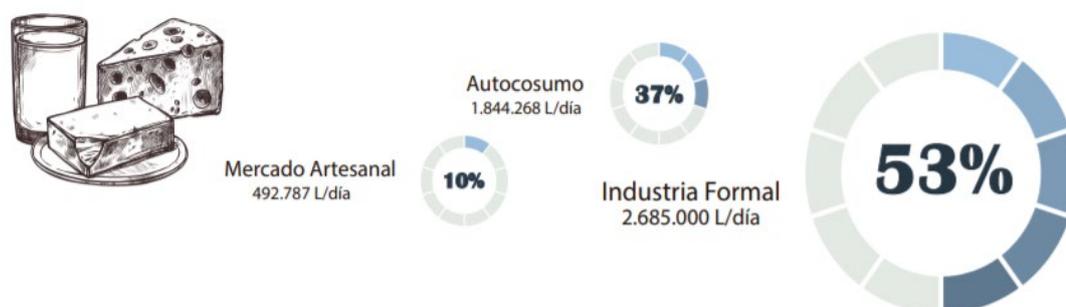


Figura 2. Distribución en la industria.
Fuente: CIL Ecuador [12].

1.2. Origen de la leche y su constitución

En su definición la leche es el flujo innato de los ganglios mamarios que poseen todas las especies de mamíferos hembras, el cual es destinada como alimento nutricional y protección inmunológica a las crías [13], [14], [15].

Es uno de los alimentos más completos, debido a que está compuesto de agua, líquidos, hidratos de carbono, proteínas, sales, hierro y vitaminas. Su abundancia energética así mismo como grasas, calcio, fósforo hacen de la leche el alimento fundamental para el hombre en su infancia [15].

En la tabla 1 se indica los principales constituyentes de la leche.

Tabla 1. Constitución láctea (para 100 gramos)

| Nutrientes | Contenido (%) |
|----------------|---------------|
| Agua (gr) | 87,9 |
| Energía (kcal) | 60,7 |
| Lactosa (gr) | 4,8 |
| Grasa (gr) | 3,3 |
| Proteína (gr) | 2,9 |
| Minerales (gr) | 0,71 |

Fuente: Amiot J. Ciencia de la leche [16].

1.3. Aspectos que perjudican en la composición y producción de la leche

Según Medallo M. [17]. Existen aspectos que perjudican en el compuesto químico y obtención láctea, las mismas se reparten en dos categorías:

- Orgánicos: capacidad genética del animal, número de lactancias y gestación.
- Ambientales: estos factores se controlan mediante los productores.

1.4. Higiene de la leche

Según FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, por sus iniciales en inglés) [18], muestra que la ingesta de lácteos puede causar enfermedad porque las bacterias del medio ambiente pueden ingresar a la leche. Además de los riesgos químicos que pueden ser ingresados accidentalmente, es importante lidiar con ellos y seguir diferentes procedimientos.

La leche se compone por óptimos recursos para determinados organismos, esto por las bacterias mesófilas y patógenas que se encuentran en los lácteos, la temperatura y otros microorganismos son esenciales para que dichas bacterias se multipliquen [19], [20].

Es necesario prevenir la contaminación y proliferación de los microorganismos en los lácteos, ya que es fundamental para quienes son responsables de producción y fabricación de este producto [20].

1.5. Centro de acopio o planta de enfriamiento

Es una instalación dedicada a la obtención de leche del rebaño ubicado en lugares equidistantes al proceso de enfriamiento para posteriormente ser trasladadas a diferentes industrias lácteas para su venta, manteniendo las mejores condiciones [21], [22], [23].

Según Saavedra et al. [24], como se cita en la investigación de Lema [25], mencionan que, las cadenas de comercialización de los lácteos se dan de formas complejas, debido a los diferentes agentes que intervienen como son (ver figura 3):

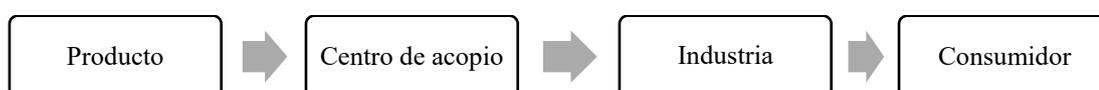


Figura 3. Distribución en la industria.

Fuente: Lema. Manual de elaboración, para la recolección en la comunidad agrícola “Luz y Vida” [25].

Estos pueden ser por su segmentación de mercado y por la variedad de sub productos que tiene. Los productores venden la materia prima a los centros de acopio que se encuentran localizados en las zonas de producción.

1.5.1. Acopio de la leche

Según Parra et al. [26] expresa que, el calostro bovino sale de la glándula mamaria a una temperatura de 31 °C para llegar en excelente estado al centro de acopio, siendo

necesario reducir de forma inmediata la temperatura de salida a 3 °C, ya que a esta temperatura las bacterias se incrementan de forma lenta y ayudan a mantener sus propiedades durante 2 a 3 días y de esta forma poder añadir diferentes procesos que alarguen el periodo de vigencia como puede ser pasteurización, quesos o yogurt.

1.6. Calidad láctea en los establecimientos de recolección

Es importante realizar pruebas controladas para asegurar a los consumidores, de tal manera obtener productos consistentemente en calidad. Actualmente las naciones han aumentado las exigencias de calidad en sus productos alimenticios incluidos los productos habituales, para ser comercializados [27].

1.6.1. El precio de leche por calidad

Pagar por la calidad es el método que incorpora las más importantes características que identifican la calidad de una leche [28], [29].

Los criterios a considerar están estipulados por los requerimientos que establece la empresa o industria para garantizar la correcta higiene de la materia prima y de esta manera evitar engaño, obteniendo la calidad fijada a sus productos [29]. Los parámetros necesarios para cumplir la normativa son las siguientes:

- Número total de organismos aeróbicos a 32 °C por mililitro.
- Cantidad aproximada de células por mililitro de leche (CCS)
- Escasez de residuos u otras sustancias perjudiciales
- Prohibición de agua agregada

1.7. Descripción general del procedimiento industrial de leche

Industrializar como materia prima a los lácteos tiene relevancia en el desarrollo a nivel alimenticio de la población, además induce al mejoramiento de equipos e implementación de nuevas tecnologías para su procesamiento aprovechando las alternativas de transformación y su potencial nutricional.

A continuación, se detalla cada una de los procesos lácteos.

1.7.1. Admisión de materia prima

Se centra en la operación destinadas a la recepción de la leche cruda, esta debe cumplir una sucesión de parámetros para que pueda ser procesada la leche y así obtener un producto de calidad. Algunos de estos son el color, olor, aspecto, requisitos fisicoquímicos, entre otros, estos se detallan en la Norma NTE INEN 9 [30].

1.7.2. Filtración de leche

Esta etapa es muy necesaria, ya que se separa la proteína del suero mediante una tela fina quitando de esta manera impurezas como pelos, paja, estiércol, polvo entre otras suciedades que habitualmente contiene la leche cuando el ordeño se realiza de forma manual [31].

1.7.3. Homogenización

Este proceso consiste en la agitación constante del lácteo mediante un homogeneizador, bomba o clasificadora. Estos equipos contienen émbolos que generan presión. El objetivo es reducir el glóbulo de grasa antes de ingresar a procesos térmicos, evitando la formación de grumos o natas. Este proceso cumple una temperatura aproximada de 5 °C [31], [32], [33]

1.7.4. Estandarización

Previamente al tratar los lácteos, se debe considerar la cantidad de grasa que estos contienen, dicho proceso se lleva a cabo con la finalidad de regular la leche a niveles esperados. Es recomendable tener un 3,6 % de contenido graso [33], [34].

1.7.5. Pasteurización de leche

La manera más habitual de preservación de los alimentos es a través de un aumento de temperatura de 71 °C a 85 °C, el cual elimina los microbios y enzimas que deteriora. Uno de los más comunes es el tratamiento térmico, ya que se puede variar la temperatura garantizando su efectividad [35], [36].

1.7.6. Enfriamiento de leche

Posteriormente al realizar el tratamiento térmico, la leche se puede enfriar mediante agua a una temperatura aproximada de 0 °C, fluidos refrigerantes o máquinas productoras de frío. Mantener una temperatura baja de 3 a 4 °C retrasa el incremento de agentes contaminantes [37], [38].

1.7.7. Enfundado

Se cola el lácteo en tanques completamente desinfectados para posteriormente ser trasladados a fundas herméticamente cerradas. Las bolsas son utilizados de material plástico garantizando la calidad del producto [39], [40].

1.7.8. Almacenamiento

Después de ser envasados, los productos salen de su línea de elaboración para ser distribuidos. Es recomendable tenerlos a una temperatura menor de 10 °C, así evitando el aumento de microorganismos, deterioro en la vitamina B2 y contaminación antes de ser consumida [41], [42].

1.8. Diagrama de elaboración de leche cruda

Las etapas se muestran en orden consecutivo en el siguiente diagrama correspondiente a la figura 4.

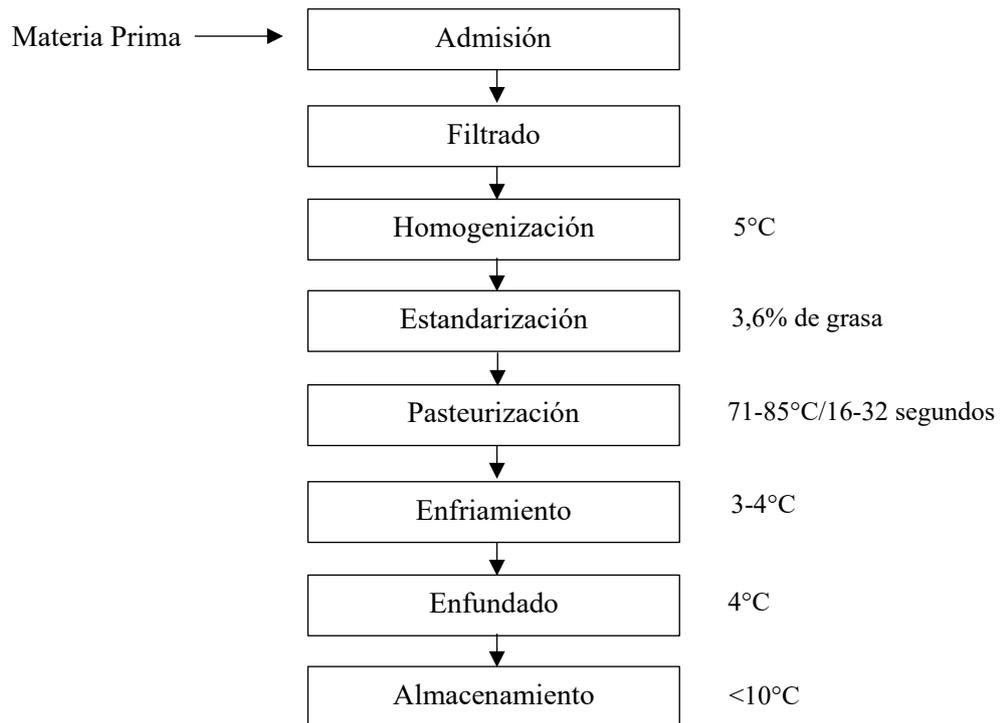


Figura 4. Esquema de la fabricación de leche.
Fuente: Adaptado de AESAN [43].

Existen varios modelos de productos lácteos, entre ellos los quesos y yogures. Cada uno de ellos tiene su preparación independiente a partir de una prescripción que narra paso a paso el proceso de elaboración que permite llegar a diferentes sabores y texturas definidas.

1.9. Definición de queso

Se logra obtener a partir de la solidificación de leche cruda. La cuajada está constituida fundamentalmente por el gel de la leche llamado caseína [44].

Es un alimento de gran importancia nutritiva además de ser natural y contar con la sucesión de fabricación relativamente sencilla, la fabricación de quesos es un modo de

mantener los principales elementos alimenticios de la leche cuando no se logra distribuir de forma líquida [44], [45], [46].

1.10. Sucesión de manufactura del queso

La manufactura del queso es un método, en los cuales se puede destacar las siguientes etapas: proceso térmico de la leche, solidificación, desuerado, salado, prensado y envejecimiento [47], cada una de estas etapas son detalladas a continuación.

1.10.1. Recepción del queso

Se basa en ejecutar una serie de pruebas de densidad, grasa, pH y acidez, para de esta forma conocer los tipos de materia prima adquirida para elaborar el producto [48].

1.10.2. Filtración del queso

Es la filtración de todas las impurezas que presenta la leche de forma involuntaria, esto se logra a través de la utilización de filtros [49].

1.10.3. Pasteurización del queso

Las variables de este proceso son temperatura y tiempo como se examina en la tabla 2 reduciendo la flora asociada [49].

Tabla 2. Agrupación de temperatura y tiempo de pasteurización

| Temperatura (°C) | Tiempo |
|------------------|------------|
| 62 | 30 minutos |
| 71 | 14 s |
| 88 | 0,9 s |
| 91 | 0,6 s |
| 95 | 0,2 s |
| 97 | 0,04 s |
| 99 | 0,02 s |

Fuente: Martínez y Rosenberger, Modelación matemática de pasteurización lechera [50].

1.10.4. Enfriamiento del queso

Es necesario bajar a una temperatura de 38 °C la leche, es ideal para que el cuajo entre en acción [51].

1.10.5. Aditivos necesarios para la elaboración del queso

- **Cloruro de Calcio:** es una sal inorgánica usada ampliamente en la industria alimenticia, utilizada principalmente como agente reafirmante, cuya finalidad es la formación de la cuajada, conservando la coagulación de la leche, reduciendo el proceso de pasteurización [52]. La cantidad recomendada para añadir el cloruro de calcio es entre 12 a 22 gr. por cada 100 L. de leche [53].

- **Cuajo:** Es considerado una enzima, aumenta la productividad, conserva la cantidad de grasa y vuelve más sencillo la etapa de desuerado [53]. Es recomendable colocar 15 gr. de cuajo por cada 1000 L de leche o a su vez 20 grageas por cada 1000 L, esta medida será modificada o dependerá en gran parte del fabricante [54].

1.10.6. Coagulación

Es el periodo requerido para que se forme la cuajada y obtenga los aspectos apropiados para el corte. El tiempo de coagulación va de los 30 a 40 minutos de haber colocado el cuajo se formará la “cuajada” la cual tiene la apariencia de un gel [51].

1.10.7. Corte de Cuajada

Reside en la división del coágulo en porciones pequeñas teniendo en cuenta que la masa debe ser seccionada ni mucho menos deshacerse [51].

1.10.8. Reposo

Radica en dejar reposar la cuajada por aproximadamente 10 minutos para de esta manera facilitar la extracción del suero [51].

1.10.9. Desuerado

Consiste en agitar de 5 a 10 minutos los granos de la cuajada. Logrando de esta manera separar el suero [51].

1.10.10. Moldeado

Reside en dotar la forma y el tamaño acorde a las características que se desea obtener. En este proceso se coloca la cuajada en recipientes circulares. Además, esta se reviste con un lienzo para proporcionar de manera sencilla la evacuación del suero, creando la corteza [51].

1.10.11. Prensado

El proceso que suprime los residuos del suero se denomina prensado. El tiempo y presión están sujetos a la firmeza y tamaño que se desea obtener en el producto terminado [51].

1.10.12. Salado

La finalidad es combatir la expansión de factores no deseados. Es recomendable que el queso se conserve en la solución salina entre 1 a 2 horas, alcanzando una concentración de 22 grados Baumé de salinidad [51].

1.10.13. Envasado del queso

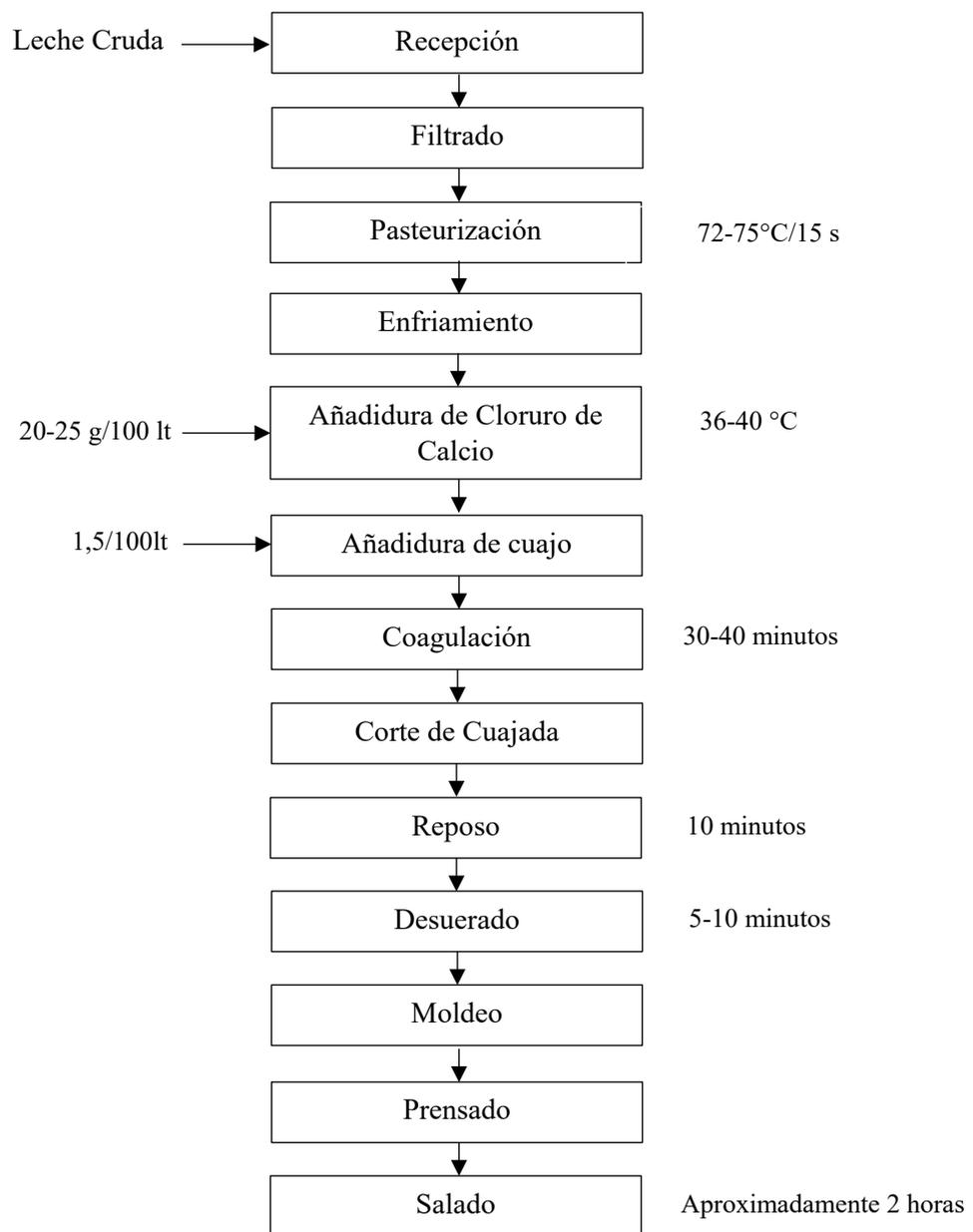
Esta etapa tiene como objetivo brindar una presentación agradable al producto terminado y a su vez, protegerlo del ataque de perturbaciones mecánicas y microorganismos [51]. Lo apropiado es envasarlos en fundas plásticas al vacío.

1.10.14. Almacenamiento

Una vez concluido el envasado los quesos pueden consumirse inmediatamente, o a su vez ser colocados en recipientes y trasladarlos a un cuarto frío donde la temperatura deberá oscilar entre 4 y 6 °C [51].

1.11. Diagrama de manufactura de queso fresco

Las etapas de la fabricación de queso fresco previamente detalladas se muestran en orden consecutivo en el siguiente diagrama correspondiente a la figura 5.



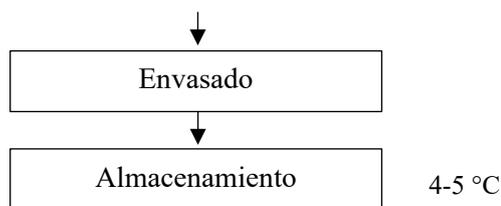


Figura 5. Esquema de fabricación del queso.
Fuente: Aplicado de Novilos M. [51].

1.12. Definición de yogur

Según la norma NTE INEN 2395 [55] . Mediante la fermentación láctea o de una mezcla con derivados lácteos se obtiene el yogur, en las que intervienen bacterias lácticas como: *Sreptococcus salivaris subsp. Thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*

1.13. Proceso de fabricación del yogur

El proceso de fabricación de yogur viene dado por algunas etapas fundamentales como son: pasteurización, fermentación, inoculación, y refrigeración [56].

A continuación, se detalla cada una de las etapas.

1.13.1. Estandarización

Esta etapa se efectúa para alcanzar el incremento de los cuerpos blandos presentes en los lácteos, y se logra mediante la estandarización de la manteca. [56].

1.13.2. Homogenización

Según Vera M [56]. Esta categoría reside en introducir a una temperatura de 62 °C la leche, obteniendo así un producto más viscoso, estable y con mejores propiedades organolépticas.

1.13.3. Pasteurización del yogur

En la preparación del yogur se logra realizar diferentes procesos térmicos dependiendo de su fabricación [56]:

- 90 °C a 95 °C en un tiempo de 5 a 10 minutos
- 80 °C a 85 °C en un tiempo de 30 a 20 minutos

1.13.4. Enfriamiento Post-Pasteurización

Reside en enfriar a una temperatura recomendable el aumento microbiano presentes en la leche. El rango apropiado de esta debe estar entre 40 y 45 °C para la obtención de resultados óptimos [57].

1.13.5. Inoculación

Consiste en agregar el cultivo iniciador reduciendo la alcalinidad (pH) de la leche que va de 6,4 a 4,2 generando textura, viscosidad y sabor correspondientes a las exigencias del mercado [58].

1.13.6. Fermentación

Es la causante de la transformación de la leche en el yogur. Se debe alcanzar un rango de temperatura de incubación de 42 °C a 45 °C [58]. El periodo requerido para el proceso de fermentación se da de 3 a 6 h, obteniendo la generación de ácido láctico, que va entre 0,71 y 1,2 % con una alcalinidad de 3,9 a 4,4 [59].

1.13.7. Enfriamiento Post-Fermentación

Se procede a trasladar el yogur a un área de refrigeración en un rango de temperatura de 4 a 5 °C, brindando firmeza al gel del yogur [59].

1.13.8. Rotura del coágulo

Radica en la homogenización y mayor fluidez presentados en los coágulos del yogur después del proceso de enfriamiento [60].

1.13.9. Envasado

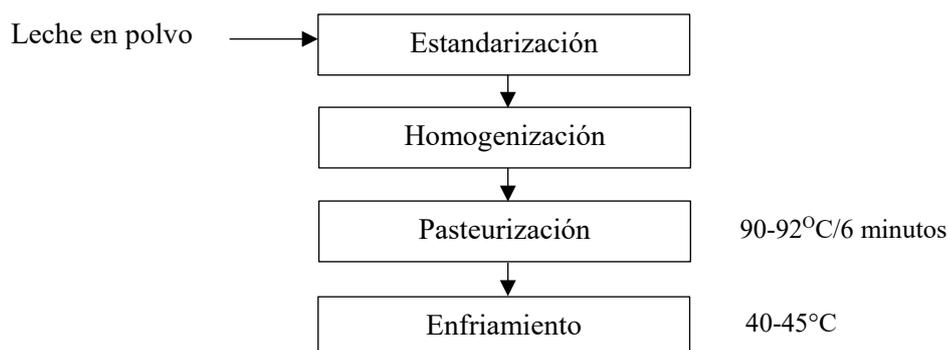
Los envases que presenta el mercado comúnmente son de: cartón, bolsas de plástico, polietileno, polipropileno, poliestireno, cloruro de polivinilideno y vidrio [60].

1.13.10. Almacenamiento

El yogur tiene una caducidad entre 15 a 21 días. El periodo de conservación debe ser de 2 a 5 °C y no sobrepasando los 10 °C en su etapa de distribución [60].

1.14. Diagrama de elaboración de yogur

Las etapas de la elaboración de yogur previamente detalladas se muestran en orden consecutivo en el siguiente diagrama correspondiente a la figura 6.



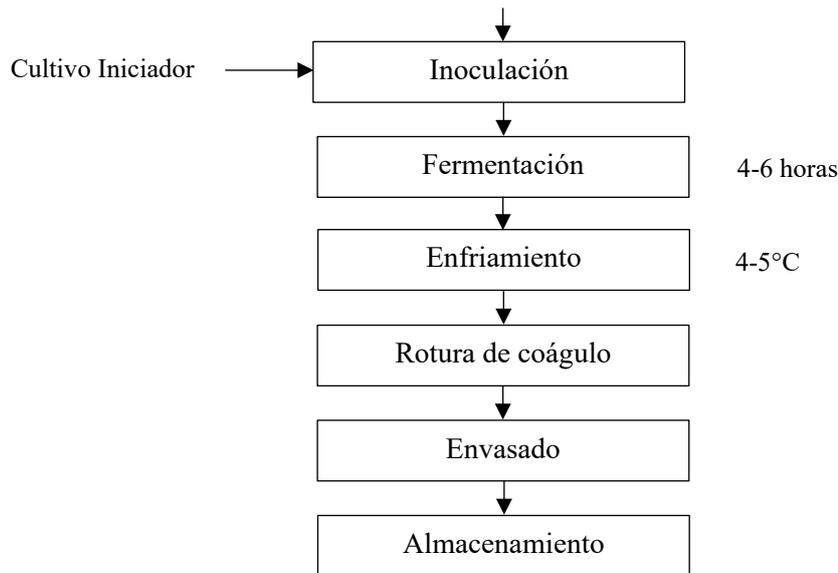


Figura 6. Diagrama general para la fabricación del yogur.

Fuente: Diagrama general para la fabricación de yogur. Adaptado de Contreras C. [60].

1.15. Infraestructura industrial láctea

Los establecimientos para la manipulación de la leche son muy diversos. Para este tipo de establecimientos es primordial incorporar áreas de higiene, ya que se debe permitir una limpieza rápida y fácil. Debido a que el producto a tratar es de fácil contaminación [61].

La mejor planta industrial no siempre es la que más implementos y costos abarca. Con pocos recursos e ingenio se puede edificar una instalación de procesamiento con excelentes condiciones. Siendo las principales: Área de manipulación, congelación, maduración, bodega e inodoros. [61].

1.16. Equipo necesario para el procesamiento de lácteos

La transformación de leche como materia prima en los denominados productos lácteos se lleva a cabo por el uso de metodologías confiables para su proceso de elaboración y posteriormente su preservación. Para esto es necesario una variedad de equipos que intervienen directamente en la elaboración de estos. Es preciso aplicar la mayor optimización en el bosquejo y manejo de estos equipos, logrando obtener el mayor rendimiento y rentabilidad global.

1.16.1. Marmita

La marmita o cazuela de presión se define como un recipiente metálico sellado herméticamente, donde la presión de vapor generada en el interior aporta efectivamente a la ebullición de alimentos. La marmita impide la evacuación de aire o

fluido por abajo de la presión fijada. La temperatura en la marmita puede alcanzar temperaturas hasta por encima de los 100 °C, causando que el hervor de los alimentos se ejecute con mayor rapidez [62].

En la industria láctea una marmita puede desempeñar múltiples operaciones siendo: pasteurización, cuajo para queso y fermentación de yogur. Dependiendo el modelo y la cantidad de materia prima con la que se requiera trabajar se puede determinar su capacidad, tamaño y eficiencia. Por lo general su capacidad es expresada en litros y comúnmente son fabricadas de acero inoxidable como se visualiza en la figura 7.



Figura 7. Marmita semiesférica y cilíndrica.

Fuente: Chacaguasay y Picho, Modelación de un recipiente cilíndrico con mezclador para uso de temperatura entre 70°C a 80°C para la pasteurización de 60 L de leche [63].

1.16.2. Prensas para queso

Al introducir la cuajada en los recipientes cilíndricos, son depositados en el equipo de prensado. Generalmente la mayoría de las prensas demandan de un diseño que asegure una repartición igual de presión en los quesos, de aspecto macizo, fácil limpieza y sustancialmente permita la recolección de suero durante el proceso.

Una de las prensas más utilizadas es la prensa vertical como se muestra en la figura 8. Debido a que los moldes se colocan uno sobre otro hasta abastecer la capacidad del equipo.



Figura 8. Prensa vertical manual.

Fuente: López y Pedregosa. Instalaciones y maquinaria en la industria láctea [64].

1.16.3. Tina quesera

En la figura 9 se muestra el recipiente de gran volumen en el que se verterá la leche pasteurizada y se efectuará el cuaje de la misma. Aquí el cuajo es añadido en la leche con el objetivo de que sus proteínas se coagulen de tal manera que puedan ser discernidas en cuaje y suero.

La clasificación general de la tina quesera mostrada en la tabla 3 se distingue por su sistema de calentamiento y enfriamiento y por la forma de la misma.

Tabla 3. Clasificación general de las tinas queseras

| Por un sistema de calentamiento y enfriamiento | Por su forma |
|---|---------------------|
| Con calentamiento directo de simple pared | Cónica |
| De doble pared abierta para baño maría | Rectangular |
| De doble pared cerrada para baño maría | Cilíndrica |

Fuente: Batro P. Quesos Artesanales [40].

El funcionamiento de la tina quesera es relativamente simple, la tina es abastecida con leche mediante una entrada superior o inferior y es ligeramente agitada gracias a herramientas de mezcla y corte simultáneamente. En este elemento, al agregar el cuajo, la leche se deja reposar para dar lugar a la formación del coágulo que posteriormente será cortado.



Figura 9. Tina quesera rectangular.
Fuente: Battro P. Quesos artesanales [40].

Normalmente para la fabricación de maquinaria técnica alimenticia se utiliza un material sanitario que cuente con la finalidad de evitar la formación de moho a causa de la oxidación de los metales por la humedad que pueda existir y sea resistente a temperaturas de al menos 130 °C. Un ejemplo ideal para este tipo de material es el acero inoxidable AISI 304 [65].

1.16.4. Lira de corte del cuajo

Se centra en cumplir la operación de “lirado” que desempeña el corte de la cuajada. Es indispensable que el lirado se realice de tal manera que todos los granos sean iguales o logren asemejarse entre sí en tamaño.

En la figura 10 se muestra la lira y los hilos deben ser construidos con acero inoxidable. El empleo de una lira vertical es apropiado para tratar quesos duros y semiduros con una separación entre hilo e hilo de 1 centímetro, mientras que para quesos blandos se emplean liras donde la separación de sus hilos debe estar entre 2,5 y 4 centímetros.



Figura 10. Lira Horizontal.
Fuente: GIZ. Catálogo de maquinaria para procesamiento de lácteos [66].

1.16.5. Moldes para queso

Los moldes son carcasas que pueden tener distintas geometrías y tamaños como se muestra en la figura 11. Estos elementos tienen varios propósitos, el principal es contener la cuajada y soportar la presión necesaria que el queso requiere para tomar su

forma. Adicionalmente contribuye a la creación de una envoltura externa que tiene la función de proteger al producto contra microorganismos patógenos, insectos y manipulación incorrecta en su traslado [67]. Estos pueden ser manufacturados con acero inoxidable o polipropileno.



Figura 11. Moldes de acero inoxidable.

Fuente: Pardo V. Manual de procedimientos para la fabricación de productos lácteos [67].

1.16.6. Lienzos o liencillos para quesos

Son telas comúnmente hechas de algodón que permiten el traslado de la cuajada y contribuyen con el filtrado del exceso de suero presente en el queso, mostrados en la figura 12. Estas deben ser resistentes debido a que son sometidas a elevadas temperaturas para su desinfección y deben ser fáciles de lavar [67].



Figura 12. Lienzos o liencillos.

Fuente: Hernández F. Quesos de Hinojosa [68].

1.16.7. Tina de salado o salmuera para quesos

A diferencia de la tina quesera estos recipientes son llenados con una combinación de agua y sal para los quesos que requieran la absorción de esta solución como se presenta en la figura 13. La disminución de temperatura que requiere esta fase es beneficiosa ya que impide la malformación de los denominados “ojos” en el queso y también a la distribución homogénea del agua sal por todo el producto lácteo [68].



Figura 13. Salmuera.

Fuente: Hernández F. Quesos de Hinojosa [68].

1.16.8. Mesas de trabajo

En la figura 14 se presentan las mesas empleadas para pre-prensar o desuerar la cuajada para su posterior proceso de moldeado. Son empleadas para cualquier producto utilizado en la industria alimenticia. En su mayoría son construidas en acero inoxidable calidad AISI 304.



Figura 14. Mesa de trabajo.

Fuente: Hernández F. Quesos de Hinojosa [68]

1.16.9. Descremadora de leche

Esta máquina es utilizada en el proceso de estandarización en la elaboración del yogur, separando las células grasas existentes en la lactosa por medio de fuerzas centrífugas, logrando obtener un contenido de grasa determinado para su procesamiento [69].

Existen equipos con distintas capacidades de operación que van de 100 a 1000 L/h (artesanales), de 1000 a 2000 L/h (semi-industriales) y de 2000 a 6000 L/h (industriales), regularmente los equipos semi-industriales e industriales mostrados en la figura 15 cuentan con rangos de velocidad rotacional de hasta 7000 rpm, usualmente funcionan en serie con los equipos de pasteurización [70].



Figura 15. Descremadora centrífuga industrial.
Fuente: Cardona et al. Esquema teórico de una separadora de grasa centrífuga por el método CFD [71].

1.16.10. Homogeneizador

La reducción homogénea se logra mediante el paso a altas presiones de las partículas suspendidas en el fluido a través de una válvula. En la figura 16 se presenta los homogeneizadores de dos válvulas, las cuales están conectadas en serie, la primera válvula (primera etapa) será la encargada de proporcionar una mayor cantidad de presión mientras que la segunda válvula (segunda etapa) efectuará una presión menor a la anterior. El empleo de ambas válvulas en conjunto proporcionará al líquido una mayor estabilidad física debido a la reducción de partículas suspendidas en la emulsión. En la industria láctea, los homogeneizadores convencionales operan con presiones que oscilan entre 20 y 60 MPa [72].



Figura 16. Homogeneizador.
Fuente: ADINOX S.A. [73].

1.16.11. Tanque fermentador

Este dispositivo permite realizar varias operaciones fundamentales para la elaboración de yogur, la mayoría de estos depósitos permitan calentar y enfriar leche, es decir pueden ser utilizados en el proceso de pasteurización y fermentación. Fabricado de

acero inoxidable AISI 304 cuenta con una tapa desmontable en la parte superior donde se ubica el agitador accionado un por motor reductor [74].

La leche que se va a procesar es vertida en este recipiente que está constituido por dos paredes, una exterior y una interior, donde sus geometrías pueden ser rectangular y cilíndrica como se presenta en la figura 17. La distancia entre estas dos paredes se vierte agua, de tal manera que al estar en contacto con altas temperaturas el agua calentará indirectamente la leche de forma homogénea.



Figura 17. Tanque fermentador de yogur
Fuente: Kosun Fluid [75].

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN

Es necesario tener en cuenta varios factores que condicionan el diseño e implementación de una industria láctea. Previamente de realizar una inversión económica significativa, se requiere conocer el marco normativo, donde se hallan los requisitos necesarios que afectaran los aspectos de elaboración y asignación de los diferentes departamentos de la planta, con la finalidad de evitar pérdidas económicas y postergación en el inicio de actividades [76].

2.1. Secciones con que cuenta el centro de acopio actualmente

El centro de acopio “Campo Verde” posee actualmente con infraestructuras destinadas para la recepción de la leche.

Posteriormente, en la figura 18 se expone el levantamiento de la planta baja del centro de acopio, el cual consta de varias áreas donde se plantea realizar las diferentes alternativas para una correcta distribución de planta.

Mejor visualización anexo A.

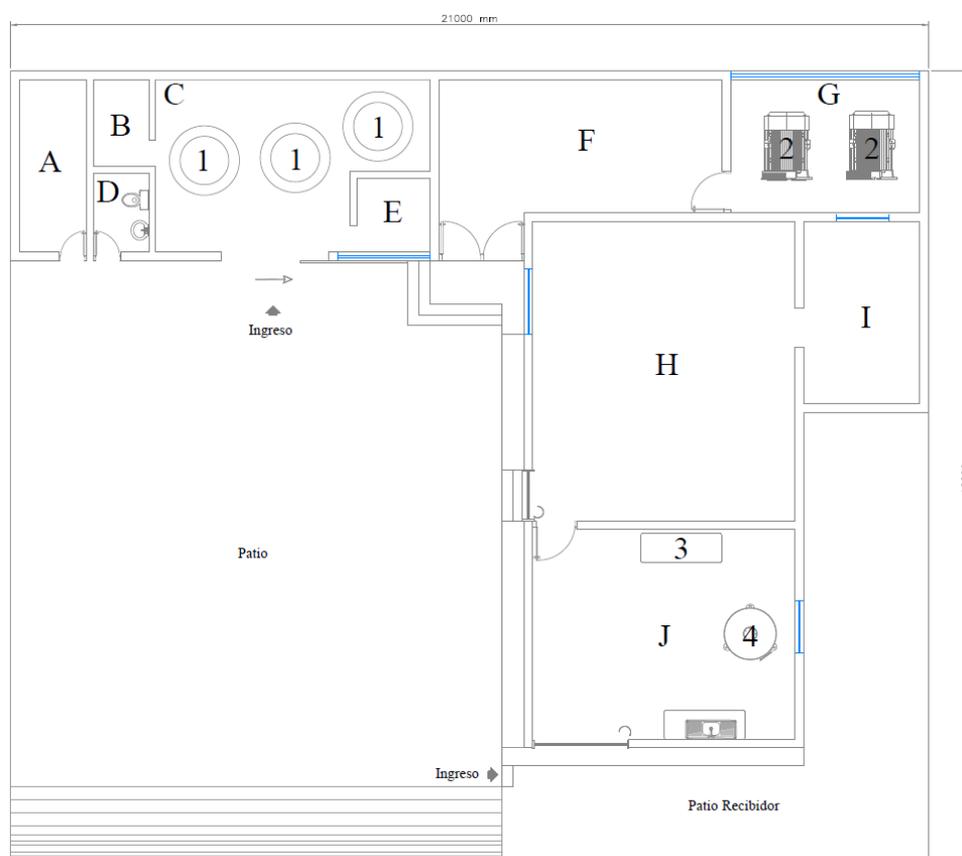


Figura 18. Levantamiento en planta baja del Centro de acopio “Campo Verde”.
Fuente: Germain Freire y Harrison Flores.

En la tabla 4 se detallan las distintas áreas de la planta y su correspondiente superficie.

Tabla 4. Características del inmueble

| Nombre | Área (m ²) |
|--|---------------------------|
| Bodega principal | 6,2 |
| Vestidores | 2,6 |
| Recepción de leche | 22 |
| Baños | 2,3 |
| Análisis de calidad | 3 |
| Almacenamiento de insumos | 21 |
| Generación de energía | 13,3 |
| Tienda | 41,4 |
| Bodega tienda | 11,2 |
| Producción de quesos | 29 |
| ÁREA TOTAL CONSTRUIDA (m²) | 152 |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

2.2. Requerimiento de diseño y construcción de la planta

De acuerdo con la ARCSA [77], menciona que los establecimientos industriales de alimentos deberán estar contruidos bajo normas vinculadas a la operación y los víveres, de manera que mantengan la calidad para el consumo humano.

Según la norma ISO 22000 [78], puede ser implementada durante la fabricación inicial, producción, distribución y venta de productos alimenticios, así como todos los insumos requeridos en el proceso para asegurar la condición e inocuidad del producto

La industria al asegurar las condiciones básicas de la norma con diseño de instalaciones y documentación adecuadas podrá optar por certificaciones y procesos de calidad que aseguren su correcto funcionamiento.

La correcta división de áreas según su proceso de producción cumple un rol fundamental en evitar la contaminación cruzada, se requiere que el diseño se realice de forma que las funciones se ejecuten desde el arribo de leche cruda hasta la adquisición de sus derivados (queso y yogur).

2.2.1. Condiciones de las áreas

Las áreas o zonas de trabajo precisan cumplir con su señalización respectiva además de estar separadas de áreas que no intervengan en la elaboración del producto como: comedor, oficinas, servicio sanitario, etc.

En los procesos de elaboración del producto existen diferentes tipos de diagramas de organización: “U”, lineal, “L” y gravitatorio como se observa en la figura 19. Es necesario que cada procedimiento disponga su línea recta independiente, es decir un esquema de organización lineal [76].

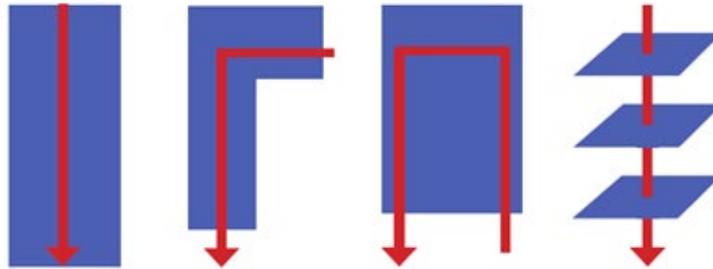


Figura 19. Representación de los esquemas de organización para un área de trabajo.
Fuente: López y Pedregosa. Instalaciones y maquinaria en la industria [76].

Las áreas o zonas con las que contará la planta procesadora de lácteos son:

- a) Zona de admisión de producto primario
- b) Zona de análisis de calidad del producto
- c) Zona de fabricación de insumos
- d) Área de producto finalizado (cuarto frío)
- e) Área destinada al almacenaje de insumos y materiales varios
- f) Vestuarios y baños
- g) Oficinas
- h) Área de generación de vapor para la planta
- i) Sistema de alimentación de agua
- j) Área de generación de energía

2.2.2. Parámetros de selección de máquinas

Para una correcta elección de máquinas se debe tomar en cuenta varios factores, en los cuales se tiene:

- 1. Requisitos de uso
- 2. Especificaciones de la máquina
- 3. Lugar donde se manejará la máquina
- 4. Costo de mantenimiento
- 5. Referencias de personas

2.3. Fichas técnicas de las maquinarias en las principales zonas de la planta

Teniendo en cuenta la recepción diaria de leche en el establecimiento de depósito de Turucucho, se estima implementar equipos con capacidad de procesamiento de 2500 L/día, siendo 1000 L/día para pasteurización de leche, 500 L/día para la producción de queso, 500 L/día para la producción del yogur y 500 L/día para una producción futura.

Para esta capacidad de 2500 L diarios en total de materia prima destinada al proceso de elaboración de estos derivados lácteos, es recomendable según Hurtado Y. [79] que el primer año de producción se trabaje con el 50 % de esta capacidad. Al transcurrir el tiempo se estima que la recepción de leche cruda del centro de acopio aumente al igual que la demanda del producto permitiendo incrementar un 10 % anualmente la capacidad de planta, hasta conseguir una capacidad de un 90 % de cada uno de estos productos.

2.3.1. Zona de admisión de materia prima

En el área de admisión se precisa contar con tanques de almacenamiento el cual son de refrigeración para la materia prima. Es necesario tener presente que en la actualidad el centro de acopio cuenta con (3 tanques de refrigeración) de (1000 L c/u) propuesto para la elaboración de leche pasteurizada, sin embargo, se requerirá separar un tanque con capacidad de 1000 L destinado únicamente a la fabricación de queso y yogur evitando así el flujo cruzado entre líneas de producción y obteniendo una mejor organización de la planta.

En la tabla 5 se encuentra las características técnicas que posee, es importante destacar que estas características cambiarán de acuerdo al fabricante.

Tabla 5. Guía técnica del recipiente refrigerador

| Guía técnica del recipiente refrigerador | |
|--|---------------------------|
| Nombre: | Tanque de refrigeración |
| Fabricante o carta: | De Laval |
| Tipo o Modelo: | DXO 1050 |
| Material de fabricación: | Acero Inoxidable AISI-304 |



| | |
|---|-----------------------------|
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: | Capacidad o trabajo: |
| Acopio de leche/ refrigeración | 1000 L |
| Temperatura de refrigeración | Tensión: |
| 4 a 6 °C | 220 V |
| Dimensiones: | Potencia: |
| Diámetro: 1,4 m; Alto: 1,324 m; Peso: 200-255 kg | 0,43 kW |

Fuente: DeLaval [80].

2.3.2. Zona de pasteurización de la leche

Cabe recalcar que la Asociación cuenta con una marmita volcablearia para pasteurización de la leche con una capacidad de 100 L/ día. En la tabla 6 se expone las especificaciones técnicas de la pasteurizadora.

Tabla 6. Guía técnica de una marmita volcablearia para pasteurización.

| Guía técnica marmita volcablearia para pasteurización | |
|--|--|
| Nombre: Marmita |  |
| Fabricante o carta: Universidad Politécnica Salesiana | |
| Tipo o Modelo: VOLCABLE | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI-304 | |
| Dimensiones: Diámetro: 0,4 m; Alto: 0,80 m | |
| Capacidad o trabajo: 100 L | |
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Pasteurización de leche | |
| Temperatura a la que llega la leche 63 °C | |
| Tensión: 110 V | |
| Potencia del motor: 1/4 HP | |

Fuente: Tipán y Flores. Diseño piloto para la fabricación una marmita pasteurizadora para procesar de 50 L de leche por hora [81].

Para la fabricación de la leche pasteurizada es necesario la implementación de una máquina enfundadora como se muestra en la tabla 7 la cuál es necesaria para el enfundado de líquidos tales como: agua sin gas, jugos, sumo de fruta, vino, leche, yogur, jabón líquido, shampoo, cloro, desinfectantes entre otros.

Tabla 7. Guía técnica de la enfundadura.

| Ficha técnica enfundadora | |
|--|---|
| Nombre: Enfundadora |  |
| Fabricante o carta: COARA | |
| Tipo o Modelo: CORARA EMPACADORA | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI-304 | |
| Dimensiones: Ancho: 1000mm; Largo: 800 mm; Alto: 2400mm | |
| Capacidad o trabajo: Max 45 u/min | |
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Pasteurización de leche | |
| Presión de trabajo 6 bares (90 PSI) | |
| Tensión: 110 V | |
| Material de empaque: Polietileno | |

Fuente: ASTIMEC S.A [82].

2.3.3. Zona de análisis de calidad

Esta zona no requiere de la utilización de un amplio espacio, no obstante, es una de las áreas de gran importancia que presenta la planta, al ejecutar pruebas de calidad se protege al consumista y se obtiene de manera continua los productos basados en la norma NTE INEN 9.

En esta zona se requiere de varios elementos, a pesar de ello es recomendable adquirir principalmente el medidor de acidez y un lactodensímetro los que se ilustran en la figura 20, obteniendo así medidas del concentrado del acidulado láctico y densidad relativa de la leche cruda respectivamente.

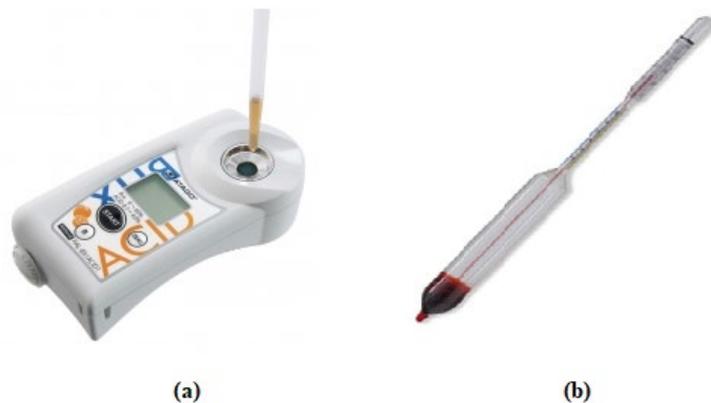


Figura 20. Medidor de acidez (a), lactodensímetro (b)
Fuente: BIOSISTEMAS y DILABO S.A [83], [84].

De acuerdo con los métodos de ensayos de las normas NTE INEN 11 y NTE INEN 13. Los requisitos físicos – químicos de ácido láctico y densidad relativa que debe contener la leche cruda se describe en la tabla 8.

Tabla 8. Requisitos de ácido láctico y densidad relativa

| Necesidad | Unidad | Valor Mínimo | Valor Máximo |
|--------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| Densidad relativa: | | | |
| 14 °C | - | 1,028 | 1,032 |
| 18 °C | - | 1,025 | 1,031 |
| Ácido láctico | % (m/m) | 0,12 | 0,15 |

Fuente: INEN 11 e INNEN 13 [85], [86].

2.3.4. Zonas de producción

Se sugiere implementar zonas independientes para cada operación de manufactura de los distintos productos. Es indispensable la distribución adecuada de estas áreas radica en aumentar la eficiencia en los procesos. A pesar de ser una producción independiente existe un equipo que comparte relevancia en la elaboración tanto de queso como de yogur, este equipo es la marmita y desempeña la misma función en ambos procesos. En la tabla 9 se presenta las características técnicas de la marmita para estos procesos

Tabla 9. Guía táctica de la marmita

| Guía táctica de la marmita | |
|--|--|
| Nombre: Marmita derivado de leche |  |
| Fabricante o carta: COARA | |
| Tipo o Modelo: Ninguno | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI-304 | |
| Dimensiones: Diámetro: 1,2 m; Profundidad: 0,830 m; | |
| Capacidad o trabajo: 500 Lt | |
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Agitador/ pasteurizado de queso y yogur | |
| Presión de trabajo ≤ 0.09 Mpa (Ajustable) | |
| Tensión: 110 V | |
| Potencia: 15 kW | |
| Velocidad de mezclador 36 r/min (Ajustable) | |

Fuente: La Revista AQP Soluciones [87].

2.3.5. Zona de producción de queso fresco

En la industria láctea es pertinente realizar un cálculo de rendimiento quesero previo a la producción, esto se refiere a la proporción de queso que se obtiene respecto a un

tamaño y calidad de lácteo. La evaluación preverá de factores como enseres, personal y maquinaria de elaboración (prensa, mesas de trabajo, tinas de salado, empacadoras).

Habitualmente se expresa en kilogramo de queso por cada 100 kg o 100 L de leche [88]. De acuerdo con los resultados de Dalla C. [89]. El rendimiento quesero promedio es de 10 kg por cada 100 kg de leche.

Siendo el rendimiento quesero el 10 %, la planta estima producir a partir de 500 L diarios de leche en el primer año, aproximadamente 50 kg de queso.

Este producto cuenta con distintas presentaciones dependiendo su forma (circular y rectangular) y de acuerdo a su cantidad (1000, 500 y 250 g), siendo los más tradicionales los quesos circulares de 500 g. A partir de esto se deduce que con 500 L de leche se obtendrá 100 quesos de 500 g.

Para la producción del mismo es necesario adquirir una tina quesera con capacidad de 500 L donde los procesos que se lleven a cabo en este equipo pueden ser realizados por los denominados “maestros queseros” de forma manual. Al igual que en la marmita es necesario considerar el aumento de una o más tinas queseras para abastecer la cantidad de litros de leche a procesar con el pasar de los años. La misma posee las especificaciones técnicas mostradas en la tabla 10.

Tabla 10. Guía técnica de la tina quesera

| Guía técnica de tina quesera | | |
|--|--|------------------------------|
| Nombre: Tina quesera |  | |
| Fabricante o carta: COARA | | |
| Tipo o Modelo: TQ-500 | | |
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Producción de queso | | |
| Capacidad o trabajo: 600 L max | | |
| Presión de trabajo 20 lb | | |
| Dimensiones: Frente: 1,5 m; Profundidad: 0,7 m Altura: 0,5 m Altura total con mueble: 0,9 m | | |
| Fuente: Jarinox [90]. | | |
| | | Funcionamiento Gas |

La importancia de una mesa de trabajo predomina en los procesos manuales que implican en la fabricación del producto como el llenado en moldes y luego del prensado para el desuerado, cepillado, entre otros procesos complementarios de la producción.

Para la cantidad de procesamiento de 500 L de leche como se observa en la tabla 11, es conveniente adquirir dos mesas de trabajo con geometría rectangular que estén diseñadas con ruedas y frenos para facilitar las operaciones y el traslado de las mismas.

Tabla 11. Guía técnica del banco de trabajo

| Guía técnica banco de trabajo | |
|--|--|
| <p>Nombre: Mesa de trabajo</p> <p>Fabricante o carta: COARA</p> <p>Tipo o Modelo: -</p> <p>Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI-304</p> <p>Dimensiones: Ancho: 0,60 m; Largo: 1,5 m Alto: 0,90 m</p> <p>Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Producción de queso</p> |  |
| | <p>Implementos Ruedas, orificios de desuerado, de doble bandeja</p> <p>Geometría Rectangular</p> |
| <p>Fuente: EUROCIENCIA [91].</p> | |

Los depósitos de salado son recipientes llenados con una combinación de agua y sal se utilizan para que el queso absorba dicha solución. Se requerirá de 3 tinajas de capacidad de 250 L las suficientes para abastecer con la producción estimada de 100 quesos al día del centro de acopio. La tina o depósito de salado es mostrado en la tabla 12 con su respectiva ficha técnica.

Tabla 12. Guía técnica del depósito de salado

| Guía técnica depósito de salado | |
|---|--|
| <p>Nombre: Depósito de salado</p> <p>Fabricante o carta: Ninguna</p> <p>Tipo o Modelo: -</p> <p>Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI-304</p> <p>Capacidad 250 L</p> <p>Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Producción de queso</p> |  |
| | <p>Implementos Ruedas, tapas</p> <p>Geometría Rectangular</p> |

Fuente: EUROCIENCIA [91].

A partir del rendimiento quesero se requerirá de una prensa con capacidad para prensar 50 kg de masa de queso, tomando en cuenta que esta trabajará con un procesamiento por lotes, hasta abastecer en su totalidad con la cantidad de quesos producidos. La representación y descripción que pueden mostrar estos equipos se exhibe en la tabla 13 respectivamente.

Tabla 13. Guía técnica de la prensa mecánica

| Guía técnica de la prensa mecánica | | |
|--|---|---------------------------------|
| Nombre: Depósito de salado |  | |
| Fabricante o carta: Ninguna | | |
| Tipo o Modelo: - | | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI-304 | | |
| Capacidad 50-100 kg | | |
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: | | Dimensiones |
| Producción de queso | | Plancha: 400x500mm ² |
| Geometría Rectangular | | |
| Fuente: FUSSEN [92]. | | |

Para la conservación del queso es necesario de una empacadora al vacío. El principio de funcionamiento de esta máquina consiste en aplicar calor para eliminar el aire que pueda existir en los envases, sellándolos de manera hermética y segura, logrando una mayor vida útil y un estado de refrigeración [93].

Es aconsejable emplear una empacadora al vacío de una barra, ideal para empresas con un bajo volumen de producción como se presenta en la tabla 14.

Tabla 14. Guía técnica de la empacadora al vacío

| Guía técnica de una empacadora al vacío | | |
|---|---|-----------------------------|
| Nombre: Empacadora al vacío |  | |
| Fabricante o carta: Rino | | |
| Tipo o Modelo: DZ-400 | | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable 430 | | |
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: | | Dimensiones externas |
| Industrial/ empaquetado de queso | | 0,65 * 58 * 60 m |
| Potencia de sellado | | Voltaje |
| | | |
| | | |
| | | |

| | |
|-------------------------------------|---|
| 400 * 10 mm | 110 V |
| Potencia del motor 0,9 kW | Consumibles Aceite, teflón, resistencia |
| Bomba 0,14 psi | Dimensiones Cámara 420mm * 435mm * 70mm |

Fuente: Maquinaria Rino [94].

2.3.6. Zona de producción de yogur

Al igual que en la manufactura de queso se requerirá de una marmita de las mismas características para el procesamiento de leche pasteurizada y enfriamiento post-pasteurización. Teniendo en cuenta que este equipo puede ser utilizado en un procesamiento por lotes.

De acuerdo con Acevedo J. [95], el rendimiento del yogur que se obtiene a partir de una determinada cantidad de materia prima es aproximadamente del 96 %. Esto significa que con la cantidad de 500 L de leche diarios que se destinará al procesamiento del producto en el primer año se obtendrá alrededor de 480 L del mismo.

En el mercado actual, el yogur cuenta con presentaciones de 500 o 1000 mL en envases plásticos semirrígidos, siendo el de 500 mL de consumo personal o individual y el de 1000 mL de consumo familiar o colectivo. Es decir que con 480 L de yogur se podría llegar a obtener 960 envases de 500 mL o a su vez 480 envases de 1000 mL.

Con el fin de obtener el contenido de grasa ideal para la elaboración del yogur y por su parte lograr una buena estandarización de la leche, se requiere implementar una descremadora centrífuga con una capacidad de operación de 1000 L/h.

El equipo con esta capacidad de operación se ilustra en la tabla 15 con su respectiva especificación técnica.

Tabla 15. Guía técnica de la descremadora

| Guía técnica de una descremadora de leche | |
|--|---|
| Nombre: Descremadora de leche |  |
| Fabricante o carta: Practiprensas | |
| Tipo o Modelo: RS3C Manual Cream Separator | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI 316 | |

| | |
|--|---|
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Descremador de leche/ Procesamiento yogur | Temperatura de operación 25-90 °C |
| Capacidad 1000 L/h | Peso Total 110 kg |
| Revoluciones 7250 rev/min | Volumen total 1 m ³ |
| Potencia del motor 1,1 kW | |

Fuente: PRACTIPRENSAS [96].

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Uno de los procesos indispensables para la elaboración del yogur es la homogenización, para el cual se pretende hacer uso de un homogeneizador con capacidad de operación de 1000 L/h. A manera de ejemplo, regularmente el mismo se localizan en el mercado como se muestra en la siguiente tabla 16 con su respectiva especificación técnica.

Tabla 16. Guía técnica del homogeneizado

| Guía técnica del homogeneizador | |
|---|--|
| Nombre: Homogeneizador |  |
| Fabricante o carta: SAMRO | |
| Tipo o Modelo: SRH1000-25 | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI 304 | |
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Homogenización / Procesamiento yogur | |
| Capacidad de flujo clasificada 1000 L /h | |
| Presión máxima 25 MPa | Peso Total 750 kg |
| Potencia del motor 7,5 kW | Dimensiones 1200 * 800 * 1150 mm |

Fuente: SAMRO [97].

En las grandes industrias existen tanques fermentadores con capacidad de realizar procesos de pasteurización, enfriamiento post-pasteurización, etc. No obstante, se recomienda que en las pequeñas y medianas industrias estos tanques solo cumplan con la función de ser aislados herméticamente con la finalidad mantener la temperatura de incubación adecuada para el proceso de fermentación, para lo cual se hará uso de un tanque con capacidad de 1000 L.

En la tabla 17 se presenta un tanque fermentador con capacidad de 1000 L y algunas de las especificaciones técnicas que posee.

Tabla 17. Guía técnica del tanque fermentador

| Guía técnica del tanque fermentador | |
|---|---|
| Nombre: Tanque fermentador |  |
| Fabricante o carta: Wenzhou Flowtam Light | |
| Tipo o Modelo: Flowtam-JBG | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI 304 | |
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Homogenización / Procesamiento yogur | Capacidad de flujo clasificada 1000 L |
| Cuerpo del diámetro por altura corporal 1,06 * 1,22 m ² | Altura Total 2,7 m |
| Fuente: Wenzhou Flowtam Light Industry Machinery Co. [98] | |

Para el proceso de envasado se recomienda emplear una máquina de llenado de líquidos semi-viscosos o viscosos, fabricada de acero inoxidable 304. Una opción a implementar es la llenadora de líquidos viscosos LVP-100 de la empresa RINO. El equipo es mostrado en la tabla 18 con sus especificaciones.

Tabla 18. Guía técnica del dosificador

| Guía técnica del dosificador | |
|--|---|
| Nombre: Dosificador |  |
| Fabricante o carta: RINO | |
| Tipo o Modelo: LVP-100 | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI 304 | |
| Dimensiones 0,11 * 0,50 * 0,105 m | Peso 40 kg |
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Dosificador / Procesamiento yogur | Capacidad de llenado 10-18 bpm |
| Voltaje y Potencia 220/ 60 V/Hz ; 20 W | Rango de llenado 200-1000 ml |
| | Presión de aire 0,4-0,6 MPa |
| Fuente: Ecuapack [99]. | |

2.3.7. Área de producto terminado

Cuando el procesamiento del producto haya finalizado, este será trasladado a la zona de refrigeración donde permanecerá almacenado hasta que sea comercializado. Esta

zona debe conservar unas condiciones aproximadas de 5 °C, esta temperatura la compartirán la leche enfundada, queso fresco y yogur, adicionalmente debe existir un porcentaje adecuado de humedad relativa. De igual manera se debe eludir posibles corrientes de aire que puedan ingresar en el almacén afectando a la refrigeración [100], por lo tanto; es necesario la implementación un cuarto frío. A manera de ejemplo en la tabla 19 se muestran algunas de las especificaciones que posee este cuarto, teniendo en cuenta que las dimensiones pueden ser modificadas según el espacio que se disponga.

Tabla 19. Guía técnica de un cuarto frío

| Guía técnicas de un cuarto frío | |
|--|---------------------------------|
| Material de los paneles | Poliuretano |
| Espesor de los paneles (mm) | 60 |
| Dimensiones de cuarto (mm*mm*mm) | 4000 * 2000 * 2400 |
| Equipos a instalar | Lámpara interior Equipo frío |

Fuente: Terán. Diseño de cámaras frigoríficas [101].

2.3.8. Área destinada al almacenamiento de insumos y materiales

Los estantes fabricados de acero inoxidable se utilizan para organizar y distribuir de manera ordenada distintos materiales e insumos que serán empleados en la fabricación de los productos lácteos. Esta clase de estructura se presenta en la tabla 20 con algunas de sus especificaciones.

Tabla 20. Guía técnica del estante metálico

| Guía técnica del estante | |
|--|---|
| Nombre: Estante de metal |  |
| Fabricante o carta: N/A | |
| Tipo o Modelo: N/A | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI 304 | |
| Dimensiones Longitud: 1,5m Ancho: 0,8m Altura: 1,83m | |
| | Carga máxima de soporte 100 kg |
| | Peso 40,5 kg |

Fuente: TRAMONTINA [102].

2.3.9. Área de generación de vapor para la planta

El vapor es un elemento de gran repercusión en el procesamiento de pasteurización láctea y sus derivados y una de las consideraciones más destacadas deben ser

contempladas en el sector de manufacturación de productos lácteos como la esterilización de la leche. Se pretende la instalación de un equipo generador de vapor o caldera, que al ser complemento en el funcionamiento de otros equipos demandará de un circuito de vapor que se conectará a las máquinas que lo requieran para lograr su funcionamiento, por lo tanto; se requiere una caldera pirotubular vertical de capacidad de 30 BHP (break horse power, por sus siglas en ingles), a manera de ejemplo el equipo se puede observar en la tabla 21 y algunas de sus especificaciones técnicas.

Tabla 21. Guía técnica de un caldero vertical

| Guía técnica de un caldero | |
|--|--|
| Nombre: Caldero vertical |  |
| Fabricante o carta: Ecuaboiler | |
| Tipo o Modelo: Serie VT1 Diesel | |
| Generación de vapor: 1035 lb/h | |
| Aplicación/ Etapa de proceso donde se usa: Producción de vapor | |
| Capacidad o trabajo: 30 BHP | |
| Consumo de combustible 9 GPH | |
| Diámetro alimentación de agua 1 1/4 plg | |
| Diámetro de salida de vapor 2 plg | |
| Fuente: Thermocom [103]. | |
| | Combustible Diesel |
| | Presión de vapor: 15-150Psi |
| | Presión agua caliente: 30-100Psi |

2.3.10. Zona destinada a la red de alimentación de agua

La planta requerirá de una red de alimentación de agua para el funcionamiento de máquinas que lo demanden, por ejemplo, la caldera. Los componentes básicos de este sistema son los tanques de almacenamiento o cisternas y bombas centrífugas. Además, las denominadas cisternas son las encargadas de almacenar y suministrar agua potable de forma auxiliar a la planta en caso de que se muestre algún defecto con respecto al abastecimiento de agua, para ello se pretenderá la instalación de una cisterna de 5 mil litros de capacidad la que se presenta en tabla 22 [104].

Tabla 22. Guía técnica de la cisterna

| Guía técnica de la cisterna | |
|---|--|
| Nombre: Cisterna |  |
| Fabricante o carta: Plastigama | |
| Tipo o Modelo: N/A | |
| Material de fabricación: Polímero | |
| Dimensiones | |
| Diámetro: 1,6 m | Peso con agua 5,11 ton |
| Diámetro de la tapa: 0,5 m | Peso |
| Altura: 1,6 m | 111,88 kg |
| Fuente: Plastigama [105]. | |

Para transportar un gran volumen de líquido, se plantea implementar una bomba centrífuga, siendo aquella que transforma la energía mecánica en hidráulica [106]. El equipo en conjunto con la cisterna serán los encargados de alimentar de agua a la planta con la presión necesaria. La ilustración y ciertas especificaciones técnicas de este equipo se exhiben en la tabla 23.

Tabla 23. Guía técnica de la bomba

| Guía técnica de la bomba centrífuga | |
|--|---|
| Nombre: Bomba centrífuga |  |
| Fabricante o carta: COARA | |
| Tipo o Modelo: 2CDX(L) | |
| Material de fabricación: Acero Inoxidable AISI 304 | |
| Presión límite de trabajo | |
| 8 bar | Altura máxima de elevación 70 m |
| Temperatura máx. del fluido vehiculado | Caudal |
| 35 | 3500 L/h |
| Tipo de motor | Potencia |
| Motor trifásico 230/400V ± 10% 50 Hz | 2 HP |
| Fuente: Inducom [107]. | |

2.3.11. Área de generación de energía

En esta zona se requerirá de un dispositivo capaz de suministrar energía eléctrica a los equipos que lo soliciten, en caso de presentarse un fallo en la red eléctrica de la planta, por lo que se hará uso de un generador eléctrico como se presenta en la tabla 24.

Tabla 24. Guía técnica del generador enérgico

| Guía técnica del generador enérgico | |
|--|---|
| Nombre: Bomba centrífuga |  |
| Fabricante o carta: DAEWOO | |
| Tipo o Modelo: DDAE-8000SE | |
| Potencia continua 4,5 kW | |
| Potencia máxima de trabajo 5 kW | |
| Corriente nominal 20,5 A | |
| Velocidad 3000 RPM | |
| Peso 160 kg | |
| Tipo de corriente Monofásica | |
| Voltaje 220 V | |

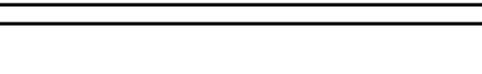
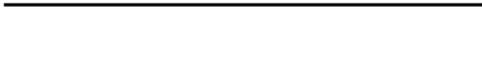
Fuente: DAEWOO [108].

2.4. Análisis de alternativas

2.4.1. Distribución de planta por el método SLP (Sistematic Layout planning)

Mediante la distribución de una planta se obtiene un óptimo desempeño en las instalaciones, logrando un correcto orden, seguridad a los operarios y ahorro en las áreas de trabajo, reduciendo el tiempo y el costo de fabricación. En la tabla 25 y 26 se muestran los códigos de relación de proximidad, fundamentos respectivamente, que son esenciales para realizar una distribución por el método SLP.

Tabla 25. Tabla de proximidad

| Tabla de aproximación | | |
|------------------------------|---------------------------------|--|
| Letra | Relación de aproximación | Valor en líneas |
| A | Completamente esencial |  |
| E | Particularmente esencial |  |
| I | Considerable |  |
| O | Común |  |
| U | Irrelevante | |
| X | Despreciable |  |
| XX | Inoportuno |  |

Fuente: Muther R. Calendario de atribución industrial [109].

El diagrama de hilos facilita cuantificar la frecuencia de los movimientos de los funcionarios mediante un esquema a escala, logrando de manera detallada el trayecto para realizar cualquier proceso, indicando si en alguno de los puntos existen cruces que afectan al flujo normal del proceso.

2.4.3. Alternativa A

Para generar una correcta distribución se realizará en forma de L una construcción de 20 m² en el área libre (terreno), ocupando de esta manera las instalaciones que posee la asociación actualmente. Las áreas de oficina, vestidores y baños se someterán a una reubicación, aumentando significativamente la capacidad de producción a un 50% (1500 L/día) que será destinada para leche pasteurizada, queso y yogur como se exhibe en la figura 22.

| Distribución Zonas | |
|--------------------|---------------------------|
| Letra | Zona |
| A | Recepción de leche |
| B | Análisis de Calidad |
| C | Producción de leche |
| D | Producción de yogur |
| E | Producción de queso |
| F | Cuarto frío |
| G | Generación de energía |
| H | Almacenamiento de insumos |
| I | Oficinas |
| J | Almacenamiento de Agua |
| K | Caldera |
| L | Baños |

Figura 22. Figura de relación de departamentos alternativa A.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

En consecuencia, se realizará una asignación más minuciosa e ideal como se puede ver en la figura 23, la cual permitirá reubicar los servicios de la empresa.

Las áreas definidas se pueden redistribuir de manera técnica, de tal manera que no afecten a las demás instalaciones, optimizando el espacio y los recursos.

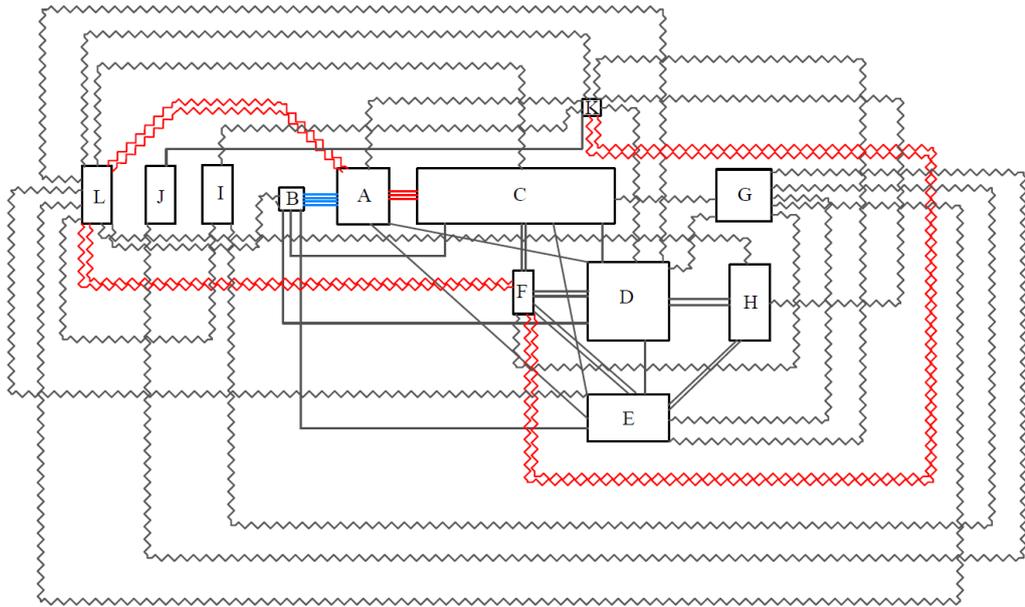


Figura 23. Diagrama de hilos alternativa A.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Partiendo del diagrama de hilos y relaciones, se realiza la distribución inicial de la planta procesadora de lácteos, teniendo en cuenta las necesidades y espacios que se dispone actualmente como se exhibe en la figura 24.

Mejor visualización anexo A.

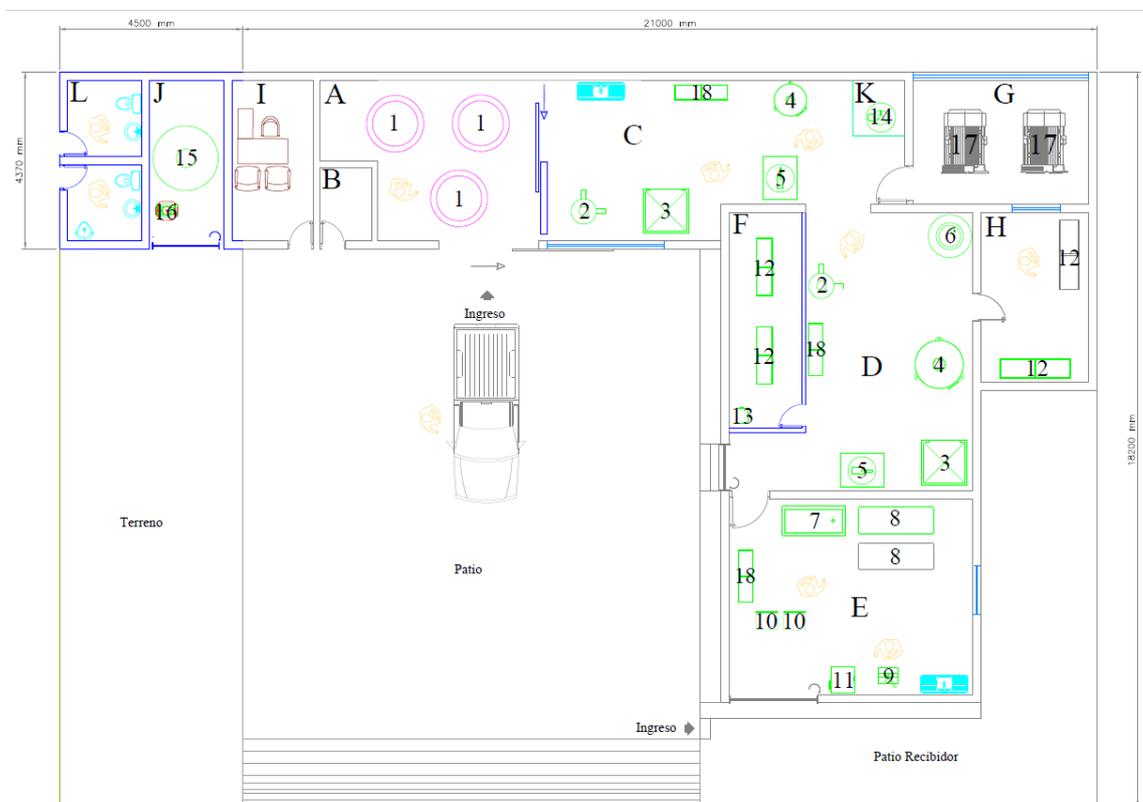


Figura 24. Plano general de la alternativa A
Elaborado por: Freire Germain y Flores Harrison

2.4.4. Alternativa B

Para aumentar la capacidad de producción a un 90%, es decir a 2250 L/día se requiere construir un galpón de 93 m² en el área libre (terreno) y una pequeña construcción de 5m² en el área de almacenamiento de insumos, obteniendo un esquema de organización tipo L cediendo la tienda y bodega que actualmente posee la asociación. Todas las áreas se someterán a una reubicación, logrando aumentar sus áreas de trabajo y de producción a razón de 750 L/día en cada zona, siendo 750 L para pasteurización, 750 L para yogur y 750 L.

En esta alternativa la distribución es más amplia y optima como se puede ver en la figura 32.

Las áreas definidas se pueden redistribuir de manera técnica, de tal manera que no afecten a las demás instalaciones, optimizando el espacio y los recursos.

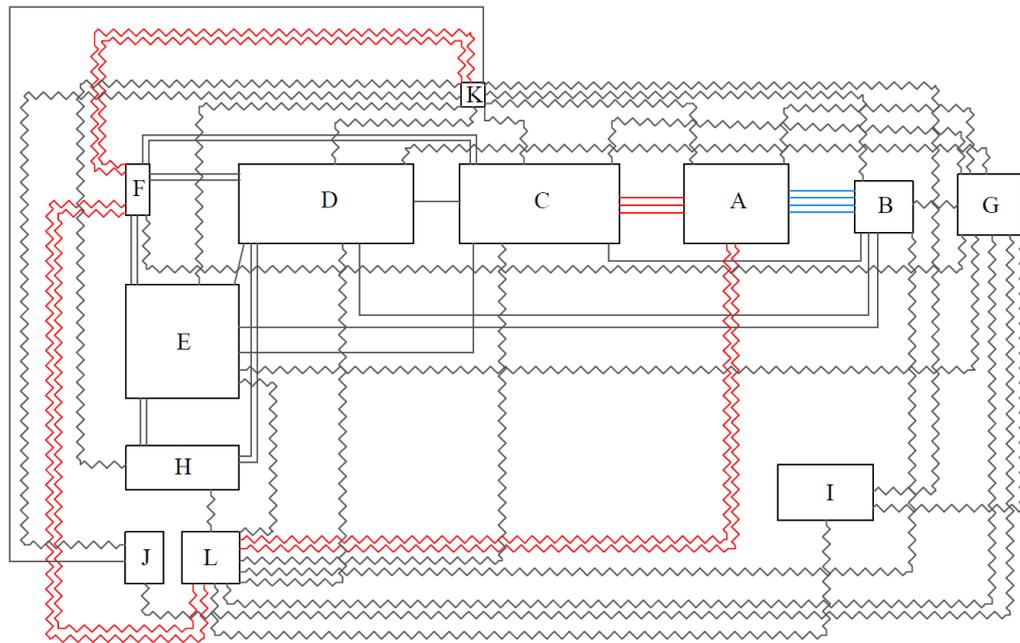


Figura 25. Diagrama de hilos alternativa B.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Partiendo del diagrama de hilos y relaciones, se realiza la distribución de la segunda alternativa como se puede observar en la figura 33.

Mejor visualización anexo A.

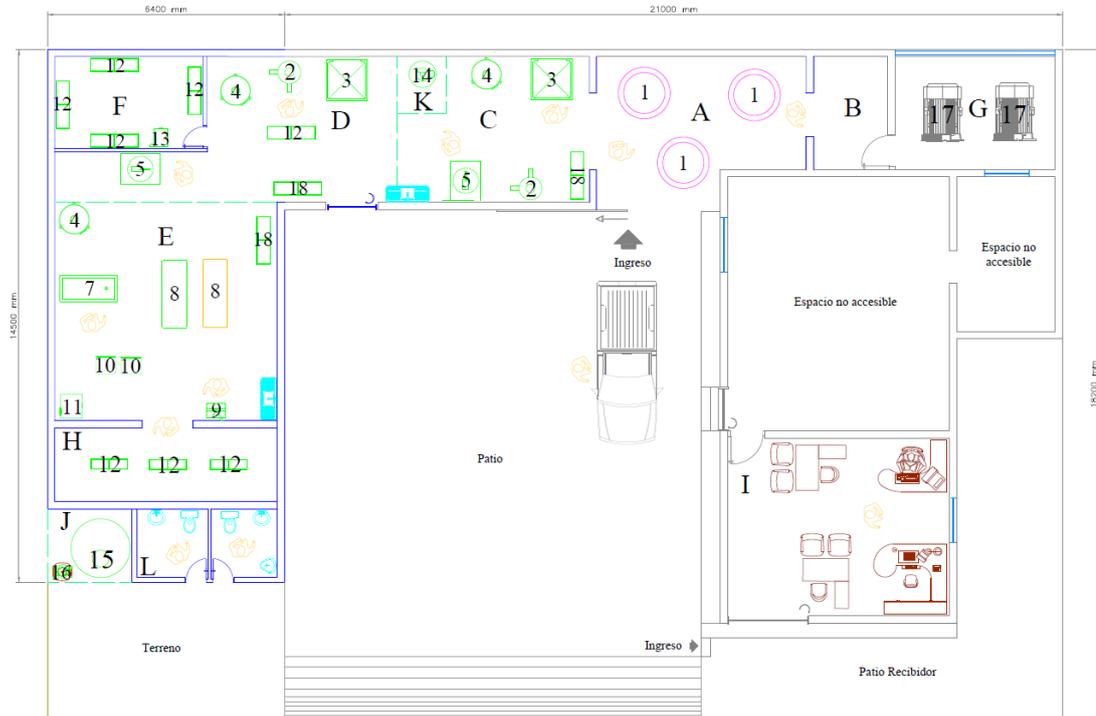


Figura 26. Plano general alternativa B.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

2.4.5. Alternativa C

El planteamiento de la tercera alternativa de distribución implicara la creación de un galpón de 126 m² en el área libre (terreno), siendo un esquema de organización lineal cediendo de igual manera la tienda y bodega que actualmente posee la asociación. Todas las áreas se someterán a una reubicación, aumentando sus áreas de trabajo al 100% de capacidad de producción a razón de 2500 L/día como se exhibe en la figura 27.

| Distribución Zonas | |
|--------------------|---------------------------------|
| Letra | Zona |
| A | Recepción de leche |
| B | Análisis de Calidad |
| C | Producción de queso |
| D | Producción de yogur |
| E | Cuarto Frío |
| F | Almacenamiento de insumos |
| G | Generación de vapor |
| H | Producción de leche |
| I | Sistema de alimentación de agua |
| J | Área de generación de energía |
| K | Oficinas |
| L | Baños |
| M | Vestidores |

Figura 27. Figura de relación de departamentos alternativa B.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Debido a las necesidades y exigencias de la asociación se realizó un aumento de área destinada a los vestidores, puesto que es necesario que los vestidores se encuentren cerca del área de recepción de leche evitando que el funcionario se dirija a los baños creando de esta manera tiempos muertos. Se aplicará la matriz metodológica para actividades presentado en la figura 28.

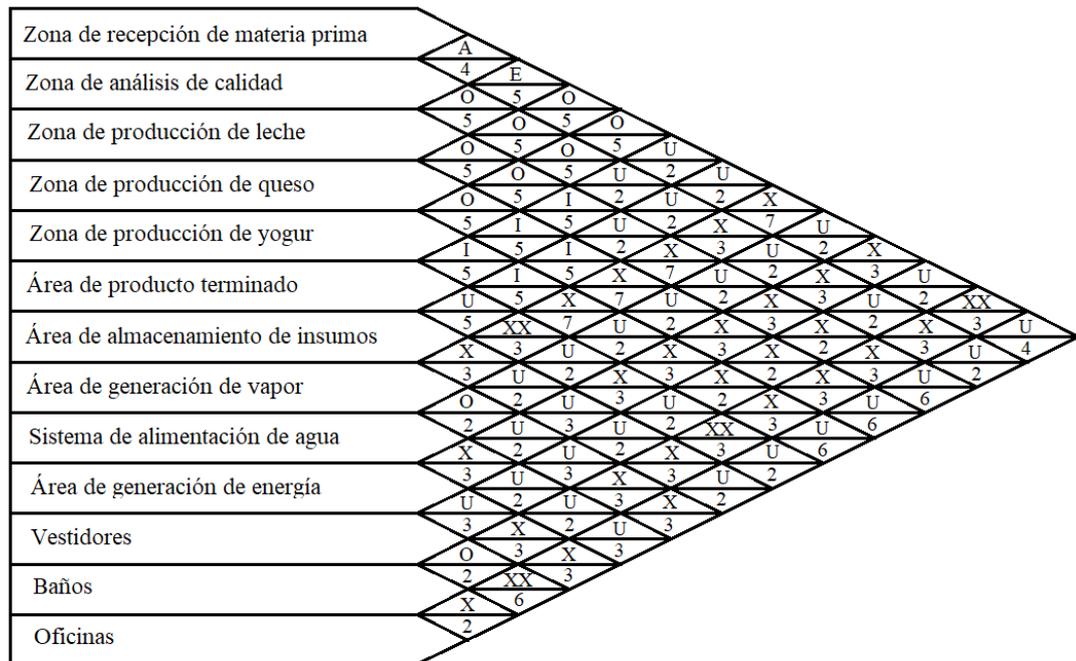


Figura 28. Esquema SLP de la planta para la alternativa C.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

En consecuencia, se realizará el diagrama de hilos como se puede ver en la figura 29 la misma que permitirá ver de manera más detallada la distribución de zonas.

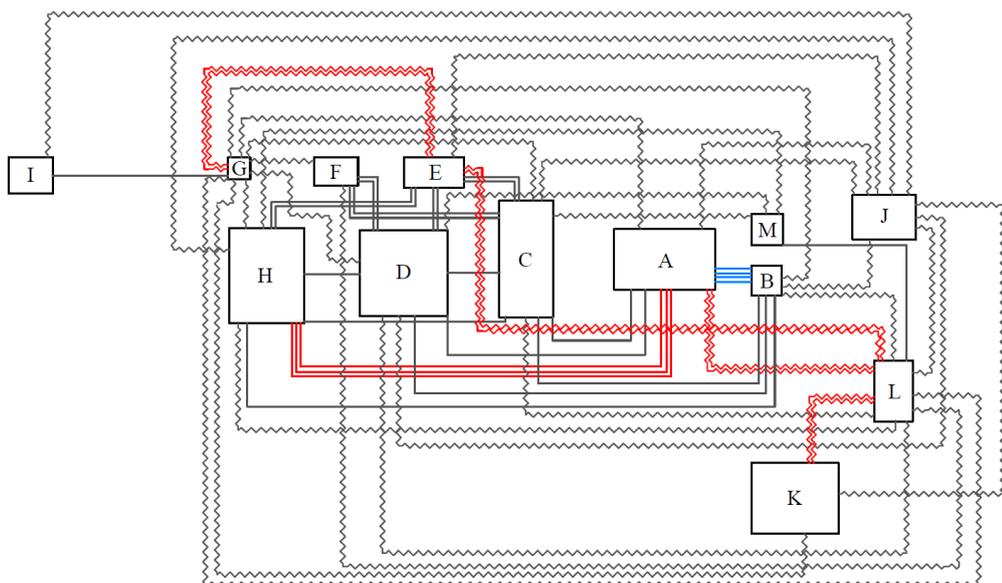


Figura 29. Diagrama de hilos alternativa C.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Finalmente se realizará la distribución inicial de la planta procesadora de lácteos, teniendo en cuenta las necesidades, exigencias y espacios no disponibles que presenta actualmente la planta como se puede observar en la figura 30.

Mejor visualización anexo A.

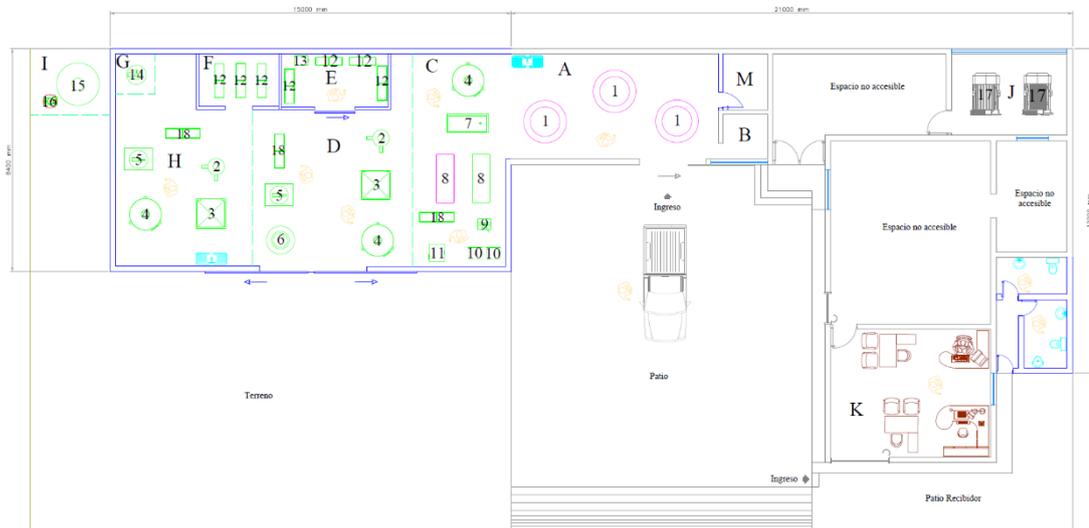


Figura 30. Plano general alternativa C.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

2.5. Selección de alternativas

A continuación, en la tabla 27 se evaluarán cada alternativa con respecto a los siguientes parámetros, con la finalidad de seleccionar la adecuada para este proyecto.

La escala con que se evaluarán las alternativas es de 1 a 5, siendo:

- **1 (Inferior):** el parámetro cumple de manera deficiente el requerimiento.
- **2(Intermedio-bajo):** el parámetro cumple de forma regular el requerimiento.
- **3(Intermedio):** el parámetro cumple aceptablemente el requerimiento.
- **4 (Intermedio- alto):** el parámetro cumple de forma satisfactoria el requerimiento.
- **5 (Alto):** el parámetro cumple totalmente el requerimiento.

Factor de ponderación: es la importancia que tiene cada uno de los criterios de evaluación. Su valor de ponderación estará evaluado sobre el 100%.

Tabla 27. Evaluación de alternativas

| Evaluación de alternativas | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Parámetros de evaluación | Factores de ponderación | Alternativa A | Alternativa B | Alternativa C |
| Costo | 20 | 3 | 2 | 3 |
| Estética | 15 | 3 | 4 | 5 |
| Espacio Físico | 20 | 2 | 4 | 4 |
| Funcionalidad | 25 | 4 | 4 | 4 |
| Facilidad de mantenimiento | 10 | 4 | 4 | 4 |
| Facilidad de operación | 10 | 5 | 5 | 5 |
| TOTAL | 100 | 21 | 23 | 25 |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Para obtener el resumen de evaluación de alternativas se debe multiplicar cada alternativa para su factor de ponderación, obteniendo la siguiente tabla 28.

Tabla 28. Resumen de evaluación de alternativas

| Evaluación de alternativas | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Parámetros de evaluación | Factores de ponderación | Alternativa A | Alternativa B | Alternativa C |
| Costo | 20 | 60 | 40 | 60 |
| Estética | 15 | 45 | 60 | 75 |
| Espacio Físico | 20 | 40 | 80 | 80 |
| Funcionalidad | 25 | 100 | 100 | 100 |
| Facilidad de mantenimiento | 10 | 40 | 40 | 40 |
| Facilidad de operación | 10 | 50 | 50 | 50 |
| TOTAL | 100 | 335 | 370 | 405 |
| ORDEN DE SELECCIÓN | | 3 | 2 | 1 |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Con los resultados conseguidos de las tablas 27 y 28, se estableció que la alternativa C cumple con los parámetros más favorables para su selección.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Partiendo de las necesidades y exigencias de la asociación “Campo Verde”. El presente capítulo comprende el diseño de la distribución y la selección de equipos necesarios para la construcción de la alternativa C que fue la seleccionada, el esquema de la misma se puede apreciar en la figura 31. Teniendo en cuenta la producción de lácteo para cada zona, siendo 1000 L pasteurización, 500 L queso, 500 L yogur, y una producción futura de 500 L destinada a manjar de leche.

Mejor visualización anexo A.

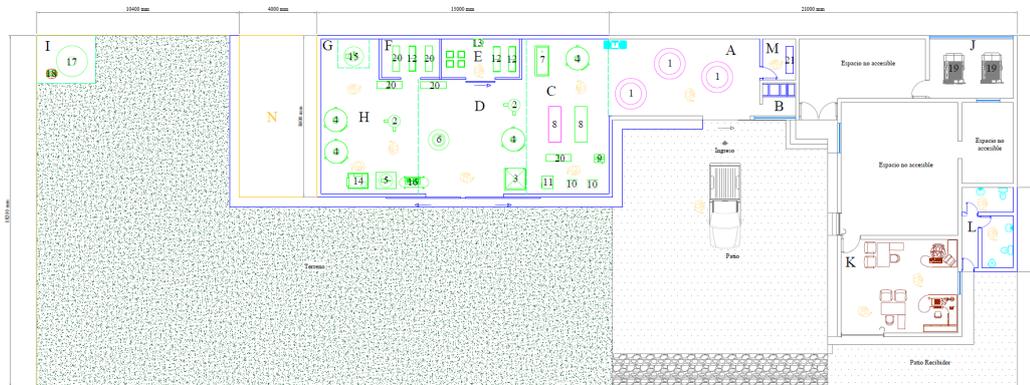


Figura 31. Plano general alternativa seleccionada
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

En la tabla 29 se observan los resultados alcanzados mediante el método SLP (systematic layout planning, por sus índices en inglés) para obtener la distribución de las áreas de la nueva planta y su correspondiente superficie.

Tabla 29. Espacio después de la distribución

| Nombre | Área (m ²) |
|------------------------------------|------------------------|
| Área construida actualmente | |
| Recepción de leche | 31 |
| Análisis de calidad | 3 |
| Oficinas | 29 |
| Generación de energía | 14 |
| TOTAL | 77 |
| Área construida nueva | |
| Producción de leche, queso, yogur | 120 |
| Sistema de alimentación de agua | 7,50 |
| Vestidores | 3,56 |
| Baños | 11,58 |
| TOTAL | 143 |
| Ampliación futura | |
| Área de manjar de leche | 32 |
| ÁREA TOTAL DE LA PLANTA | 252 |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

3.1. Modelación de la planta en 3D

Para llegar a obtener el modelo virtual basado en la alternativa de distribución seleccionada, se utilizará SketchUp Pro como herramienta de modelado y creación de gráficos tridimensionales en la representación de la distribución de la planta de la asociación “Campo Verde”.

En la figura 32 se presenta toda el área ocupada por el diseño propuesto, en donde se puede observar todas las áreas que conforman la planta, y en la figura 33 la distribución dentro de la empresa con las distintas máquinas y mobiliario que se debe usar.

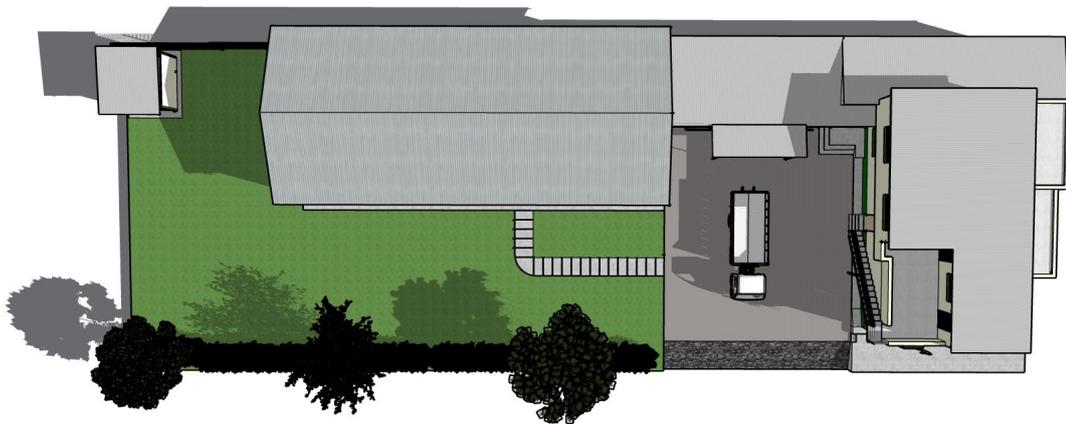
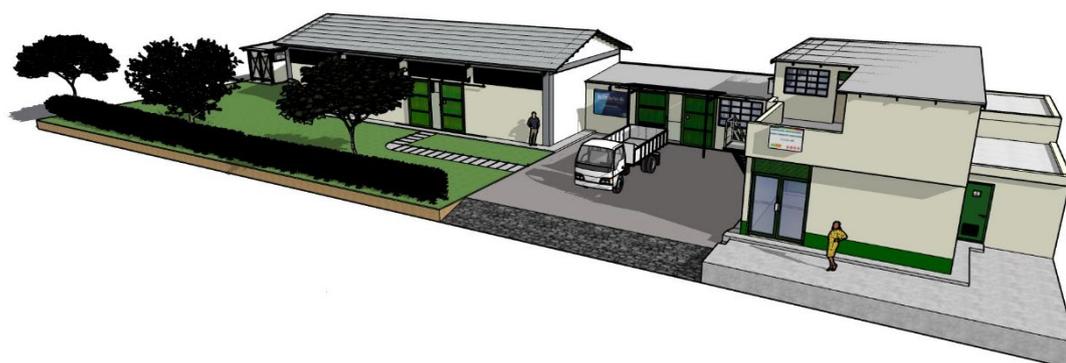


Figura 32. Diseño en 3D de la planta vista superior obtenida de SketchUp Pro.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

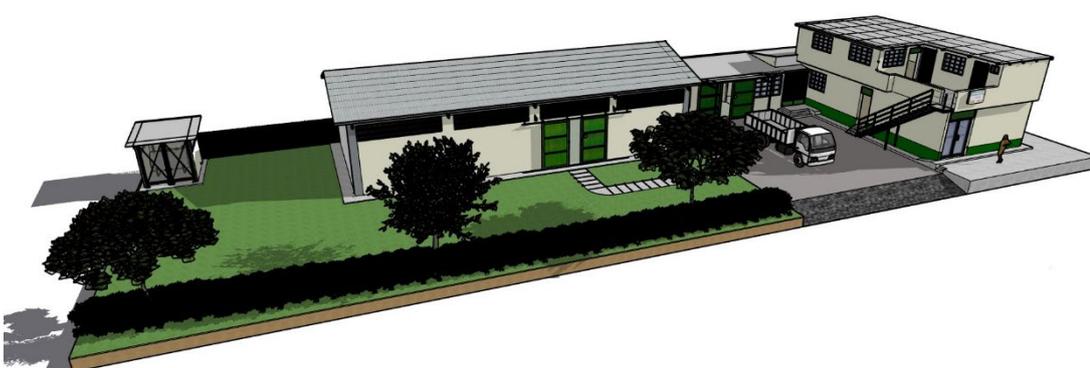


Figura 33. Diseño en 3D de la planta vista superior con los inmuebles obtenida de SketchUp Pro.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

A continuación, se muestra las diferentes vistas de la mampostería de la planta desarrollada en Sketchup partiendo de los planos realizados en Autocad como se puede observar en la figura 34, 35 y 36.



(a)



(b)

Figura 34. Modelación en 3D de la planta vista isométrica. a) Vista isométrica izquierda. b) Vista isométrica derecha. Obtenidas de SketchUp Pro.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.



(a)



(b)

Figura 35. Modelación en 3D de la planta. a) Vista frontal. b) Vista posterior. Obtenidas de SketchUp Pro.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

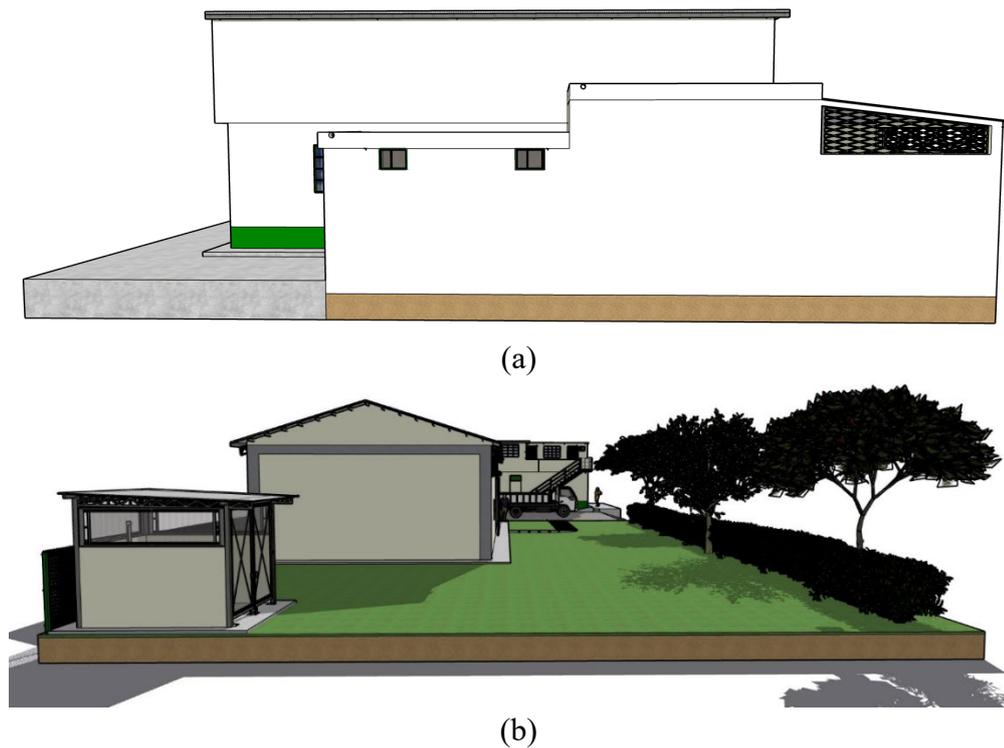


Figura 36. Modelación en 3D de la planta. a) Vista derecha. b) Vista izquierda. Obtenidas de SketchUp Pro.

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

En la figura 37. Se observa de derecha a izquierda el área de admisión de producto primario, área de producción de queso, yogur, área de pasteurización, cuarto frío, área de producto terminado y un área libre para una futura producción de manjar de leche. La planta cuenta con un patio para estacionar los distintos vehículos y/o camiones que lleguen al establecimiento y una amplia área verde que sirve de punto de encuentro en caso de algún accidente.



Figura 37. Vista superior de las diferentes áreas de producción.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

En la figura 38, se observa las áreas restantes que conforman la empresa y que no son de exclusividad para la producción, sino de apoyo como vestidores, sección de análisis de calidad, generación de energía, oficinas y baños.



Figura 38. Vista superior de las áreas restantes de la planta.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

3.2. Diseño del galpón

De acuerdo con las normas ANSI/AISC 360-10 [111] y la NEC-15 [112] que estipulan ciertas reglas de diseño, es necesario:

Realizar el modelo según normativas basadas en criterios de carga y resistencia

3.2.1. Tamaño del área de implantación

Las medidas del área de implantación se realizarán con el propósito de atribuir las distancias apropiadas entre cada pórtico, exhibido en la figura 39.

IMPLANTACIÓN DEL GALPÓN

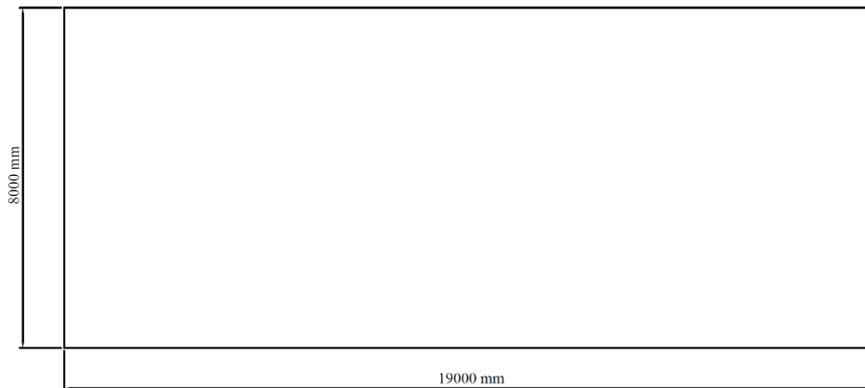


Figura 39. Área del galpón.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

A continuación, se establece la distancia de cada pórtico que será colocado a 4,75 m de intervalo a lo largo de la implantación, de tal manera lograr identificar la sección tributaria en cada pórtico como se presenta en la figura 40.

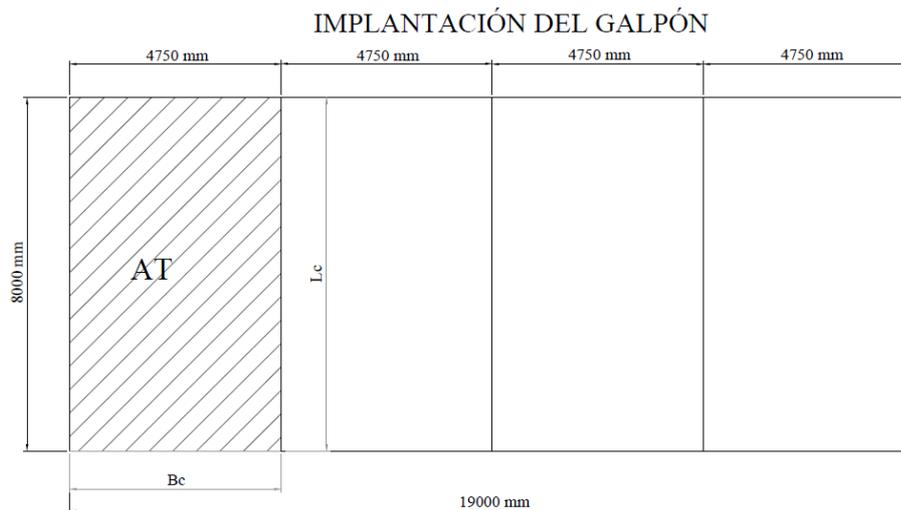


Figura 40. Área tributaria para cada pórtico.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Para calcular la sección tributaria de cada pórtico se utilizará la ecuación (1).

$$AT = Bc * Lc \tag{1}$$

En donde:

AT = Área tributaria

Bc = Ancho colaborante

Lc = Longitud del pórtico

Por lo tanto:

$$AT = (4750 * 8000) \text{ mm}^2$$

$$AT = 38000000 \text{ mm}^2 \approx 38 \text{ m}^2$$

3.2.2. Evaluación de los pórticos

Basado en las normas y factores de pre-dimensionamiento como se muestra la figura 41 se establece la forma geométrica del pórtico con un ángulo de 18° asignado una pendiente del 32 % obtenido a través del esquema de pendientes para cubiertas metálicas [113].

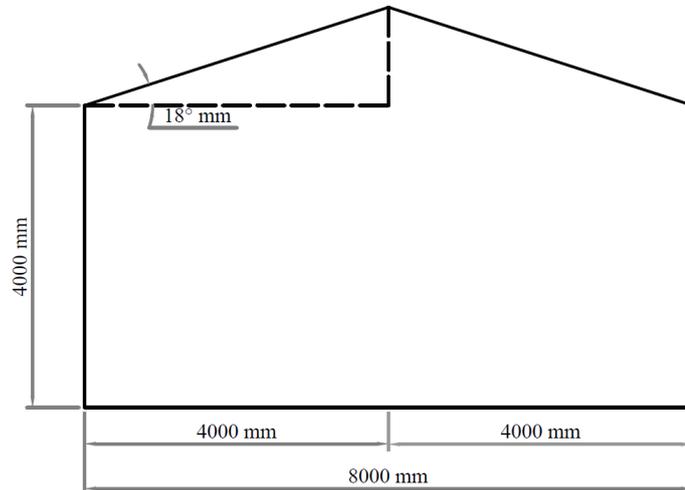


Figura 41. Estimación de pendiente para el pórtico.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

3.2.3. Estudio de cargas

El estudio de las cargas vivas (L) y muertas (D) se llevará a cabo respecto las correas centrales y de bordes.

- Cargas vivas sobre correas (centrales y bordes)
- Cargas muertas sobre correas (centrales y bordes)

3.2.3.1. Carga Muerta

La NEC Ecuador [112] estipula que todos los elementos que permanecen sobre la estructura son cargas muertas, es decir muros paredes instalaciones eléctricas, mecánicas entre otros. Por lo tanto; basado en la norma ecuatoriana de la construcción, dichas cargas determinarán la proyección de un área de incidencia de $6,31 \text{ m}^2$, obtenida por el hecho de que cada pórtico estará espaciado 4,75 m, teniendo en cuenta que los perfiles laminados contribuyen en el montaje del techado y se elaboran en segmentos de 4,80 m y la anchura del galpón es menor a 8 m.

Para cubrir el galpón se utilizará paneles fabricados por la empresa IPAC, que se ubicarán encima de los soportes de viga separados a una distancia de 1,33m. Los paneles cuentan con las siguientes especificaciones.

- Paneles especiales, IPAC
- Peso de cada panel: 3,07kg/m²
- Dimensiones: 1025x4800x0,35 mm

Para los largueros externos e internos se necesitará un perfil cuadrado 100x50x3, debido a que es sencilla instalación; por tanto, se tiene:

- Tubo Estructural 100x50x3
 - Longitud = 5m
 - Área: 8,41 cm²
 - Peso: 6,71 kg/m \approx 6,71/1,33 = 5,05 kg/m²

Carga de cubierta total= Carga del panel + Carga de los largueros (kg/m²)

Carga de cubierta total= 3,07 + 5,05 = 8,12 kg/m² = 79,5 N/m²

3.2.3.2. Carga viva

De acuerdo con la NEC-15 [112] las sobrecargas dependerán del uso en las que estén destinadas las cuales están formadas por la carga de las personas, inmuebles, maquinas, accesorios, etc.

Se considera que el valor de carga de una persona para el momento de la instalación y mantenimiento de la cubierta es de 0,7 kN/m².

3.2.3.3. Carga de granizo

La NEC-15 considera un valor de 0,1 kN/m² para cubiertas mayores a 15 %.

3.2.3.4. Carga de viento

Uno de los factores imprescindibles a considerar en las estructuras metálicas es la carga de viento.

En la tabla 30 se exhibe una recopilación de datos para el cálculo de la carga sísmica obtenida a través de la NEC-15 Carga no sísmica [114]

Tabla 30. Carga de viento

| Carga de viento (P) – NEC-15 carga antisísmicas | | | |
|---|--------------|-----------------|-------------|
| Criterios | Valor | Unidades | Cita |
| Rapidez del viento (V) | 21 | m/s | Sección 3.2 |

| | | | |
|---|-------|-------------------|------------------------|
| Altitud máxima del galpón (Hn) | 5,3 | m | Planos arquitectónicos |
| Clasificación de exposición | A | | Tabla 5, Sección 3.2 |
| Coefficiente de corrección (σ) | 0,91 | | Tabla 5, Sección 3.2 |
| Densidad del aire (ρ) | 1,24 | kg/m ³ | |
| Factor de entorno/ altura (C_e) | 0,8 | | |
| Velocidad corregida (V_b) | 19,11 | m/s | |
| Coefficiente de forma (C_f) | 0,3 | | Tabla 6, Sección 3.2 |

Fuente: NEC-15 NEC-15 Carga no sísmica [114].

A continuación, se realiza los cálculos de la carga sísmica basados en la ecuación (2) obtenidos de la NEC-15.

$$P = \frac{1}{2} * \rho * V_b^2 * C_e * C_f \quad (2)$$

En donde:

P = Presión de viento

ρ = Densidad del aire

V_b = Velocidad corregida

C_e = Coeficiente de entorno/altura

C_f = Coeficiente de forma

Por lo tanto:

$$P = \frac{1}{2} * 1,25 \frac{kg}{m^3} * (19,11)^2 * 0,8 * 0,3$$

$$P = 54,77 \text{ N/m}^2$$

3.2.3.5. Carga Sísmica.

Según la normativa NEC-15 [112], se ejecuta el análisis sísmico correspondiente que puede afectar en la estructura, en este proceso se considera varios puntos siendo principalmente importantes, como lo es el estudio de suelo y el desempeño de la estructura.

En la tabla 31 se exhibe una recopilación de datos para el cálculo de la carga sísmica obtenida a través de la NEC-15 Carga sísmica [112].

Tabla 31. Carga sísmica

| Carga de sismo (NEC-15 cargas sísmicas diseño sismo resistente) | | | |
|--|--------------|----------------|------------------------|
| Factores | Valor | Observ. | Referencia |
| Zona sísmica (Z) | 0,39 | | Fig. 1, Sección. 3.1 |
| Clase de suelo | B | | Tabla 2, Sección. 3.2 |
| Índice de lugar (F_a) | 0,99 | | Tabla 3, Sección 3.2.a |
| Índice de sitio (F_d) | 0,99 | | Tabla 4, Sección 3.2.a |
| Índice de comportamiento inelástico del suelo (F_s) | 0,75 | | Tabla 5, Sección 3.2a |
| Tiempo límite de vibración para el espectro sísmico elástico. (T_C) | 0,41 | Seg. | Fig. 2 Sección 3.3.1 |
| Tiempo límite de vibración para la espectro en desplazamientos (T_L) | 2,4 | Seg. | Fig. 2 Sección 3.3.1 |
| Periodo de Vibración estructural (T) | 0,38 | Seg. | Fig. 2 Sección 3.3.1 |
| Amplitud elástica de diseño en desplazamientos (S_d) | 0,992 | | Fig. 4 Sección 3.3.2 |
| Índice de importancia (I) | 0,99 | | Tabla 6, Sección 4.1 |
| Índice de irregularidad en planta (ϕ_P) | 0,99 | | Tabla 11 Sección. 5.2 |
| Índice de desigualdad en elevación (ϕ_E) | 0,99 | | Tabla 11 Sección 5.2 |
| Índice de disminución de resistencia sísmica (R) | 4,99 | | Tabla 13 Sección 6.3.d |

Fuente: NEC-15 [115]

El procedimiento para determinar la carga sísmica de diseño basado en la norma NEC-15 para el peligro sísmico se utilizará la ecuación (3).

$$V = \frac{I * S_d}{R * \phi_P * \phi_E} \quad (3)$$

En donde:

Z = Factor Z

I = Coeficiente de importancia

S_d = Espectro elástico de diseño en desplazamiento

R = Factor de reducción de resistencia

ϕ_P = Factor de irregularidad plana

ϕ_E = Factor de irregularidad en elevación

Wt = Carga reactiva

Por lo tanto:

$$V = \frac{1 * 0,992}{5 * 1 * 1} * Wt$$

$$V = 0,2 * Wt$$

3.2.4. Cálculo de correas

Para determinar el valor de las correas es necesario ubicar cada correa a 1,3 m para posteriormente determinar la sección colaborante para cada una de las mismas como se exhibe en la figura 42.

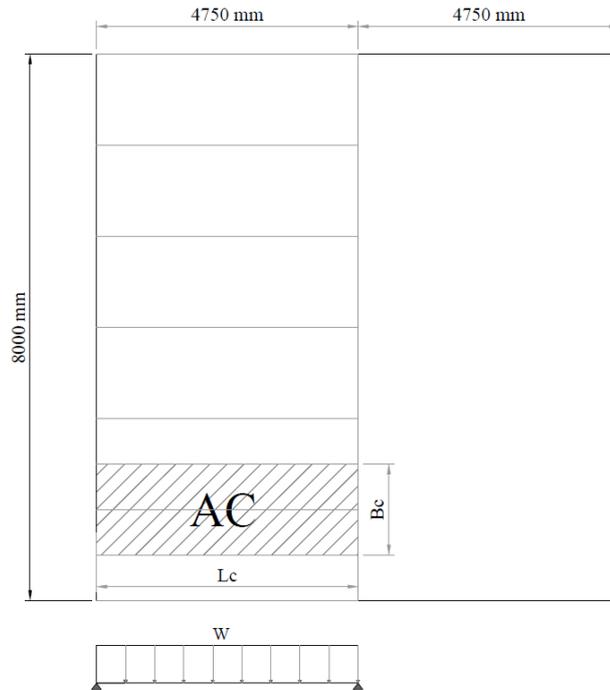


Figura 42. Área colaborante para correas.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Para realizar el cálculo de correas se utiliza las cargas estimadas anteriormente en la ecuación (4).

$$Ac = Lc * Bc \tag{4}$$

En donde:

$Bc =$ Ancho colaborante

$Ac =$ Área colaborante

$Lc =$ Longitud de correa

Por lo tanto:

$$Ac = 4,75 \text{ m} * 1,33 \text{ m}$$

$$Ac = 6,31 \text{ m}^2$$

Para seleccionar un larguero se debe tener en cuenta las cargas anteriormente calculadas, es decir:

- Carga de granizo: 100 N/m^2
- Carga de cubierta: $79,65 \text{ N/m}^2$

- Carga viva: 700 N/m^2
- Presión del viento: $54,77 \text{ N/m}^2$ (perpendicular a la superficie)

Cargas verticales:

$$(100 + 79,65 + 700) \text{ N/m}^2$$

$$879,65 \text{ N/m}^2$$

Angulo de la cubierta: $\alpha = 18^\circ$

$$Q_{y1} = 879,65 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * \text{Cos } 18^\circ = 836,59 \text{ N/m}^2$$

$$Q_{y2} = 54,77 \text{ N/m}^2$$

$$Q_y = Q_{y1} + Q_{y2} = (836,59 + 54,77) \text{ N/m}^2$$

$$Q_y = 891,36 \text{ N/m}^2$$

$$Q_x = 879,65 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * \text{Sen } 18^\circ = 271,83 \text{ N/m}^2$$

Para calcular la carga viva sobre la correa se utilizará la siguiente ecuación (5)

$$W_{x,y} = \frac{Ac * Q_{x,y}}{Lc} \quad (5)$$

En donde:

$W_{x,y}$ = Carga sobre la correa en x, y

Ac = Área colaborante

Lc = Longitud de correa

$Q_{x,y}$ = Carga en x, y

Por lo tanto:

$$W_y = \frac{6,31 \text{ m}^2 * 891,36 \text{ N/m}^2}{4,75 \text{ m}}$$

$$W_y = 1184,10 \text{ N/m}$$

$$W_x = \frac{6,31 \text{ m}^2 * 271,83 \text{ N/m}^2}{4,75 \text{ m}}$$

$$W_x = 361,10 \text{ N/m}$$

En las ecuaciones (6) y (7) se presenta la carga sobre la correa para obtener el cálculo de los momentos

$$M_x = \frac{W_y * L^2}{8} \quad (6)$$

$$M_y = \frac{W_x * L^2}{32} \quad (7)$$

En donde:

$W_{x,y}$ = Carga sobre la correa

L = Longitud

$M_{x,y} = \text{Momento}$

Por lo tanto:

$$M_x = \frac{1184,10 \text{ N/m} * (4,75 \text{ m})^2}{8} = M_x = 3339,53 \text{ N} * \text{m}$$

$$M_y = \frac{361,10 \text{ N/m} * (4,75 \text{ m})^2}{32} = M_y = 254,60 \text{ N} * \text{m}$$

Perfil seleccionado 100x50x3

$$S_x = 21,27 \text{ cm}^3 = 21,27 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$S_y = 14,39 \text{ cm}^3 = 14,39 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$fb_x = \frac{M_x}{S_x} = \frac{3339,53 \text{ N} * \text{m}}{21,27 \times 10^{-6} \text{ m}^3} = 159,63 \text{ MPa}$$

$$fb_y = \frac{M_y}{S_y} = \frac{254,60 \text{ N} * \text{m}}{14,39 \times 10^{-6} \text{ m}^3} = 17,69 \text{ MPa}$$

Según las propiedades del acero A-36 grado 50

$$Fb_x = 0,66 * Fy = 0,66 * 345 \text{ MPa} = 227,7 \text{ MPa}$$

$$Fb_y = 0,75 * Fy = 0,75 * 345 \text{ MPa} = 258,75 \text{ MPa}$$

En la ecuación de interacción (8) se muestra las cargas de flexión para garantizar que el perfil cumple con los requisitos establecidos.

$$I = \frac{fb_x}{Fb_x} + \frac{fb_y}{Fb_y} \quad (8)$$

$$I = \frac{159,63}{227,7} + \frac{17,69}{258,75}$$

$$0,77 < 1$$

\therefore Cumple el perfil seleccionado

3.2.5. Modelo de cercha

Para el diseño del galpón se va a utilizar una armadura tipo Howe, la cual se la define como una cercha constituida por elementos horizontales inferiores y superiores entre los cuales presentan barras longitudinales (verticales) y diagonales; mientras que los elementos verticales trabajan a en estado de tensión , y los diagonales en compresión [116]. Las armaduras Howe se pueden construir mediante una variedad de con materiales.

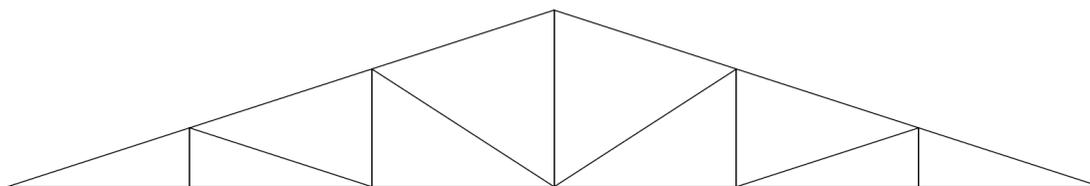


Figura 43. Modelo de cercha tipo Howe.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

3.2.6. Método de la Rigidez

Una vez obtenido las cargas se lleva a cabo el estudio adecuado mediante Excel ejecutando los parámetros fundamentales basados a la norma NEC-15 y el AISC 360.

Dependiendo de los valores obtenidos se define el esquema de la totalidad de la estructura logrando las exigencias mínimas de las normas mencionadas anteriormente.

Posteriormente, se realizará el análisis de la mitad de la viga $L = 4 \text{ m}$, debido a su simetría. Consecuentemente, se muestra los fundamentales factores que actúan sobre la viga del techo:

Es indispensable realizar el cálculo de la carga puntual que se va a ejercer en cada nodo de la cercha, por lo que se va a utilizar la ecuación (9).

$$F_{x,y} = W_{x,y} * L \tag{9}$$

En donde:

$W_{x,y}$ = Carga sobre la correa

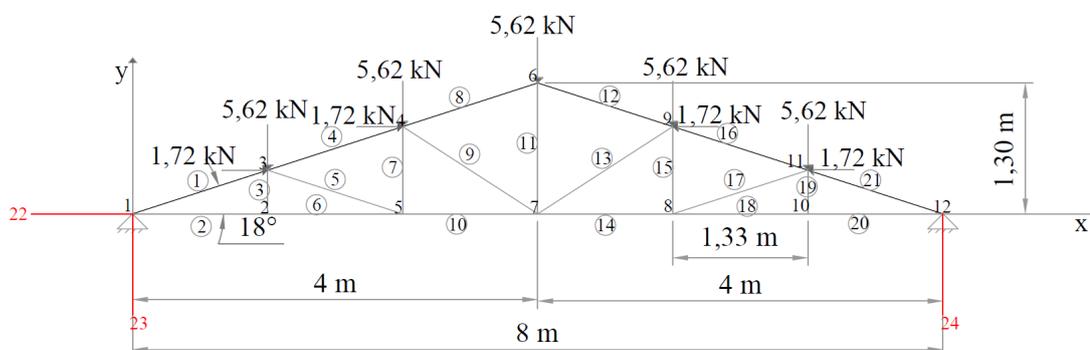
$F_{x,y}$ = Fuerza

L = Longitud del claro

Por lo tanto:

$$F_y = 1184,1 \frac{\text{N}}{\text{m}} * 4,75\text{m} = 5,625 \text{ kN}$$

$$F_x = 361,10 \frac{\text{N}}{\text{m}} * 4,75\text{m} = 1,72 \text{ kN}$$



Por cada nudo se generan 2 ecuaciones (10) y (11)

$$NUK = 12 * 2 = 24 \quad (10)$$

$$NEC = 24 \quad (11)$$

Donde a partir de las 2 ecuaciones se obtiene una ecuación (12):

$$ND = NUK - NEC \quad (12)$$

Obteniendo:

$$ND = 24 - 24 = 0$$

\therefore Armadura determinada

En los anexos B se presentan detalladamente el método de la rigidez.

En la figura 44 se presenta las cargas puntuales para cada nodo de la estructura.

| Nodo | | fila | E1 |
|------|---|------|----------|
| 1 | x | 1 | 0 |
| | y | 2 | 0 |
| 2 | x | 3 | 0 |
| | y | 4 | 0 |
| 3 | x | 5 | 1,72 |
| | y | 6 | -5,62 kN |
| 4 | x | 7 | 1,72 |
| | y | 8 | -5,62 kN |
| 5 | x | 9 | 0 |
| | y | 10 | 0 |
| 6 | x | 11 | 0 |
| | y | 12 | -5,62 kN |
| 7 | x | 13 | 0 |
| | y | 14 | 0 |
| 8 | x | 15 | 0 |
| | y | 16 | 0 |
| 9 | x | 17 | -1,72 |
| | y | 18 | -5,62 kN |
| 10 | x | 19 | 0 |
| | y | 20 | 0 |
| 11 | x | 21 | -1,72 |
| | y | 22 | -5,62 kN |
| 12 | x | 23 | 0 |
| | y | 24 | 0 |

Figura 44. Cargas en cada nodo de la estructura.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Para determinar las fuerzas y reacciones que tiene la cercha, se utilizara el método de la matriz inversa, teniendo en cuenta que la cercha es simétrica, por lo tanto; las incógnitas a resolver quedan expresadas con la siguiente ecuación (13)

$$Fs = [B]^{-1} * [P] \quad (13)$$

| Fuerzas y reacciones | | | |
|----------------------|----|-----|---------|
| 1 | 1 | -45 | Critico |
| | 2 | 43 | kN |
| 2 | 3 | 0 | kN |
| | 4 | -37 | kN |
| 3 | 5 | -10 | kN |
| | 6 | 43 | kN |
| 4 | 7 | 3 | kN |
| | 8 | -29 | kN |
| 5 | 9 | -11 | kN |
| | 10 | 34 | kN |
| 6 | 11 | 12 | kN |
| | 12 | -29 | kN |
| 7 | 13 | 11 | kN |
| | 14 | 34 | kN |
| 8 | 15 | 3 | kN |
| | 16 | -37 | kN |
| 9 | 17 | -10 | kN |
| | 18 | 43 | kN |
| 10 | 19 | 0 | kN |
| | 20 | 43 | kN |
| 11 | 21 | -45 | kN |
| | 22 | 0 | Rx |
| 12 | 23 | -14 | Ry |
| | 24 | -14 | Ry |

Figura 45. Fuerzas y reacciones en cada nodo de la estructura.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Para el diseño del perfil se toma el valor de los elementos 1 y 21 que tiene un valor de 45 kN (4591,8 kg) como se puede observar en la figura 45, para una longitud de ancho colaborante de $L = 1,33$ m.

Para un tubo de 75x2:

- Área: $5,74 \text{ cm}^2$
- $r_x = r_y = 2,97 \text{ cm}^2$

En una armadura los elementos están articulados por tanto $K=1$; $KL=4,75 \text{ m} \approx 475 \text{ cm}$

- $f_a = \frac{P}{A} = \frac{4591,8 \text{ kg}}{5,74 \text{ cm}^2} = 799,15 \text{ kg/cm}^2$
- $\lambda = \frac{KL}{r} = \frac{133 \text{ cm}}{2,97 \text{ cm}} = 44,78 \approx 45$

Mediante el Manual AISC 9na ed. [117, pp. 3-16] se obtiene:

- $F_a = 18,78 \text{ KSI} = 1322,5 \text{ kg/cm}^2$

Por lo tanto:

$$799,15 \text{ kg/cm}^2 < 1322,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a < F_a$$

∴ Cumple el perfil seleccionado

Para determinar los desplazamientos generados a través de las cargas expresadas con la siguiente ecuación (14)

$$\Delta = [k]^{-1} * [P] \quad (14)$$

| Desplazamiento | | | | | |
|----------------|---|-----------|---|-------|----|
| 1 | x | -6,98E-23 | m | 0,00 | cm |
| | y | -6,82E-09 | m | 0,00 | cm |
| 2 | x | 4,85E-04 | m | 0,05 | cm |
| | y | -6,70E-03 | m | -0,67 | cm |
| 3 | x | 1,62E-03 | m | 0,16 | cm |
| | y | -6,70E-03 | m | -0,67 | cm |
| 4 | x | 1,68E-03 | m | 0,17 | cm |
| | y | -8,30E-03 | m | -0,83 | cm |
| 5 | x | 9,71E-04 | m | 0,10 | cm |
| | y | -8,32E-03 | m | -0,83 | cm |
| 6 | x | 1,35E-03 | m | 0,13 | cm |
| | y | -8,40E-03 | m | -0,84 | cm |
| 7 | x | 1,35E-03 | m | 0,13 | cm |
| | y | -8,53E-03 | m | -0,85 | cm |
| 8 | x | 1,73E-03 | m | 0,17 | cm |
| | y | -8,33E-03 | m | -0,83 | cm |
| 9 | x | 1,02E-03 | m | 0,10 | cm |
| | y | -8,30E-03 | m | -0,83 | cm |
| 10 | x | 2,21E-03 | m | 0,22 | cm |
| | y | -6,71E-03 | m | -0,67 | cm |
| 11 | x | 1,08E-03 | m | 0,11 | cm |
| | y | -6,71E-03 | m | -0,67 | cm |
| 12 | x | 2,70E-03 | m | 0,27 | cm |
| | y | -6,82E-09 | m | 0,00 | cm |

Figura 46. Desplazamientos en cada nodo de la estructura.

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

De los resultados obtenidos de la figura 46 se tiene que el desplazamiento máximo en el nudo 7 es de 0,85 cm.

Por lo tanto:

$$Deflexión\ admisible = \frac{L}{500} = \frac{800}{500} = 1,6\ cm$$

$$Deflexión\ real = 0,85 < 1,6\ cm$$

∴ Cumple el perfil seleccionado

Por lo tanto el tubo de 75x2 es adecuado para los perfiles de la armadura una vez comprobado a flexión y deflexión.

3.2.7. Cálculo de las columnas

Para el dimensionamiento de la columna hay que tener en cuenta la deflexión provocada por la carga crítica que soportara la estructura, es decir por el lado más flexible causada en la menor inercia de la sección del perfil. En la figura 47 se muestran las reacciones que actúan en la columna.

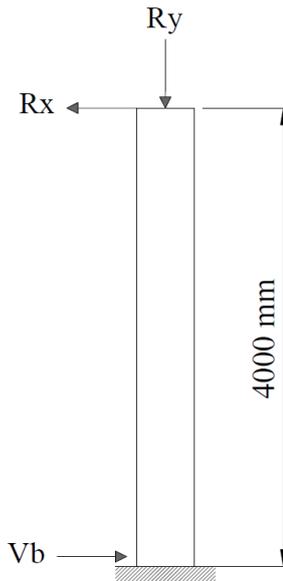


Figura 47. Reacciones resultantes en columna.
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

Con el peso de la estructura obedecen tanto de las cargas constantes, así como también de las cargas muertas, vivas y sísmicas.

La estructura de cubierta tendrá un peso en un vano de $3189 \text{ kg} = 31,25 \text{ kN}$

Por lo tanto:

$$Wt = 31,25 \text{ kN}$$

La carga sísmica será:

$$0,2 * 31,25 \text{ kN} = 6,25 \text{ kN}$$

De las fuerzas obtenidas en el análisis matricial (ver figura 45), se tiene que la carga vertical P es de 14 kN.

Propiedades del perfil IPAC 150X150X5

- Área: $28,36 \text{ cm}^2$
- Radio de giro: $5,89 \text{ cm} \approx 2,31 \text{ plg}$
- $S_x = S_y = 130,98 \text{ cm}^3 \approx 1,30 \times 10^{-4} \text{ m}^3$
- $K = 1,85$; para pórticos desplazables (Manual AISC 9ed, pág. 3-4, figura 1)
- $L = 4 \text{ m} \approx 157,48 \text{ plg}$
- $KL = 1,85 * 4 = 7,4 \text{ m} = 24,27 \text{ pies}$
- $M_x = 6,25 \text{ kN} * 4 \text{ m} = 24 \text{ kN*m}$

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{14 \text{ kN}}{28,36 \text{ cm}^2} = 4936530 \text{ Pa} = 4,93 \text{ MPa}$$

$$Fb_x = \frac{M_x}{S_x}$$

$$fb_x = \frac{24 \text{ kN} * \text{m}}{1,30 \times 10^{-4} \text{ m}^3} = 184,62 \text{ MPa}$$

Según las propiedades del acero A-36 grado 50

$$Fb_x = 0,6 * Fy = 0,6 * 345 \text{ MPa} = 207 \text{ MPa}$$

$$\lambda = \frac{kL}{r} = \frac{24,27 * 12}{2,31} = 126,08 \approx 127$$

Para la tabla C-36 del manual del AISC 9na Edición [117] se obtiene el valor de Fa de 9,26 KSI \approx 63,84 MPa. En la ecuación de interacción (15) se muestra las cargas axiales y de flexión para garantizar que el perfil cumple con los requisitos establecidos.

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fb_x}{Fb_x} \leq 1 \quad (15)$$

$$\frac{4,93 \text{ MPa}}{63,84 \text{ MPa}} + \frac{184,62 \text{ MPa}}{207 \text{ MPa}} \leq 1$$

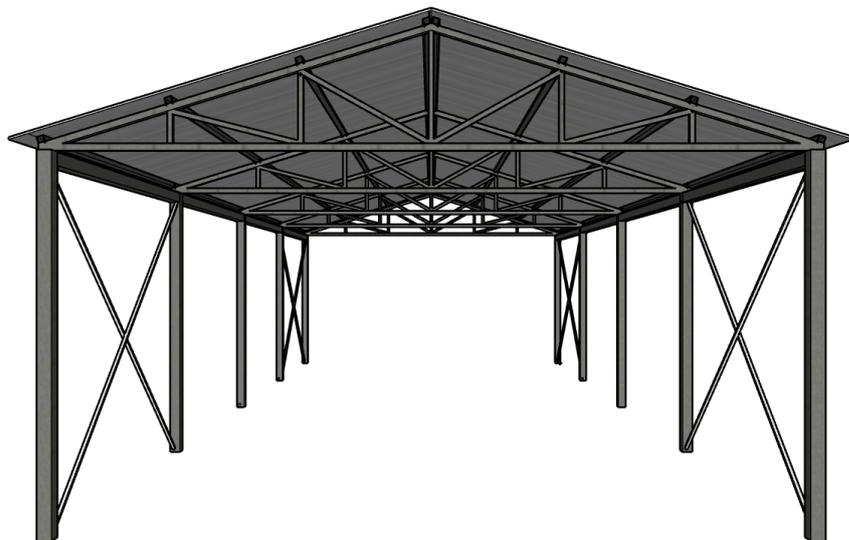
$$0,97 \leq 1$$

\therefore Cumple el perfil seleccionado

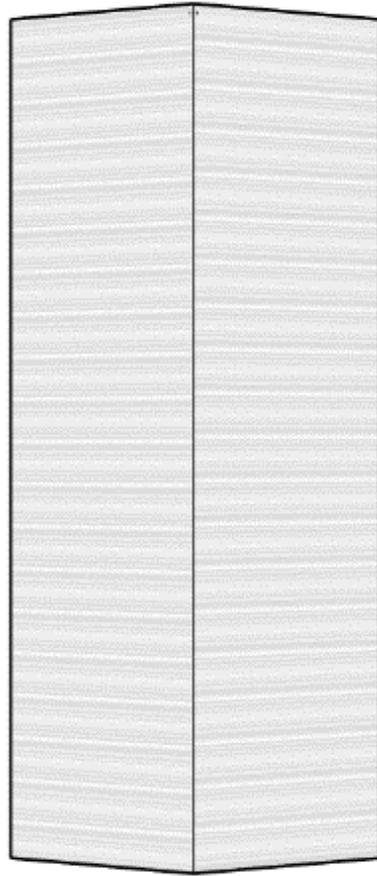
3.2.8. Modelación en 3D de la estructura

Para obtener el modelo virtual basado en los cálculos realizados, se utilizará SketchUp Pro como herramienta de modelado y creación de gráficos tridimensionales en la representación de la estructura del galpón para la planta piloto.

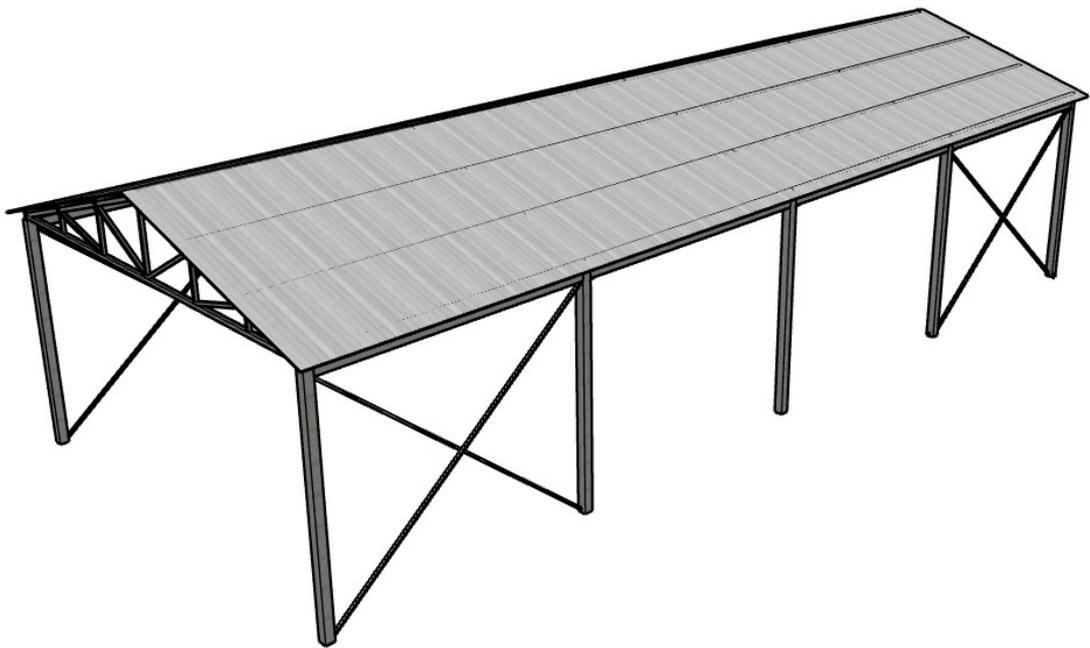
En la figura 48 se presenta las diferentes vistas que conforma el galpón.



(a)



(b)



(c)

Figura 48. a) Vista frontal. b) Vista superior. c) Vista isométrica a construir
Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

Un análisis económico es trascendental para tomar decisiones, fundamentalmente para la aplicación y funcionamiento de un trabajo que genere ganancias y exprese una medida de rentabilidad. En este capítulo se efectuará un análisis de costos generados por la implementación de la maquinaria, construcción del prototipo, mano de obra directa e indirecta, insumos de construcción, etc. Dichos costos deben ser estudiados por la directiva de la asociación “Campo Verde” con el objetivo de verificar la factibilidad del diseño.

4.1. Análisis de costos

Para obtener el costo total de la construcción de la planta se requiere establecer todos los materiales, procesos y gastos adicionales que intervienen. Estos se los clasifica de la siguiente manera:

- **Costos directos:** fabricación, maquinaria y personal de obra
- **Costos indirectos:** materiales consumibles y costos no reembolsables

4.1.1. Costos directos

Según Reveles et al. [118] los costos directos, son aquellos que pueden vincularse de forma clara con la producción y comercialización de bienes o servicio, los mismos que constituyen la cantidad y costos a pagar.

Uno de los principales rubros que la empresa debe asumir es el costo por la compra de la leche cruda la misma que actualmente para el año 2021 está a \$ 0,41 ctvs. de dólares americanos, considerando que genera 2500 L/día de leche por ofertar.

Cabe indicar que la cantidad de leche cruda será destinada para las 3 líneas de producción, siendo 1000 L de leche pasteurizada enfundada, 100 quesos de 500 g de queso y 480 L de yogur. En la tabla 32, se especifican los costos directos.

Tabla 32. Costos directos

| Descripción | Valor |
|------------------------------------|---------------------|
| Producto básico diario | \$ 1315,73 |
| Personal de obra directa | \$ 12430,00 |
| Trabajo preliminares | \$ 8216,18 |
| Estructura metálica | \$ 16277,20 |
| Mampostería | \$ 9424,25 |
| Pisos | \$ 1604,28 |
| Cubiertas y cielo raso | \$ 1585,39 |
| Revestimientos y acabados | \$ 3811,56 |
| Carpintería de manera | \$ 617,92 |
| Carpintería metálica y de aluminio | \$ 3942,15 |
| Obras exteriores | \$ 224,96 |
| Instalaciones eléctricas | \$ 6408,11 |
| Instalaciones hidrosanitarias | \$ 925,12 |
| Sistema de agua potable | \$ 3121,03 |
| Alcantarillado | \$ 755,57 |
| Drenaje de aguas lluvias | \$ 971,57 |
| Sistema de tubería de vapor | \$ 3665,72 |
| Maquinaria | \$ 137916,83 |
| SUBTOTAL | \$ 213213,55 |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

4.1.2. Costos indirectos

Son considerados costos de fabricación, es decir todos aquellos costos que actúan dentro de todo el proceso para un bien o servicio sin afectar al producto final [119], sin embargo, son fundamentales para determinar el costo total de la implementación. En la tabla 33 se detallan los costos indirectos.

Tabla 33. Costo del transporte

| Descripción | V. Total |
|-----------------------------------|--------------------|
| Transporte | \$ 80,00 |
| Mantenimiento de maquinaria anual | \$ 10930,00 |
| SUBTOTAL | \$ 11010,00 |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores.

El costo de mantenimiento anual es de \$10930,00 teniendo en consideración que los valores cambian conforme las fallas que tenga la maquina a lo largo de su vida útil.

4.2. Costos de implementación futura

La asociación “Campo Verde” se plantea a futuro implementar un área para la producción de manjar de leche, en la tabla 34 se define los rubros que se usarán para una manufactura de 238 kg utilizando envases estándar de 200 g, teniendo en cuenta

el costo de la materia prima como leche, azúcar, bicarbonato de sodio y sorbato de potasio con sus precios unitarios respectivos.

En el anexo E se presenta el plano general con su respectiva distribución de maquinaria

Tabla 34. Costo de implementación futura

| Descripción | V. Total |
|--|--------------------|
| Materia prima diaria (manjar de leche) | \$ 128,00 |
| Maquinaria | \$ 9934,40 |
| SUBTOTAL | \$ 10062,40 |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores

El costo por producir 238 kilogramos de manjar de leche es de \$128,00. Cabe recalcar que depende de cada empresa como maneja el sabor y textura del producto.

4.3. Costo absoluto del proyecto

Para obtener el costo absoluto del proyecto calculados previamente por medio de los costos directos e indirectos se unen obteniendo un valor total de **\$ 224223,55 USD.**

Se recomienda agregar un 1 % del valor total del proyecto exigido por los rubros inesperados, obteniendo un valor total de **\$ 226465,78 USD**

4.4. Rentabilidad del proyecto

Para analizar la factibilidad del proyecto es imprescindible usar indicadores financieros, logrando de esta manera reducir la inseguridad de la misma. Adicionalmente establece egresos y futuros beneficios que obtendrá el proyecto [120].

4.4.1. VAN (Valor actual neto)

Según Arroyo y Vásquez [121] en su investigación sobre la ingeniería económica menciona que, el VAN (valor actual neto) igualmente denominado VPN (valor presente neto) es un indicador que precisa si un proyecto es viable a través de criterios tales como:

- VAN>0, Es recomendable realizar la inversión del proyecto, produce ganancias.
- VAN=0, El proyecto no produce beneficios ni déficit.
- VAN<0, No es recomendable realizar la inversión, produce déficit.

Para determinar es necesario utilizar la siguiente ecuación (16).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} \quad (16)$$

En donde:

BN_t = Beneficio netos en el tiempo (t)

i = Tasa de rebaja

I_0 = Inversión en el tiempo cero

n = Vida apropiada del proyecto

Para evaluar la afluencia de ingresos se tomará en consideración la máxima capacidad de producción de las marmitas correspondiente a 2000 L/día y 500L/día para una producción futura de manjar de leche por lo que no se contaría aún como ingreso fijo. En la tabla 35 se muestra de manera más resumida los ingresos.

Tabla 35. Ingresos totales

| Descripción | V. mensual | V. anual |
|--------------|--------------------|---------------------|
| Ingresos | \$ 56520,00 | \$ 687660,00 |
| TOTAL | \$ 56520,00 | \$ 687660,00 |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores

Agrupando las ganancias mencionadas anteriormente se obtiene un flujo de ingresos totales de **\$ 56520,00 mensuales y \$ 687660,00 anuales**

Para obtener la fluencia de egresos es necesario considerar 4 factores los cuales se presentan en la tabla 36.

- **Producto primario para enfundado y envasado:** Se cree que el costo de producción se sujeta aproximadamente en \$ 1315,75 USD diarios para los 3 procesos siendo leche pasteurizada enfundada, queso fresco y yogur obteniendo un rubro mensual de \$ 39471,90 USD.
- **Combustible para el caldero:** Mediante la ficha técnica la caldera consume 9 BPH al 100 % de su capacidad funcionamiento las 12 horas del día manteniendo una temperatura necesaria para cada etapa un valor usado de \$ 5054,40 USD mensual.
- **Servicios básicos:** El rubro puede variar dependiendo el tiempo de servicio de las instalaciones, siendo un aproximado de \$ 550,00 USD mensualmente.
- **Pago de empleados:** Según la decisión del ministerio de trabajo determino el salario básico unificado es de \$ 600,00 USD, considerando que se labora 12 horas contratando 8 personas un valor total de \$ 4800,00 USD mensuales.

Tabla 36. Egresos totales

| Descripción | V. mensual | V. anual |
|--------------------|--------------------|---------------------|
| Egresos | \$ 49876,15 | \$ 598513,80 |
| TOTAL | \$ 49876,15 | \$ 598513,80 |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores

El VAN debe obtenerse mediante un análisis de FNE (flujo neto efectivo) adaptado al diseño en el cual se miden los ingresos y egresos en los distintos plazos, con una tasa de interés efectiva actualmente regulado por el BCE (banco central del Ecuador) para el año 2021 de 11,08 %, de esta manera cuantificar la viabilidad teniendo en cuenta que, en el primer año, se efectúa la inversión sin que produzca ganancias exhibido en la tabla 37.

Tabla 37. Cálculo del VAN (valor actual neto)

| Año | Flujos entrantes | | Flujos salientes | | FNE |
|------------|-------------------------|---------------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| | Mensual | Anual | Mensual | Anual | |
| 0 | - | - | - | - | \$ 226465,78 |
| 1 | \$ 56520,00 | \$ 687660,00 | \$ 49876,15 | \$ 598513,80 | \$ 89146,20 |
| 2 | \$ 56520,00 | \$ 687660,00 | \$ 49876,15 | \$ 598513,80 | \$ 89146,20 |
| 3 | \$ 56520,00 | \$ 687660,00 | \$ 49876,15 | \$ 598513,80 | \$ 89146,20 |
| 4 | \$ 56520,00 | \$ 687660,00 | \$ 49876,15 | \$ 598513,80 | \$ 89146,20 |
| 5 | \$ 56520,00 | \$ 6 87660,00 | \$ 49876,15 | \$ 598513,80 | \$ 89146,20 |
| | | | | | VAN \$ 555278,98 |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores

Para generar rentabilidad en el plazo deseado es preciso que el indicativo VAN produzca un resultado positivo, de tal manera informando que el diseño es factible.

4.4.2. TMAR (tasa mínima aceptable de rendimiento)

Según Baca Currea G. [122] expresa que, el TMAR es utilizado para establecer las ganancias de un proyecto siendo las mismas superiores a la inflación local, siendo un promedio entre el año 2012 al 2021 un valor de 1,77 % según la INEC [123] y a su vez con un riesgo país para los inversionistas del 5 %. Para la obtención de la tasa se utiliza la ecuación (17).

$$TMAR = i + f \quad (17)$$

En donde:

i = tasa riesgo país

f =inflación actual

4.4.3. TIR (tasa interna de retorno)

De acuerdo con Mele M. [124] el TIR es un valor que indica la factibilidad de una propuesta anualmente y se identifica como la tasa de amortización que igual al VAN de los ingresos y gastos. Para indicar la rentabilidad se debe cumplir el siguiente criterio:

- TIR > TMAR

A través de la ecuación (18) se puede realizar el cálculo.

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (18)$$

4.4.4. PRI (precio de recuperación de la inversión)

En la investigación sobre los proyectos de inversión Fernández S. [125] menciona que, el PRI o también conocido como “*Payback period*” es un indicador que permite al inversionista determinar el tiempo en el cual el dinero invertido inicial del proyecto retorne. La misma que se obtiene a través de la ecuación (19).

$$PRI = N + \frac{i - f}{F} \quad (19)$$

En donde:

N = Año inmediato anterior de inversión recuperada.

i = Inversión inicial.

f = Afluencia de caja agregada del año anterior inmediato de inversión recuperada.

F = Afluencia de caja del año de inversión recuperada.

En la tabla 59 se muestran los indicadores TIR y PRI, los cuales se determinan mediante los valores efectivos de la inversión.

Tabla 38. Cálculo del valor TIR Y PRI

| Año | Inversión | Flujo acumulado |
|------------|------------------|------------------------|
| 0 | \$ 226 465,78 | - |
| 1 | \$ 89146,20 | \$ 89146,20 |
| 2 | \$ 89146,20 | \$ 178292,40 |
| 3 | \$ 89146,20 | \$ 267438,60 |
| 4 | \$ 89146,20 | \$ 356584,80 |
| 5 | \$ 89146,20 | \$ 445731,00 |
| | TIR | 28 % |
| | PRI | 2,54 años |

Elaborado por: Germain Freire y Harrison Flores

Mediante los valores obtenidos en la tabla 37 y 38, se determina lo siguiente:

- VAN= \$ 555278,98 > 0
- TMAR= 6,77 %
- TIR= 28 % > TMAR
- PRI= 2,54 ≈ 3 Años

Posteriormente se aplica la ecuación (19) y se establece el tiempo de retorno de la inversión, el cual sería aproximadamente de 3 años.

CONCLUSIONES

Se realizó el diseño de una planta para el procesamiento de productos lácteos, que cumpla con los estándares de calidad que exige el mercado, tomando en cuenta el alcance actual de materia prima en la asociación y el aumento de capacidad de la misma para una futura producción mayor.

Con base a la investigación realizada se estableció el proceso adecuado para la asociación agropecuaria “Campo Verde” en el sector de Turucucho cantón Cayambe, siendo uno de los más importantes centros en la industria láctea en la provincia de Pichincha, produciendo alrededor de 5000 litros diarios de leche destinados en la mayor parte a centros de acopio para ser revendidos a grandes industrias lácteas del Ecuador.

El centro de acopio “Campo Verde” cuenta con un espacio disponible plano de alrededor de 500 m² facilitando el rediseño de la planta, haciendo uso de las instalaciones ya existentes con un área actual de 77 m², logrando de esta manera tecnificar en la cadena de producción, obteniendo productos procesados de calidad.

Mediante el método SLP (systematic layout planning, por sus siglas en inglés) se obtuvo las diferentes alternativas de distribución de la planta, cumpliendo de esta manera los parámetros más favorables la alternativa C, la misma que obtuvo una ampliación del 85,71 %, es decir 143 m² para producir 2500 L/día de leche y un espacio de ampliación futura de 32 m² para la producción de manjar de leche.

Para el dimensionamiento de la infraestructura para el galpón, basados en la normativa NEC-15 y AISC 360, se utilizó el método de la rigidez obteniendo los perfiles adecuados para las correas y columnas, logrado valores menores a 1, por lo que se considera que los perfiles cumplen.

Es necesario en una empresa dedicada a los alimentos poner en práctica un plan de manejo de garantía alimenticia fundamentada en la norma ISO 22000 y AISI 304 que garanticen las maquinarias y los diferentes equipos de producción requeridos en la industrial, por lo cual se utilizó para el procesamiento de leche pasteurizada, queso y yogur, obteniendo un precio total para la maquinaria de **\$137916,83 USD**

La evaluación financiera se obtuvo mediante la productividad mensual con la instalación de todos los equipos utilizando la información más cercana a la realidad,

mediante cotizaciones de precios en el mercado actual, que permitan obtener un alto grado de exactitud al momento de evaluar mediante los indicadores VAN, TIR y PRI. Obteniendo inicialmente una inversión total del proyecto de **\$ 226465,78 USD** con una TIR del 28 % de la inversión en un periodo de 3 años, lo cual lo convierte en un proyecto rentable.

RECOMENDACIONES

Es importante que la Asociación Agropecuaria “Campo Verde” organice los puestos de trabajo según la distribución planteada, optimizando los procesos para las tres líneas de producción.

Se deberá tomar en cuenta que las líneas de producción deben estar sujetas a las cantidades de producción diaria mencionadas anteriormente, con el fin de generar ingresos, de tal manera que la Asociación Agropecuaria “Campo Verde” pueda recuperar su inversión en el tiempo establecido.

Es necesario realizar capacitaciones a los trabajadores sobre seguridad, higiene industrial y capacitaciones técnicas, de tal manera que impidan tiempos improductivos debido a la carencia de información para la operación de la maquinaria, generando una mejora continua en los procesos de producción.

Establecer un cronograma de mantenimientos preventivos y predictivos, además de realizarlos con un personal calificado, para no sufrir paros en la producción que generarían cuantiosas pérdidas.

LISTA DE REFERENCIAS

- [1] OPS/OMS, «Organización panamericana de la salud,» [En línea]. Available: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es. [Último acceso: 18 enero 2021].
- [2] W. O. Sanmartín Hurtado y M. J. Benenaula Ramón, «Diseño y construcción de un homogeneizador por inmersión de alto cizallamiento, para la empresa FORMALAB,» Repositorio UPS, Cuenca, 2016.
- [3] G. M. Ortíz Bustos, «Evaluación del efecto de cuatro métodos de inoculación de dos cepas de *Azospirillum* spp, en el cultivo de maíz en las provincias de Imbabura y Pichincha,» Repositorio Universidad técnica de Ambato, Ambato, 2010.
- [4] V. E. Rivera Guerra, «Evaluación de distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy) para la realización de queso fresco,» Repositorio ESPOCH, Riobamba, 2012.
- [5] R. C. Bailón Neira, «Fermentaciones industriales,» Repositorio Universidad Nacional Del Callao, Perú, 2012.
- [6] E. M. Chachaguasay Lobato y C. E. Picho Barrionuevo, «Diseño y construcción de una marmita cilíndrica con agitador y fondo esférico con rango de temperatura de 70°C a 80°C para producción de 50 litros de aderezos,» Repositorio UPS, Quito, 2016.
- [7] W. M. Vacacela Miranda, «Estudio de parámetros de combustión en un calderín de 2 BHP y su efecto sobre la eficiencia,» Repositorio Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2011.
- [8] C. I. Avila Alvarado, A. Lopez Hernández y M. A. Ramírez Méndez, «Análisis de ingeniería de una cámara frigorífica para el almacenamiento y conservación del helado,» Repositorio Instituto Politécnico Nacional, México, 2010.
- [9] INIAP, «Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.iniap.gob.ec/>. [Último acceso: 1 Marzo 2021].
- [10] G. y P. Ministerio de Agricultura, «MAGAP,» 17 Septiembre 2013. [En línea]. Available: www.magap.gob.ec. [Último acceso: 19 marzo 2021].
- [11] CIL ECUADOR, «CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA DEL ECUADOR,» 08 agosto 2015. [En línea]. Available: https://e152f73b-81b4-4206-a6ee-8b984b6a13b0.filesusr.com/ugd/6cc8de_48be52bff910412392ce227a705ddc42.pdf. [Último acceso: 26 febrero 2021].
- [12] CILEC ECUADOR, «Centro de la industria láctea del Ecuador,» 2018. [En línea]. Available: https://e152f73b-81b4-4206-a6ee-8b984b6a13b0.filesusr.com/ugd/6cc8de_513a9bb8db76451a9a74586d7902bb3b.pdf. [Último acceso: 27 febrero 2021].

- [13] Ramirez, La leche y las industrias de la leche, 2da ed., Santiago de Chile: Zig- Zag, 1939.
- [14] N. P. Wong, R. Jenness, M. Keeney y E. H. Marth, Fundamentals of Dairy Chemistry, 3ra ed., 1998.
- [15] CANILEC, «El libro Blanco de la leche y los productos lacteos,» Marzo 2011. [En línea]. Available: www.canilec.org.mx. [Último acceso: 03 marzo 2021].
- [16] J. Amiot, «Ciencia y tecnología de la leche,» Editorial Acribia, S.A., 1991.
- [17] M. Medallo Bosque, Producción de leche en zonas templadas y tropicales, 1 ed., Mexico: Trillas, 2010.
- [18] FAO, «Food and Agriculture Organization of the United Nations,» 10 Enero 2021. [En línea]. Available: http://www.fao.org/agriculture/dairygateway/leche-y-productos-lacteos/peligros-para-lasalud/es/#.VbPUSaR_Oko.
- [19] A. P. Fernandez, «Determinación del índice de bacterias mesofilicas aerobias presentes en la leche cruda bersus leche pasteurizada que se comercializan en la zona urbana de la ciudad de Popayan,» UNAD, Popayan, 2006.
- [20] M. H., «Producción Higiénica de la leche cruda: Una guía para la pequeña y mediana empresa,» Guatemala, Chile, 2000.
- [21] G. Gómez, «Estudio de factibilidad para el montaje de fábrica de lácteos en fincas productoras de leche del municipio de Cajinga.,» Cotopaxi, 2000.
- [22] J. M. Herrera Vite y K. C. Arroyo Valencia, «Análisis de la actividad ganadera en función de la capacidad instalada y competencias de talento humano a nivel asociativo en las comunidades productoras de leche del norte del Cantón Cayambe y Pedro Moncayo en el periodo 2004-2011,» Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2013.
- [23] K. E. Sánchez Guerrero y R. S. Vinueza Zapata, «Análisis del impacto de la política por pago de la calidad al litro de leche a las áreas económico-financiera y social a los centros de acopio del sector norte del Cantón Cayambe periodo (2008-2013),» Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2015.
- [24] D. Saavedra, R. Téllez y C. Uri, «Cadena de comercializacion de la leche,» Instituto Centroamericano de Cooperacion para la Agricultura, Managua, 2002.
- [25] L. R. Lema Tipan, «Elaboración del manual de buenas prácticas de manufactura (BPM), para el centro de acopio de leche, de la asociación agropecuaria luz y vida.,» Latacunga, 2013.
- [26] J. L. Parra Arango, S. M. Pinzón, W. A. Correal, Ó. J. Cerinza y A. Rojas Barreto, Buenas prácticas de ordeno manual para mejorar la calidad de leche, Colombia: Litografía La Bastilla, 2006.
- [27] L. Á. Nepas Tipanluisa, «Estudio de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de derivados de leche (queso fresco, queso con especias y yogurt) en la

- asociación artesanal oro blanco "AAROB" Olmedo-Ecuador,» Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2012.
- [28] L. Bernal, M. Rojas y C. Ortega, «Determinación de la caludad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos del estado de México.,» México, 2007.
- [29] R. Romero del Castillo Shelly y J. Mestres Larringa, «Productos Lácteos Tecnología,» Edicions UPC, 2004.
- [30] INEN, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 2008. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9.pdf>. [Último acceso: 02 03 2021].
- [31] «Infolacteos,» 15 junio 2011. [En línea]. Available: <http://infolacteosena.blogspot.com/2011/06/procesos.html>. [Último acceso: 15 marzo 2021].
- [32] «GURME,» [En línea]. Available: <https://sevilla.abc.es/gurme/productos/la-leche-procesos-y-presentacion/>. [Último acceso: 15 marzo 2021].
- [33] R. R. Gutierrez Morote, «Control de calidad durante el proceso de fabricación de leche entera evaporada en envase de hojalata,» Repositorio Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima , 2018.
- [34] CATHOLIC RELIEG SERVICES, «Procesamiento de leche y elaboración de productos lácteos,» EDISA, Managua, 2015.
- [35] L. A. Condori Fernandez, «Análisis fisico quimico de la leche,» 2010.
- [36] N. Y. Herrera Dután, «Guía de implementación de la normativa BPM, en el diseño civil, contrucción y montaje de una planta procesadora de lácteos para AGALEC,» Repositorio Universidad del Azuay, Cuenca, 2016.
- [37] M. d. P. Galván Díaz, «Proceso básico de la leche y el queso,» *Revista Digital Universitaria*, vol. 6, nº 9, 2005.
- [38] J. M. Hernandez Benedi, *La refrigeración de la leche*, Madrid: Ministerio de agricultura, 1975.
- [39] S. Melo, «Procesos térmicos a altas temperaturas: Esterilización de la leche evaporada.,» Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico, 2016.
- [40] P. Battro, *Quesos Artesanales*, Buenos Aires: ALBATROS SACI, 2010.
- [41] FENIL, «GUÍA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS DE CONTROL CRÍTICO (APPCC),» 2015.
- [42] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Agencia Española de Cooperación Internacional., *Industria de la leche tratada termicamente: Guía para Aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARCPC)*, San José: IICA, 1999.

- [43] Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición, «Uso de cloruro cálcico (coadyuvante/aditivo) en quesos,» Ministerio de sanidad servicios sociales e igualdad, 2017.
- [44] A. Eck y J.-C. Gilis, *Cheesemaking: From Science to Quality*, Reino Unido : Lavoisier, 2000.
- [45] C. C. Datsa Martinez, «Quesos madurados, compisición química, clasificación, características, formas de procesamiento y equipos y maquinarias,» Repositorio Universidad Nacional de Educación, Lima, 2017.
- [46] INEN, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1528.pdf>. [Último acceso: 02 03 2021].
- [47] N. M. Vega Herrera, «Diseño de plan de mejoramiento de los proesos de producción de yogurt, queso doble crema y queso pasteurizado en la empresa SCALEA S.A.S,» Repositorio Uptc, Colombia, 2016.
- [48] M. R. Novilos Carchi, «Repositorio Universidad Técnica de Ambato,» 06 2011. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3258>. [Último acceso: 26 02 2021].
- [49] E. . C. Guaraca Pino y L. A. Guaraca Sigüencia, «Guía técnica para la pasteurización de la leche,» Repositorio Institucional Universidad de Cuenca, Tambo, 2019.
- [50] A. M. Martínez y M. R. Rosenberger, «MODELADO NUMÉRICO DE PASTEURIZACIÓN ARTESANAL DE LECHE Y JUGOS NATURALES,» *Mecánica Computacional* , vol. 32, pp. 2485-2501, 2013.
- [51] M. R. Novilos Carchi, «Uso decuaje vegetal (Leche de higo verde - Ficus CCarica Linnaeus) para la elaboración de queso fresco,» Repositorio Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2011.
- [52] Brinsa, «Brinsa Química,» 16 04 2018. [En línea]. Available: <http://www.brinsaquimica.com.co/wp-content/uploads/2018/07/4.Ficha-de-Seguridad-Cloruro-de-Calcio.pdf>. [Último acceso: 02 03 2021].
- [53] A. E. Sánchez Zumba , «Elaboración de un manual de operaciones para el proceso de fabricación de queso fresco de calidad en la empresa Aychapicho Agro's S.A.,» Repositorio Digital - EPN, Quito, 2015.
- [54] FAO-PRODAR, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/au170s/au170s.pdf>. [Último acceso: 02 03 2021].
- [55] INEN, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 2011. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>. [Último acceso: 26 02 2021].

- [56] M. E. Vera Balcázar, «Elaboración y aplicación gastronómica del yogur,» Repositorio Institucional Universidad de Cuenca, Cuenca, 2011.
- [57] L. Carpio Sanchez , «Factores asociativos a la adulteración comercial de leches y yogures en Guayaquil,» Repositorio UG, Guayaquil, 2001.
- [58] O. A. Cueva Castillo, «Elaboración de yogur firme sabor fresa,» Biblioteca digital Wilson Popenoe, Honduras, 2003.
- [59] J. A. Díaz Pereira, «Desarrollo de un yogurt tipo I de plátano para la empresa de lácteos "El Belén",» Repositorio Digital UTE, Quito, 2013.
- [60] C. L. Contreras del Aguila , «Propuesta de un plan HACCP para la línea de yogurt de la planta piloto de leche ABC,» Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2017.
- [61] Ó. Valencia Montes, «Manual para la elaboración de productos lácteos,» Universidad de Colima, México, 2001.
- [62] S. A. Erazo Castillo y M. V. Lata Morocho, «Diseño y construcción de una marmita automatizada para la elaboración de queso,» Repositorio Institucional ESPOCH, 2012.
- [63] E. M. Chacaguasay Lobato y C. E. Picho Barrionuevo , «Diseño y construcción de una marmita cilíndrica con agitador y fondo esférico con rango de temperatura de 70°C a 80°C para producción de 50 litros de aderezo,» Repositorio Institucional UPS, Quito, 2016.
- [64] Á. L. López Ruiz y Á. Pedregosa Cabrero, «Instalaciones y maquinaria en la industria láctea,» Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Sevilla, 2020.
- [65] J. A. López Rosero, «Diseño e implementación de un sistema automático para el proceso de coagulación de leche y corte de cuajada para la industria artesanal,» Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2016.
- [66] Cooperación Alemana al Desarrollo - GIZ, «Catálogo de maquinaria para procesamiento de lácteos,» Ilata SAC, Lima, 2013.
- [67] M. E. Pardo V. y F. Almanza G., Guía de procesos para la elaboración de productos lácteos, Bogotá: Convenio Andrés Bello, 2003.
- [68] F. Hernández Vacas, «Quesos de Hinojosa,» 27 07 2016. [En línea]. Available: <https://www.quesosdehinojosa.com/noticias/salado-del-queso/>. [Último acceso: 09 03 2021].
- [69] SENA, «Preparación de la Leche para Cultivo Madre,» Centro Agropecuario de la Sabana, Bogotá, 1987.
- [70] A. Cardona, L. Garelli , J. Gimenez, P. Kler, S. D. Márquez y M. Storti, «Diseño conceptual de una desnatadora centrífuga de leche por CFD,» *Mecánica Computacional*, vol. 37, pp. 579-589, 2019.

- [71] A. Cardona, L. Garelli, J. Gimenez, P. Kler, S. D. Márquez y M. Storti, «Diseno conceptual de una desnatadora centrífuga de leche por CFD,» *Mecánica Computacional*, vol. 37, pp. 579-589, 2019.
- [72] J. Mayta Hanco, A. J. Trujillo y J. Bibiana, «La homogeneización a ultra-alta presión (UHPH),» *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, vol. 31, nº 2, 2020.
- [73] ADINOX S.A., «Adipack Envasadoras Asepticas,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.adipack.com.co/homogeneizadores/>. [Último acceso: 18 03 2021].
- [74] F. A. Montalvo Nuñez, «Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte,» 12 2013. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2905?mode=full>. [Último acceso: 09 03 2021].
- [75] Wenzhou Kosun Fluid Equipment Co, «KOSUN FLUID,» 2020. [En línea]. Available: <http://www.kosunes.com/stainless-steel-tank/fermentation-tank/yogurt-fermentation-tank.html>. [Último acceso: 09 03 2021].
- [76] Á. L. López Ruiz y Á. Pedregosa Cabrero, «Instalaciones y maquinaria en la industria,» Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Sevilla, 2020.
- [77] ARCSA, «Agencia nacional de regulacion, control y vigilancia sanitaria,» 30 Julio 2015. [En línea]. Available: www.controlsanitario.gob.ec. [Último acceso: 28 03 2021].
- [78] ISO, «NORMAS ISO,» 28 julio 2016. [En línea]. Available: <https://www.isotools.org/2016/07/28/se-basa-sistema-gestion-inocuidad-alimentaria/>. [Último acceso: 28 marzo 2021].
- [79] Y. L. Hurtado Gónzaga, «Reporsitorio Institucional UCE,» 02 2017. [En línea]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15676/1/T-UCE-0003-CAD-014AE.pdf>. [Último acceso: 13 03 2021].
- [80] DeLaval, «DeLaval,» 05 Julio 2004. [En línea]. Available: http://www3.delaval.com/ImageVaultFiles/id_4603/cf_5/11846_Tanque_DXOB.PDF. [Último acceso: 27 Marzo 2021].
- [81] M. L. Tipán Quise y D. A. Flores Santos, «Diseño y construcción de un prototipo de pasteurizadora para el procesamiento de 50Lt de leche/ hora,» Repositorio Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2018.
- [82] A. S.A., «ASTIMEC S.A.,» [En línea]. Available: <https://astimec.net/>. [Último acceso: 27 marzo 2021].
- [83] BIOSISTEMAS, «Biosistemas Calidad al Servicio de la Vida,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.biosistemas.com.uy/producto/medidores-de-acidez-portatiles>. [Último acceso: 16 03 2021].

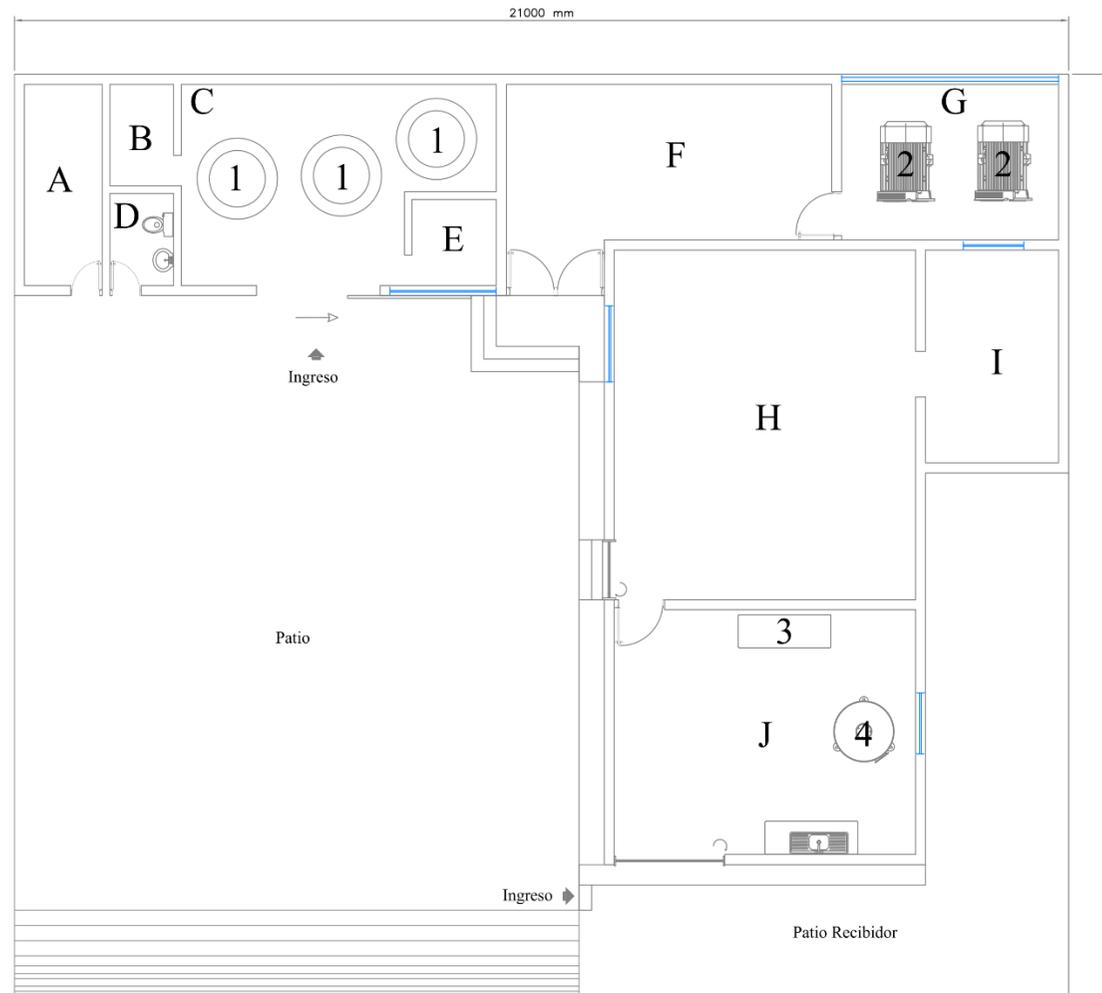
- [84] DILABO S.A , «DILABO S.A Suministros para Laboratorios,» 2021. [En línea]. Available: http://www.dilabo.com/producto_28517_NombreProd.html. [Último acceso: 16 03 2021].
- [85] INEN, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 1983. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/11.pdf>. [Último acceso: 16 03 2021].
- [86] INEN, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 1983. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/13.pdf>. [Último acceso: 16 03 2021].
- [87] La Revista AQP Soluciones , «Importaciones Marmitas Industriales,» 03 11 2020. [En línea]. Available: <http://larevista.aqpsoluciones.com/2020/11/03/marmitas-industriales/>. [Último acceso: 22 03 2021].
- [88] Á. M. Escudero Rivera, «Cálculo de rendimiento quesero en función de los niveles de grasa y proteína de la leche bovina,» *Vauno de Élite Leche*, nº 3, p. 86, 2016.
- [89] C. A. Dalla Costa , «Producción Académica UCC,» 2015. [En línea]. Available: http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/665/1/TM_DallaCosta_Cesar.pdf. [Último acceso: 17 03 2021].
- [90] Jarinox, «Jarinox,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.jarinox.com/productos/lacteos>. [Último acceso: 27 Marzo 2021].
- [91] EUROCIENCIA, «Planta piloto para la elaboración de queso y yogurt,» [En línea]. Available: http://www.eurociencia.com/ext/pdf/leche_queso_yogurt.pdf. [Último acceso: 22 03 2021].
- [92] FUSSEN, «Füssen Equipos para la industria láctea,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.fussen.us/equipo.html?id=EQ-0022>. [Último acceso: 22 03 2021].
- [93] P. Roncalés Rabinal , «Academia de Farmacia Reino de Aragón,» 30 06 2010. [En línea]. Available: <https://www.academiadefarmaciadearagon.es/docs/Documentos/Documento33.pdf>. [Último acceso: 17 03 2021].
- [94] R. Maquinaria, «Rino Maquinaria,» 2021. [En línea]. Available: <https://rinomaquinaria.com/empacadoraslp>. [Último acceso: 30 marzo 2021].
- [95] J. H. Acevedo Román, «Biblioteca Wilson Popenoe,» 12 2005. [En línea]. Available: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1058/1/AGI-2005-T001.pdf>. [Último acceso: 18 03 2021].
- [96] PRACTIPRENSAS , «PractiPrensas Equipos Lácteos,» 2021. [En línea]. Available: http://www.practiprensas.com/product.php?id_product=173&id_lang=3. [Último acceso: 23 03 2021].
- [97] Shanghai Samro Homogenizer Co., Ltd. , «SAMRO,» 2021. [En línea]. Available: <http://spanish.homogenizer-machine.com/sale-7629835-siemens-motor-milk-homogeniser-1000l-h-capacity-small-scale.html>. [Último acceso: 23 03 2021].

- [98] Wenzhou Flowtam Light Industry Machinery Co., Ltd., «Made-in-China,» 2021. [En línea]. Available: https://es.made-in-china.com/co_fulute-light/product_1000-Liter-Stainless-Steel-Milk-Fermentation-Tank_ryinnoeog.html. [Último acceso: 23 03 2021].
- [99] Empaques y Envolturas del Ecuador Envolpaques Cia. Ltda., «Ecuapack,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.ecuapack.com/llenadora-de-l%C3%ADquidos-viscosos-manual-ppt-1000>. [Último acceso: 19 03 2021].
- [100] S. D. P. Figal, «Universidad Pública de Navarra,» 09 2011. [En línea]. Available: <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/4204>. [Último acceso: 23 03 2021].
- [101] H. C. Terán Herrera , «Diseño de cámaras frigoríficas,» Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolqui, 2019.
- [102] TRAMONTINA, «Tramontina Estantería,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.tramontina.com.br/es/p/68240705-240-estante-liso-de-acero-inoxidable-aisi-304-1500x480-mm>. [Último acceso: 23 03 2021].
- [103] Thermocom, «Thermocom,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.thermocon.com.ec/calderasindustriales>. [Último acceso: 27 marzo 2021].
- [104] M. A. Ochoa Fernández , «Repositorio Institucional UPS,» 04 2014. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8652/1/UPS-CT004982.pdf>. [Último acceso: 24 03 2021].
- [105] Mexichem Ecuador S.A, «Mario Rubio Cia. Ltda.,» 07 2017. [En línea]. Available: <https://www.mariorubio.com.ec/wp-content/uploads/2017/07/Hoja-Tecnica-Linea-Tanques.pdf>. [Último acceso: 24 03 2021].
- [106] D. F. Domínguez Valencia , «Reporsitorio Institucional UPS,» 03 2020. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18544/1/UPS%20-%20ST004476.pdf>. [Último acceso: 24 03 2021].
- [107] Inducom, «Inducom,» 2020. [En línea]. Available: <https://inducom-ec.com/productos/bomba-centrifuga-acero-inox-304-316-ebara/>. [Último acceso: 24 03 2021].
- [108] DAEWOO, «Tool Mania,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.toolmania.cl/generadores-electricos/generador-diesel-55kva-partida-electrica-insonoro-ddae8000se-daewoo-7799034000065-9757.html>. [Último acceso: 2021].
- [109] R. Muther, Planificación y proyección de la empresa industrial, Barcelona : Editores técnicos asociados S.A., 1968.
- [110] G. Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo, Cuarta ed., Ginebra: Organización internacional del trabajo, 1996.
- [111] A. 360-10, «Construccion en acero,» [En línea]. Available: <https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/publicacio>

- n/especificacion_para_construcciones_de_acero_-_aisc_360-16_0.pdf. [Último acceso: 11 junio 2021].
- [112] S. d. g. d. riesgos, «Guía práctica para el diseño de estructuras de acero de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la construcción NEC 2015,» Activa , Quito, 2016.
- [113] E. Montañar, «Esquema de Pendiente Porcentaje,» [En línea]. Available: <http://enriquemontañar.com/wp-content/uploads/Esquema-Talud-Grados-Pendiente-Porcentaje.pdf>. [Último acceso: 11 junio 2021].
- [114] M. d. d. u. y. vivienda, «NEC Carga no sísmica,» [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-CG-Cargas-S%C3%ADsmicas.pdf>. [Último acceso: 14 junio 2021].
- [115] M. d. d. u. y. vivienda, «NEC Cargas sísmicas diseño sísmo resistente,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-DS.pdf>. [Último acceso: 14 junio 2021].
- [116] R. Hibbeler, Mecánica Vectorial para ingenieros: Estática, Decimosegunda ed., México: Pearson, 2010.
- [117] Manual American Institute of steel construction, 9na ed.
- [118] R. Reveles López, I. Hernández Montes y E. Castro López, «Costos,» Centro universitario de ciencias Económicas administrativas, México, 2004.
- [119] R. Rojas, Sistemas de costos: Un proceso para su implementación., Colombia: Universidad Nacional de Colombia,, 2007.
- [120] G. Acuña y N. Rojas, «Evaluación financiera de proyectos,» 2015.
- [121] P. Arroyo y R. Vásquez, Ingeniería Económica, 8va ed., Lima: Fondo Editorial, 2017.
- [122] G. Baca Currea, Ingeniería Económica, 8va ed., Bogotá: Fondo educativo panamericana.
- [123] INEC, «Instituto nacional de estadísticas y censos,» julio 2021. [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2021/Julio-2021/01%20ipc%20Presentacion_IPC_jul2021.pdf. [Último acceso: 06 agosto 2021].
- [124] M. Mete, Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas de análisis y evaluación de proyectos de inversión., vol. 7, Universidad La Salle, 2014, pp. 67-85.
- [125] S. Fernández, Proyectos de Inversión, 2da ed., San José: Tecnológica de Costa Rica.

ANEXOS

APÉNDICE A: PLANOS GENERALES DEL CENTRO DE ACOPIO



LEVANTAMIENTO ACTUAL EN PLANTA BAJA

Escala 1:75

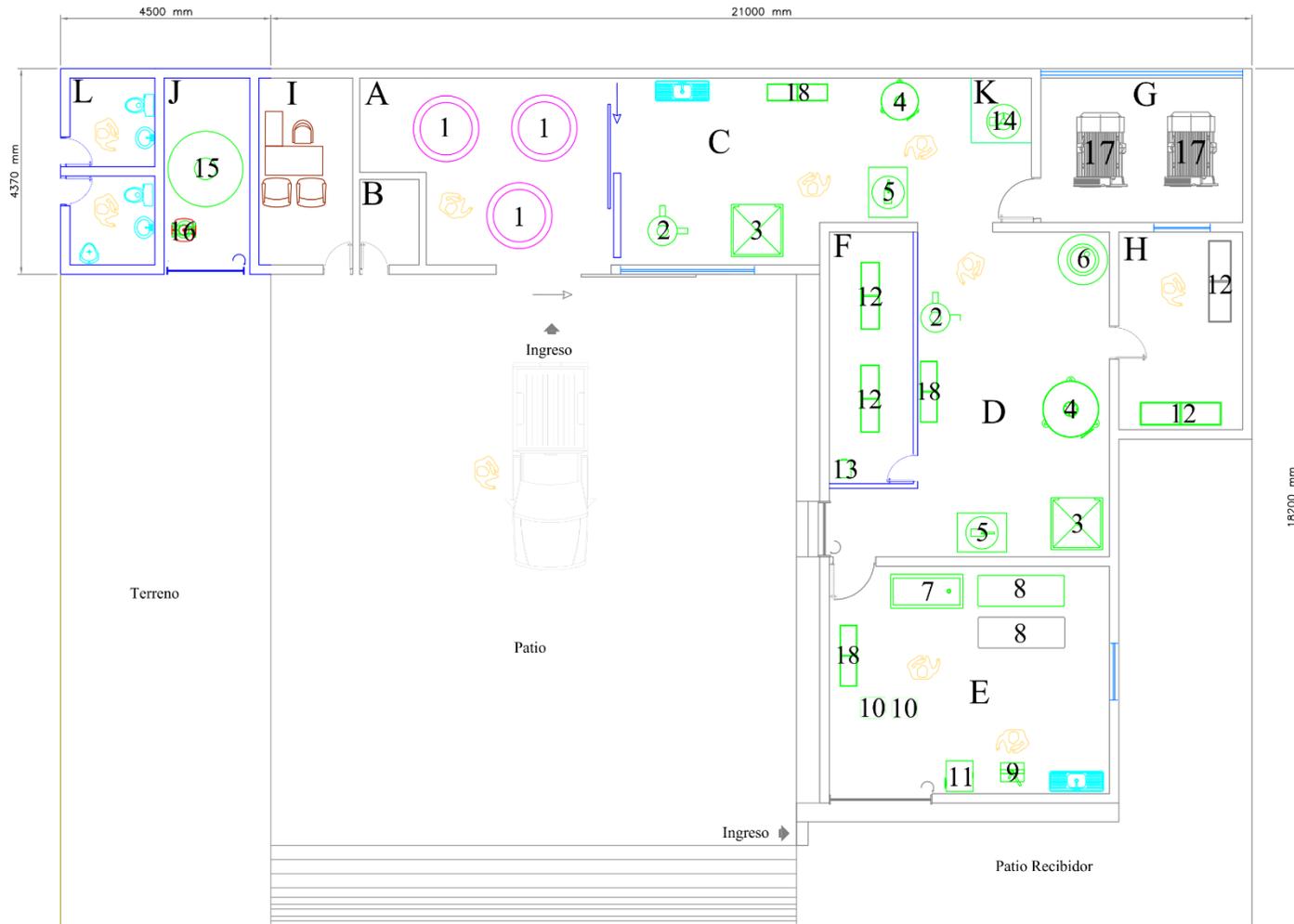
| Zonas de la planta de producción | |
|----------------------------------|---------------------------|
| Letra | Zona |
| A | Bodega principal |
| B | Vestidores |
| C | Recepción de leche |
| D | Baños |
| E | Análisis de calidad |
| F | Almacenamiento de insumos |
| G | Generación de energía |
| H | Tienda |
| I | Bodega tienda |
| J | Producción de queso |

| Listado de elementos existentes | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Nº | Elemento |
| 1 | Tanque de almacenamiento |
| 2 | Generadores eléctricos |
| 3 | Mesa de trabajo |
| 4 | Marmita |

| Código de Colores | |
|-------------------|------------------------|
| Color | Detalle |
| | Construcción Existente |
| | Maquinaria Existente |

ÁREA DE CONSTRUCCIÓN ACTUAL: 192 m²

| | | | |
|--|-----------------|---|-----------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Diseño: Freire Germain; Flores Harrison | 2021-04-06 |
| | | Dibujo: Freire Germain; Flores Harrison | 2021-04-06 |
| | | Revisa: Ing. William Diaz | 2021-04-06 |
| LEVANTAMIENTO ACTUAL EN PLANTA BAJA | Escala: 1:75 | 10.3477.01.01 | Tol. Gen 0.1 |
| | | 10.8519.01.01 | |



| Listado de Elementos | |
|----------------------|--|
| N° | Elemento |
| 1 | Tanque de almacenamiento |
| 2 | Descremadora |
| 3 | Homogenizador |
| 4 | Marmita |
| 5 | Envasadora |
| 6 | Tanque fermentador |
| 7 | Tina quesera |
| 8 | Mesa de trabajo |
| 9 | Prensa |
| 10 | Tina de salado |
| 11 | Empacadora al vacío |
| 12 | Estante |
| 13 | Equipo frío |
| 14 | Caldera |
| 15 | Cisterna |
| 16 | Bomba centrífuga |
| 17 | Generador Eléctrico |
| 18 | Estante desplazante producto terminado |

| Zonas de la planta de producción | |
|----------------------------------|---------------------------|
| Letra | Zona |
| A | Recepción de leche |
| B | Análisis de calidad |
| C | Producción de leche |
| D | Producción de yogur |
| E | Producción de queso |
| F | Cuarto Frío |
| G | Generación de energía |
| H | Almacenamiento de insumos |
| I | Oficinas |
| J | Almacenamiento de agua |
| K | Caldera |
| L | Baños y vestidores |

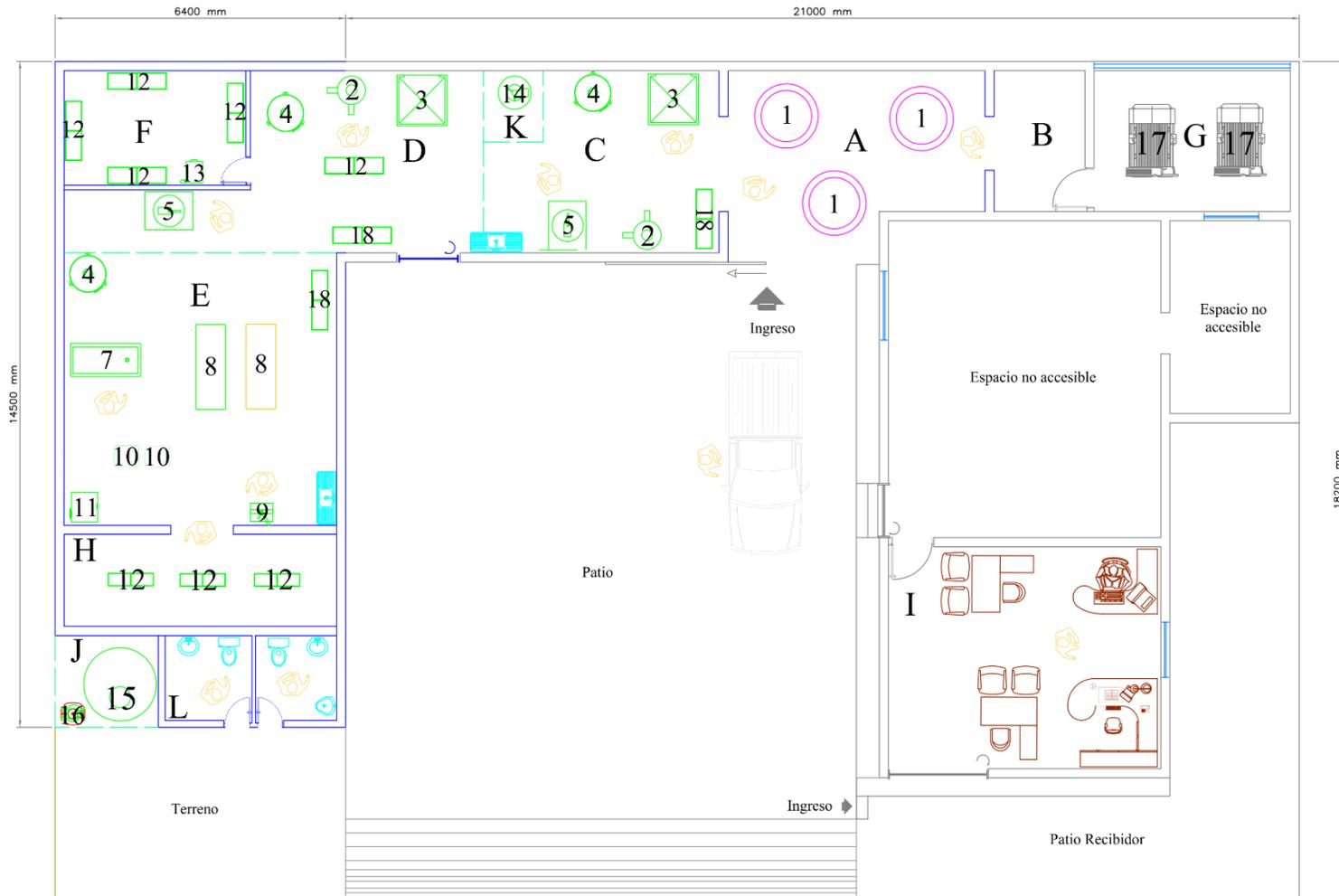
IMPLANTACIÓN GENERAL

ALTERNATIVA A

ÁREA DE CONSTRUCCIÓN: 20 m²

| Código de Colores | |
|-------------------|--------------------------------|
| Color | Detalle |
| ■ | Construcción Existente |
| ■ | Construcción Nueva |
| ■ | Maquinaria Existente |
| ■ | Maquinaria Existente Reubicada |
| ■ | Maquinaria Nueva |

| | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|---------|---------------------------------|-----------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Diseño: | Freire Germain; Flores Harrison | 2021-04-06 |
| | | Dibujo: | Frcire Germain; Flores Harrison | 2021-04-06 |
| PLANO GENERAL ALTERNATIVA A | Escala: 1:75 | Revisa: | Ing. William Díaz | 2021-04-06 |
| | | | 10.3477.01.00 | Tol. Gen 0.1 |
| | | | 10.8519.01.00 | |



Listado de Elementos

| Nº | Elemento |
|----|--|
| 1 | Tanque de almacenamiento |
| 2 | Descremadora |
| 3 | Homogenizador |
| 4 | Marmita |
| 5 | Envasadora |
| 6 | Tanque fermentador |
| 7 | Tina quesera |
| 8 | Mesa de trabajo |
| 9 | Prensa |
| 10 | Tina de salado |
| 11 | Empacadora al vacio |
| 12 | Estante |
| 13 | Equipo frio |
| 14 | Caldera |
| 15 | Cisterna |
| 16 | Bomba centrifuga |
| 17 | Generador Eléctrico |
| 18 | Estante desplazante producto terminado |

Zonas de la planta de producción

| Letra | Zona |
|-------|---------------------------|
| A | Recepción de leche |
| B | Análisis de calidad |
| C | Producción de leche |
| D | Producción de yogur |
| E | Producción de queso |
| F | Cuarto Frio |
| G | Generación de energía |
| H | Almacenamiento de insumos |
| I | Oficinas |
| J | Almacenamiento de agua |
| K | Caldera |
| L | Baños y vestidores |

IMPLANTACIÓN GENERAL

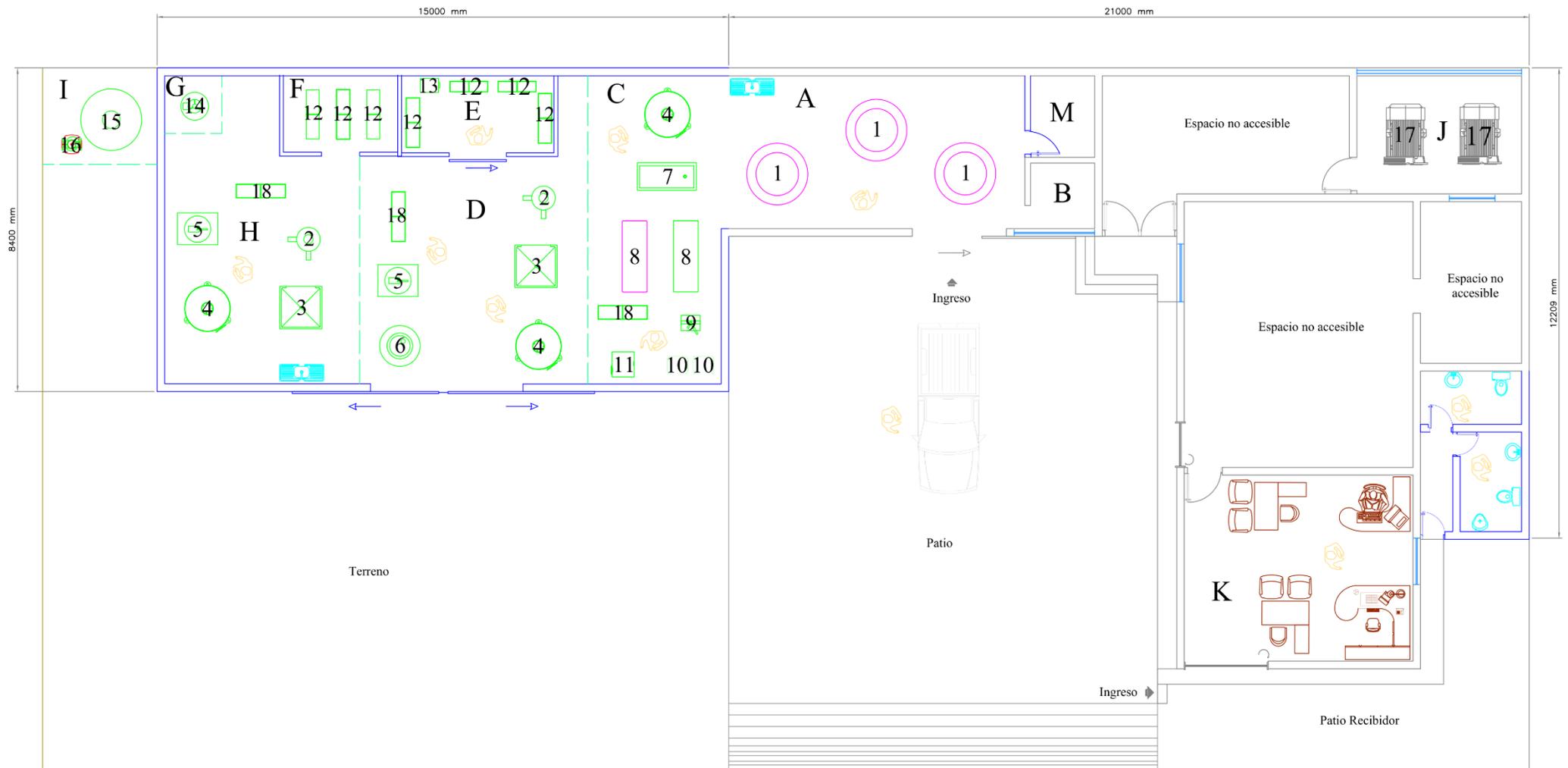
ALTERNANTIVA B

ÁREA DE CONSTRUCCIÓN: 93 m²

Código de Colores

| Color | Detalle |
|-------|--------------------------------|
| ■ | Construcción Existente |
| ■ | Construcción Nueva |
| ■ | Maquinaria Existente |
| ■ | Maquinaria Existente Reubicada |
| ■ | Maquinaria Nueva |

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------|---|-----------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Diseño: Freire Germain; Flores Harrison | 2021-04-06 |
| | | Dibujo: Freire Germain; Flores Harrison | 2021-04-06 |
| | | Revisa: Ing. William Diaz | 2021-04-06 |
| PLANO GENERAL ALTERNATIVA B | Escala: 1:75 | 10.3477.01.03 10.8519.01.03 | Tol. Gen 0.1 |



Listado de Elementos

| N° | Elemento |
|----|--|
| 1 | Tanque de almacenamiento |
| 2 | Descremadora |
| 3 | Homogenizador |
| 4 | Marmita |
| 5 | Envasadora |
| 6 | Tanque fermentador |
| 7 | Tina quesera |
| 8 | Mesa de trabajo |
| 9 | Prensa |
| 10 | Tina de salado |
| 11 | Empacadora al vacio |
| 12 | Estante |
| 13 | Equipo frio |
| 14 | Caldera |
| 15 | Cisterna |
| 16 | Bomba centrifuga |
| 17 | Generador Eléctrico |
| 18 | Estante desplazante producto terminado |
| 19 | Cancelas |

Zonas de la planta de producción

| Letra | Zona |
|-------|-----------------------------------|
| A | Recepción de leche |
| B | Análisis de calidad |
| C | Producción de queso |
| D | Producción de yogur |
| E | Cuarto frio |
| F | Almacenamiento de insumos |
| G | Generación de vapor |
| H | Producción de leche |
| I | Sistema de almacenamiento de agua |
| J | Generación de energía |
| K | Oficinas |
| L | Baños |
| M | Vestidores |

IMPLANTACIÓN GENERAL

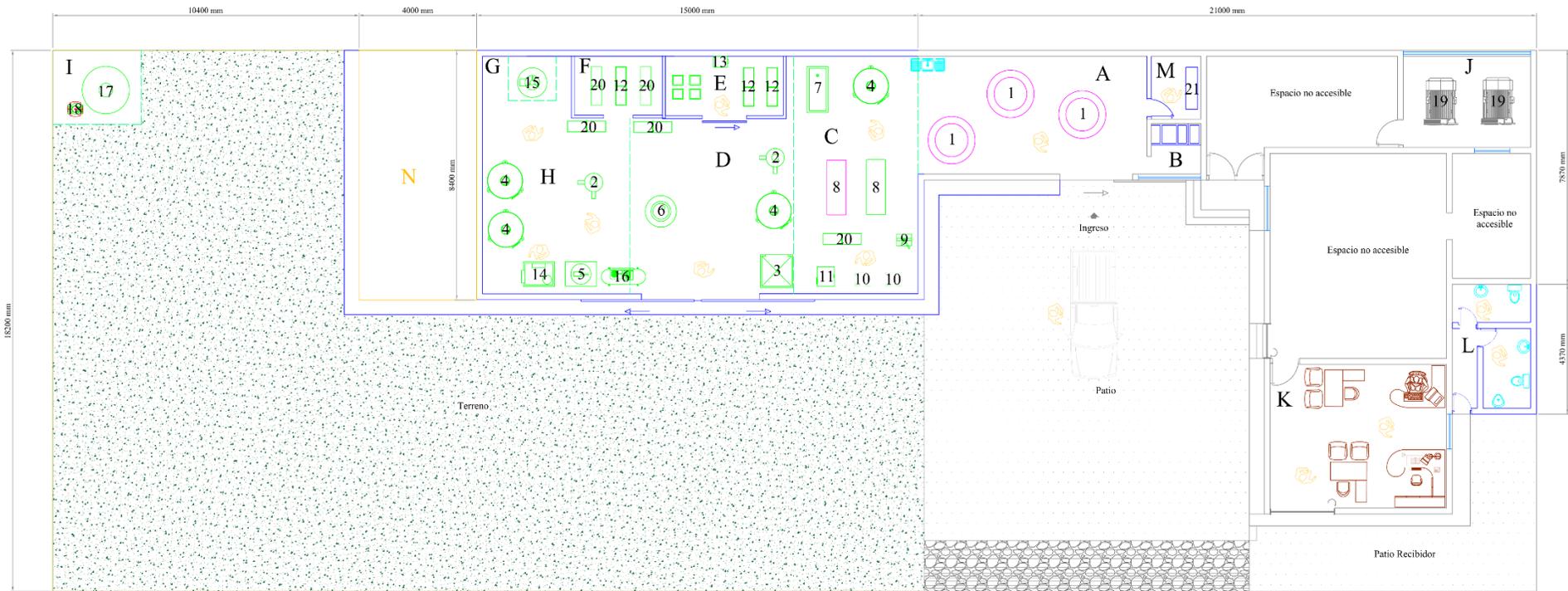
ALTERNANTIVA C

ÁREA DE CONSTRUCCIÓN: 126 m²

Código de Colores

| Color | Detalle |
|-------|-------------------------------|
| ■ | Construcción Existente |
| ■ | Construcción Nueva |
| ■ | Maquinaria Existente |
| ■ | Maquinaria Existente Rubicada |
| ■ | Maquinaria Nueva |

| | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|---------|---------------------------------|-----------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Diseño: | Freire Germain; Flores Harrison | 2021-05-06 |
| | | Dibujo: | Freire Germain; Flores Harrison | 2021-05-06 |
| PLANO GENERAL ALTERNATIVA C | Escala: 1:75 | Revisa: | Ing. William Diaz | 2021-05-06 |
| | | | 10.3477.01.04 10.8519.01.04 | Tol. Gen 0.1 |



IMPLANTACIÓN GENERAL
ALTERNATIVA SELECCIONADA

Zonas de la planta de producción

| Letra | Zona |
|-------|---------------------------------|
| A | Recepción de leche |
| B | Análisis de Calidad |
| C | Producción de queso |
| D | Producción de yogur |
| E | Cuarto Frío |
| F | Almacenamiento de insumos |
| G | Generación de vapor |
| H | Producción de leche |
| I | Sistema de alimentación de agua |
| J | Área de generación de energía |
| K | Oficinas |
| L | Baños |
| M | Vestidores |
| N | Manjar de Leche |

Listado de Elementos

| Nº | Elemento |
|----|--------------------------------------|
| 1 | Tanque de almacenamiento |
| 2 | Descremadora |
| 3 | Homogeneizador |
| 4 | Marmita |
| 5 | Dosificador |
| 6 | Tanque fermentador |
| 7 | Tina quesera |
| 8 | Mesa de trabajo |
| 9 | Presna |
| 10 | Tina de salado |
| 11 | Empacadora al vacío |
| 12 | Estano |
| 13 | Cuarto frío |
| 14 | Enfriador |
| 15 | Caldera |
| 16 | Compresor |
| 17 | Cisterna |
| 18 | Bomba centrífuga |
| 19 | Generador Eléctrico |
| 20 | Estano deplazante producto terminado |
| 21 | Canchales |

Etapa 1 (Queso y Yogur)

| Letra | Zona de producción | Adquisición |
|-------|---------------------------------|-------------|
| A | Recepción de leche | Existente |
| B | Análisis de Calidad | Existente |
| C | Producción de queso | Nueva |
| D | Producción de yogur | Nueva |
| E | Cuarto Frío | Nueva |
| F | Generación de vapor | Nueva |
| I | Sistema de alimentación de agua | Nueva |
| J | Área de generación de energía | Existente |
| K | Oficinas | Existente |
| L | Baños | Nueva |
| M | Vestidores | Nueva |

Equipos a adquirir en la Etapa 1

| Zonas | Nº | Elemento | Instalación | |
|-------|----|--------------------------------------|----------------|-------------|
| C | 4 | Marmita | Obligatoria | |
| | 7 | Tina Quesera | Obligatoria | |
| | 8 | Mesa de trabajo | Opcional | |
| | 9 | Presna | Opcional | |
| | 10 | Tinas de salado | Opcional | |
| | 11 | Empacadora al vacío | Obligatoria | |
| | 20 | Estano deplazante producto terminado | Obligatoria | |
| | D | 2 | Descremadora | Obligatoria |
| | | 3 | Homogeneizador | Opcional |
| | | 4 | Marmita | Opcional |
| 5 | | Dosificador | Obligatoria | |
| 6 | | Unque fermentador | Obligatoria | |
| E | 12 | Estano | Obligatoria | |
| | 13 | Cuarto frío | Obligatoria | |
| | 15 | Caldera | Obligatoria | |
| I | 17 | Cisterna | Obligatoria | |
| | 18 | Bomba centrífuga | Obligatoria | |
| L | - | Sanitarios | Obligatoria | |
| | M | 21 | Canchales | Opcional |

Etapa 2 (Leche Pasteurizada)

| Letra | Zona de producción | Adquisición |
|-------|---------------------|-------------|
| H | Producción de leche | Nueva |

Equipos a adquirir en la Etapa 2

| Zonas | Nº | Elemento | Instalación |
|-------|----|--------------------------------------|-------------|
| H | 2 | Descremadora | Obligatoria |
| | 3 | Homogeneizador | Obligatoria |
| | 4 | Marmita | Obligatoria |
| H | 14 | Enfriador | Obligatoria |
| | 16 | Compresor | Obligatoria |
| | 20 | Estano deplazante producto terminado | Obligatoria |
| | 21 | Canchales | Obligatoria |

Código de Colores

| Color | Detalle |
|-------|-------------------------------------|
| ■ | Construcción Existente |
| ■ | Construcción Nueva |
| ■ | Maquinario Existente |
| ■ | Maquinario Existente Reubicado |
| ■ | Maquinario Nueva |
| ■ | Ampliación Futura (Manjar de Leche) |

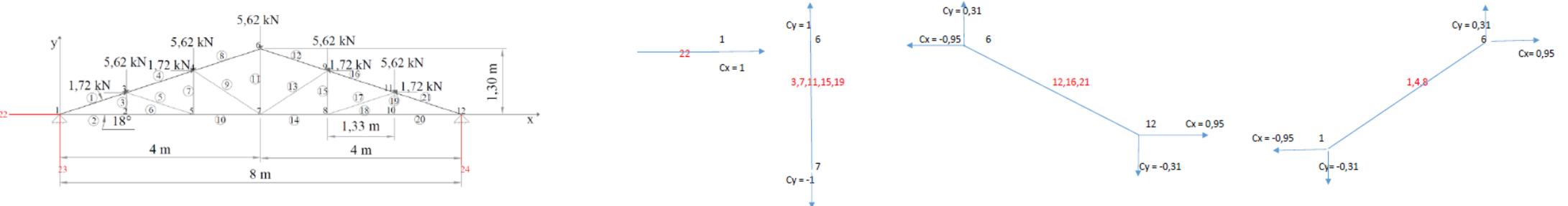
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN NUEVA: 143 m²
ÁREA DE AMPLIACIÓN FUTURA: 32 m²

| | | | | |
|--|-----------------|----------|---------------------------------|-----------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Diseño: | Freire Germain; Flores Harrison | 2021-05-10 |
| | | Dibujos: | Freire Germain; Flores Harrison | 2021-05-10 |
| PLANO GENERAL ALTERNATIVA SELECCIONADA | Escala: 1:75 | Revisa: | Ing. William Diaz | 2021-05-10 |
| | | | | |
| | | | 10.3477.01.05 10.8519.01.05 | Tol. Gen 0,1 |

APÉNDICE B: MÉTODO DE LA RIGIDEZ

Matriz Estática B

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
|----|---|-------|----|----|-------|-------|----|----|-------|-------|----|----|-------|-------|----|----|-------|-------|----|----|----|-------|-------|----|----|---|
| 1 | x | -0,95 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | y | -0,31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | x | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | x | 0,95 | 0 | 0 | -0,95 | -0,95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0,31 | 0 | 1 | -0,31 | 0,31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | x | 0 | 0 | 0 | 0,95 | 0 | 0 | 0 | -0,95 | -0,84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0 | 0 | 0 | 0,31 | 0 | 0 | 1 | -0,31 | 0,55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,95 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,31 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,95 | 0 | 0 | 0 | -0,95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,31 | 0 | 0 | 1 | 0,31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,84 | 1 | 0 | 0 | 0,84 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,55 | 0 | -1 | 0 | 0,55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | -0,95 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | -0,31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,95 | -0,84 | 0 | 0 | -0,95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,31 | -0,55 | 0 | 1 | 0,31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,95 | 0,95 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,95 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,31 | 0,31 | 0 | 1 | 0 | 0,31 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,95 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | y | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,31 | 0 | 0 | 1 | 0 |



| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|------------|------------|
| m Dx | 1,33 | 1,33 | 0,00 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 0,00 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 0,00 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 0,00 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 0,00 | 1,33 | 1,33 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| m Dy | 0,43 | 0,00 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,00 | 0,87 | 0,43 | 0,87 | 0,00 | 1,30 | 0,43 | 0,87 | 0,00 | 0,87 | 0,43 | 0,43 | 0,00 | 0,43 | 0,00 | 0,43 | 0,00 | 0,10 | 0,10 |
| m L | 1,40 | 1,33 | 0,43 | 1,40 | 1,40 | 1,33 | 0,87 | 1,40 | 1,59 | 1,33 | 1,30 | 1,40 | 1,59 | 1,33 | 0,87 | 1,40 | 1,40 | 1,33 | 0,43 | 1,33 | 1,40 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Cx1 | 0,95 | 1,00 | 0,00 | 0,95 | 0,95 | 1,00 | 0,00 | 0,95 | 0,84 | 1,00 | 0,00 | 0,95 | 0,84 | 1,00 | 0,00 | 0,95 | 0,95 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,95 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cy1 | 0,31 | 0,00 | 1,00 | 0,31 | 0,31 | 0,00 | 1,00 | 0,31 | 0,55 | 0,00 | 1,00 | 0,31 | 0,55 | 0,00 | 1,00 | 0,31 | 0,31 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,31 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| m2 A | 5,74E-04 | 1,00E+00 | 1,00E+00 | 1,00E+00 |
| m2 E | 2,06E+08 | 2,06E+08 | 2,06E+08 |
| kN/m k | 84538 | 88705 | 273081 | 84366 | 84421 | 88705 | 136383 | 84366 | 74360 | 88705 | 90957 | 84366 | 74360 | 88705 | 136383 | 84366 | 84366 | 88705 | 273081 | 88705 | 84366 | 2060000000 | 2060000000 | 2060000000 |

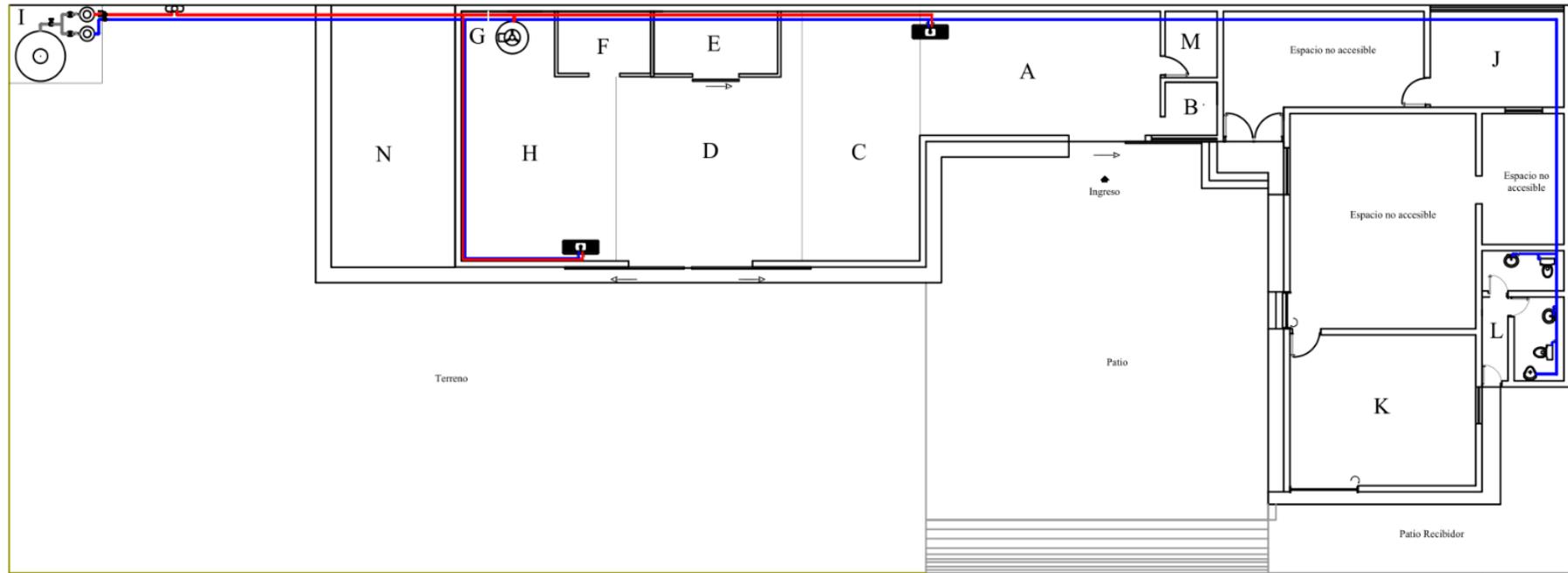
MATRIZ DE RIGIDEZ K [B]³[kB]

| Matriz de rigidez K [B] ³ [kB] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1 | 2060165001 | 24896,41449 | -88705,17629 | 0 | -76295,46376 | -24896,41449 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 24896,41449 | 2060008124 | 0 | 0 | -24896,41449 | -8124,093149 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | -88705,17629 | 0 | 177410,3526 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -88705,17629 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 273080,8314 | 0 | -273080,8314 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | -76295,46376 | -24896,41449 | 0 | 0 | 228626,0114 | 24880,02526 | -76140,1613 | -24845,73685 | -76190,38635 | 24862,12607 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | -24896,41449 | -8124,093149 | 0 | -273080,8314 | 24880,02526 | 297425,3851 | -24845,73685 | -8107,556234 | 24862,12607 | -8112,904297 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | -76140,1613 | -24845,73685 | 204748,9264 | 15337,03075 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -76140,1613 | -24845,73685 | -52468,60376 | 34354,44294 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | -24845,73685 | -8107,556234 | 15337,03075 | 175092,0226 | 0 | -136382,9296 | -24845,73685 | -8107,556234 | 34354,44294 | -22493,9805 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | -88705,17629 | 0 | -76190,38635 | 24862,12607 | 0 | 253600,7389 | -24862,12607 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24862,12607 | -8112,904297 | 0 | -136382,9296 | -24862,12607 | 144495,8339 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -76140,1613 | -24845,73685 | 0 | 0 | 152280,3226 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -76140,1613 | 24845,73685 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -24845,73685 | -8107,556234 | 0 | 0 | 0 | 107172,0355 | 0 | 0 | -90956,92308 | 0 | 24845,73685 | -8107,556234 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -52468,60376 | 34354,44294 | -88705,17629 | 0 | 0 | 0 | 282347,5601 | 0 | -88705,17629 | 0 | -52468,60376 | -34354,44294 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34354,44294 | -22493,9805 | 0 | 0 | 0 | -90956,92308 | 0 | 135944,8841 | 0 | 0 | -34354,44294 | -22493,9805 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -88705,17629 | 0 | 253550,5139 | 24845,73685 | 0 | 0 | -88705,17629 | 0 | -76140,1613 | -24845,73685 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24845,73685 | 144490,4859 | 0 | -136382,9296 | 0 | -24845,73685 | -8107,556234 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -76140,1613 | 24845,73685 | -52468,60376 | -34354,44294 | 0 | 204748,9264 | -15337,03075 | 0 | -76140,1613 | 24845,73685 | |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24845,73685 | -8107,556234 | -34354,44294 | -22493,9805 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24845,73685 | -8107,556234 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 177410,3526 | 0 | 0 | 0 | -88705,17629 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 273080,8314 | 0 | -273080,8314 | 0 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -88705,17629 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

MATRIZ INVERSA K-1

| Matriz inversa K-1 [24x24] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1 | 4,85437E-10 | -2,46689E-30 | 4,85437E-10 | 2,1556E-24 | 4,85437E-10 | 2,1556E-24 | 4,85437E-10 | 1,72448E-24 | 4,85437E-10 | 1,72448E-24 | 4,85437E-10 | 4,74232E-24 | 4,85437E-10 | 2,1556E-24 | 4,85437E-10 | 3,01784E-24 | 4,85437E-10 | 2,58672E-24 | 4,85437E-10 | 1,29336E-24 | 4,85437E-10 | 1,29336E-24 | 4,85437E-10 | 2,46689E-30 |
| 2 | -8,02781E-30 | 4,85437E-10 | 5,25468E-25 | 4,04443E-10 | 2,64296E-11 | 4,04443E-10 | 5,28592E-11 | 3,23449E-10 | 1,05094E-24 | 3,23449E-10 | 7,92029E-11 | 2,42718E-10 | 1,56293E-24 | 2,42718E-10 | 1,72461E-24 | 1,61988E-10 | 5,28592E-11 | 1,61988E-10 | 1,86629E-24 | 8,0994E-11 | 2,64296E-11 | 8,0994E-11 | 2,62355E-24 | -1,9531E-30 |
| 3 | 4,85437E-10 | 6,35496E-25 | 1,12738E-05 | -2,87831E-05 | 9,39286E-06 | -2,87831E-05 | 7,51194E-06 | -2,3019E-05 | 1,12738E-05 | -2,3019E-05 | 5,63714E-06 | -1,72736E-05 | 1,12738E-05 | -1,72736E-05 | 1,12738E-05 | -1,15282E-05 | 7,51194E-06 | -1,15282E-05 | 1,12738E-05 | -5,76412E-06 | 9,39286E-06 | -5,76412E-06 | 1,12738E-05 | 2,05841E-25 |
| 4 | -2,45273E-24 | 4,04443E-10 | -2,87831E-05 | 0,000322922 | -7,07149E-05 | 0,000319261 | -4,91475E-05 | 0,000294259 | -5,75662E-05 | 0,000297925 | -2,64625E-05 | 0,000245319 | -6,90757E-05 | 0,000248988 | -7,48398E-05 | 0,000197488 | -3,53553E-05 | 0,000197488 | -8,06039E-05 | 0,000126698 | -5,17399E-05 | 0,000126698 | -8,6368E-05 | 8,0994E-11 |
| 5 | 4,85437E-10 | 2,64296E-11 | 9,39286E-06 | -7,07149E-05 | 2,52627E-05 | -7,07149E-05 | 2,04118E-05 | -6,9258E-05 | 1,87852E-05 | -7,04544E-05 | 1,51891E-05 | -5,99683E-05 | 2,2541E-05 | -6,11654E-05 | 2,44219E-05 | -5,104E-05 | 1,59112E-05 | -5,104E-05 | 2,63028E-05 | -3,46418E-05 | 1,90709E-05 | -3,46418E-05 | 2,81837E-05 | -2,64296E-11 |
| 6 | -2,45273E-24 | 4,04443E-10 | -2,87831E-05 | 0,000319261 | -7,07149E-05 | 0,000319261 | -4,91475E-05 | 0,000294259 | -5,75662E-05 | 0,000297925 | -2,64625E-05 | 0,000245319 | -6,90757E-05 | 0,000248988 | -7,48398E-05 | 0,000197488 | -3,53553E-05 | 0,000197488 | -8,06039E-05 | 0,000126698 | -5,17399E-05 | 0,000126698 | -8,6368E-05 | 8,0994E-11 |
| 7 | 4,85437E-10 | 5,28592E-11 | 7,51194E-06 | -4,91475E-05 | 2,04118E-05 | -4,91475E-05 | 3,01829E-05 | -6,56605E-05 | 1,50234E-05 | -6,56605E-05 | 2,56713E-05 | -6,5262E-05 | 2,25348E-05 | -6,76595E-05 | 2,62967E-05 | -6,55929E-05 | 2,11817E-05 | -6,55929E-05 | 3,00585E-05 | -5,104E-05 | 2,15479E-05 | -5,104E-05 | 3,38204E-05 | -5,28592E-11 |
| 8 | -3,92317E-24 | 3,23449E-10 | -2,3019E-05 | 0,000294259 | -6,9258E-05 | 0,000294259 | -6,56605E-05 | 0,000365417 | -4,60379E-05 | 0,000365417 | -3,84611E-05 | 0,000323223 | -6,90569E-05 | 0,00033056 | -8,05851E-05 | 0,000283244 | -3,80761E-05 | 0,000283244 | -9,21134E-05 | 0,00019753 | -5,26153E-05 | 0,00019753 | -0,000103642 | 1,61988E-10 |
| 9 | 4,85437E-10 | 1,271E-24 | 1,12738E-05 | -5,75662E-05 | 1,87852E-05 | -5,75662E-05 | 1,50234E-05 | -4,60379E-05 | 2,25471E-05 | -4,60379E-05 | 1,12738E-05 | -3,45472E-05 | 2,25471E-05 | -3,45472E-05 | 2,25471E-05 | -2,30565E-05 | 1,50234E-05 | -2,30565E-05 | 2,25471E-05 | -1,15282E-05 | 1,87852E-05 | -1,15282E-05 | 2,25471E-05 | 4,1168E-25 |
| 10 | -3,94028E-24 | 3,23449E-10 | -2,3019E-05 | 0,000297925 | -7,04544E-05 | 0,000297925 | -6,56605E-05 | 0,000365417 | -4,60379E-05 | 0,000372749 | -3,84611E-05 | 0,000323223 | -6,90569E-05 | 0,00033056 | -8,05851E-05 | 0,000283244 | -3,80761E-05 | 0,000283244 | -9,21134E-05 | 0,00019753 | -5,26153E-05 | 0,00019753 | -0,000103642 | 1,61988E-10 |
| 11 | 4,85437E-10 | 7,92029E-11 | 5,63714E-06 | -2,64625E-05 | 1,51891E-05 | -2,64625E-05 | 2,56713E-05 | -3,84611E-05 | 1,12738E-05 | -3,84611E-05 | 3,66043E-05 | -5,18413E-05 | 1,69104E-05 | -5,18413E-05 | 2,25471E-05 | -6,5215E-05 | 2,56713E-05 | -6,5215E-05 | 2,81837E-05 | -5,99465E-05 | 2,08258E-05 | -5,99465E-05 | 3,38204E-05 | -7,92029E-11 |
| 12 | -4,45231E-24 | 2,42718E-10 | -1,72736E-05 | 0,000245319 | -5,99683E-05 | 0,000245319 | -6,5262E-05 | 0,000323223 | -3,45472E-05 | 0,000323223 | -5,18413E-05 | 0,000343756 | -5,18208E-05 | 0,000343756 | -6,90944E-05 | 0,000323264 | -3,84038E-05 | 0,000323264 | -8,6368E-05 | 0,000245403 | -4,3687E-05 | 0,000245403 | -0,000103642 | 2,42718E-10 |
| 13 | 4,85437E-10 | 1,81189E-24 | 1,12738E-05 | -6,90757E-05 | 2,2541E-05 | -6,90757E-05 | 2,25348E-05 | -6,90569E-05 | 2,25471E-05 | -6,90569E-05 | 1,69104E-05 | -5,18208E-05 | 3,38204E-05 | -5,18208E-05 | 3,38204E-05 | -3,45847E-05 | 2,25348E-05 | -3,45847E-05 | 3,38204E-05 | -1,72924E-05 | 3,38204E-05 | -1,72924E-05 | 3,38204E-05 | 5,83927E-25 |
| 14 | -4,61978E-24 | 2,42718E-10 | -1,72736E-05 | 0,000248988 | -6,11654E-05 | 0,000248988 | -6,76595E-05 | 0,00033056 | -3,45472E-05 | 0,00033056 | -5,18413E-05 | 0,000343756 | -5,18208E-05 | 0,000343756 | -6,90944E-05 | 0,000330602 | -3,60095E-05 | 0,000330602 | -8,6368E-05 | 0,000249072 | -4,24899E-05 | 0,000249072 | -0,000103642 | 2,42718E-10 |
| 15 | 4,85437E-10 | 2,0836E-24 | 1,12738E-05 | -7,48398E-05 | 2,44219E-05 | -7,48398E-05 | 2,62967E-05 | -8,05851E-05 | 2,25471E-05 | -8,05851E-05 | 2,25471E-05 | -6,90944E-05 | 3,38204E-05 | -6,90944E-05 | 4,50937E-05 | -5,76037E-05 | 2,62967E-05 | -5,76037E-05 | 4,50937E-05 | -2,88018E-05 | 3,56952E-05 | -2,88018E-05 | 4,50937E-05 | 6,11989E-25 |
| 16 | -4,53753E-24 | 1,61988E-10 | -1,15282E-05 | 0,000197488 | -5,104E-05 | 0,000197488 | -6,55929E-05 | 0,000283244 | -2,30565E-05 | 0,000283244 | -6,5215E-05 | 0,000323264 | -3,45847E-05 | 0,000330602 | -5,76037E-05 | 0,000372833 | -3,80085E-05 | 0,000365501 | -8,06227E-05 | 0,00029805 | -3,32009E-05 | 0,00029805 | -0,000103642 | 3,23449E-10 |
| 17 | 4,85437E-10 | 5,28592E-11 | 7,51194E-06 | -3,53553E-05 | 1,59112E-05 | -3,53553E-05 | 2,11817E-05 | -3,80761E-05 | 1,50234E-05 | -3,80761E-05 | 2,56713E-05 | -3,84038E-05 | 2,25348E-05 | -3,60095E-05 | 2,62967E-05 | -3,80085E-05 | 3,01829E-05 | -3,80085E-05 | 3,00585E-05 | -3,72478E-05 | 2,60485E-05 | -3,72478E-05 | 3,38204E-05 | -5,28592E-11 |
| 18 | -5,50912E-24 | 1,61988E-10 | -1,15282E-05 | 0,000197488 | -5,104E-05 | 0,000197488 | -6,55929E-05 | 0,000283244 | -2,30565E-05 | 0,000283244 | -6,5215E-05 | 0,000323264 | -3,45847E-05 | 0,000 | | | | | | | | | | |

**APÉNDICE C: PLANOS GENERALES LÍNEA HÍDRICA, ELÉCTRICA,
ILUMINACIÓN Y VAPOR**



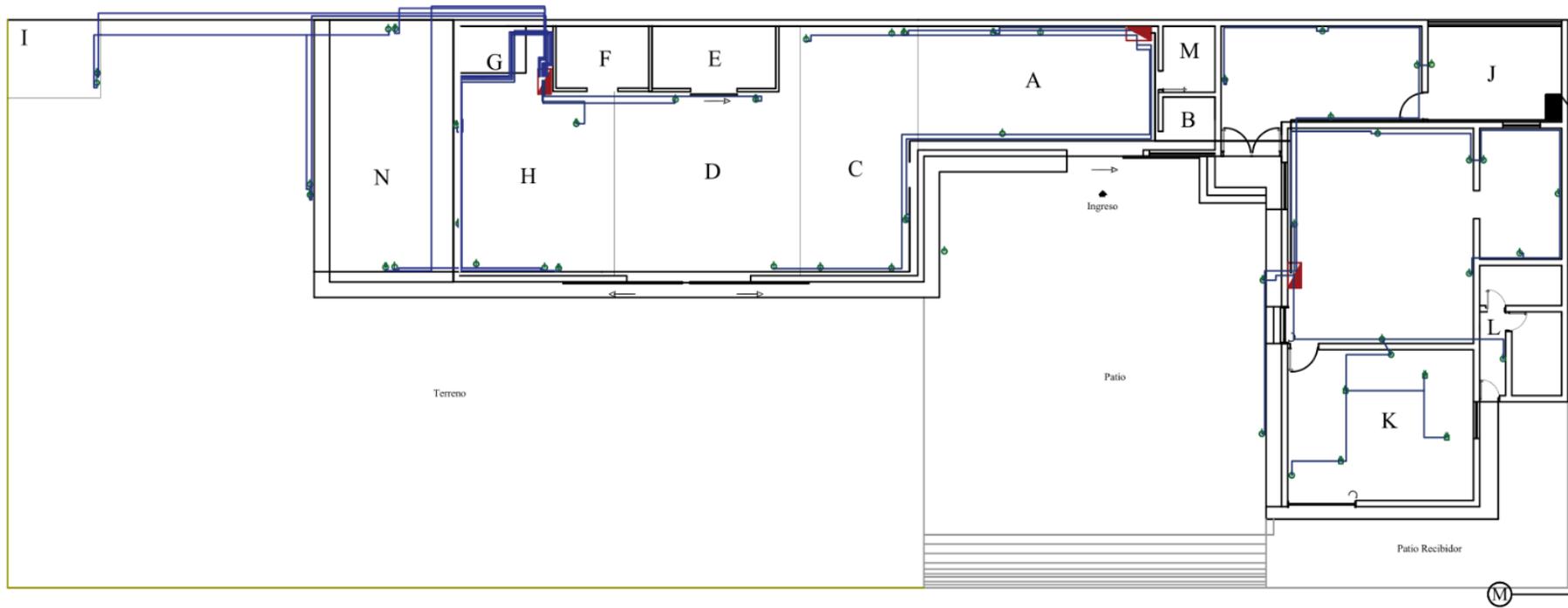
DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO

| Zona de la planta de producción | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Letra | Elementos |
| A | Recepción de leche |
| B | Análisis de calidad |
| C | Producción de queso |
| D | Producción de yogur |
| E | Cuarto frío |
| F | Almacenamiento de insumos |
| G | Generación de vapor |
| H | Producción de leche |
| I | Sistema de alimentación de agua |
| J | Área de generación de energía |
| K | Oficinas |
| L | Baños |
| M | Vestidores |
| N | Manjar de leche |

| Equipos a adquirir | | |
|--------------------|-------------------|----------|
| Nº | Elementos | Cantidad |
| 1 | Bombas centrífuga | 2 |
| 2 | Tubería | 2 |
| 3 | Codos | 11 |
| 4 | Válvulas Check | 2 |
| 5 | Llaves de paso | 13 |

| Código de Colores | |
|-------------------|----------------------------|
| Color | Detalle |
| Blue | Tubería para agua fría |
| Red | Tubería para agua caliente |

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------|--|--|
| CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA | UPS | Diseño: Freire Germann, Flores Harrison Dibujó: Freire Germann, Flores Harrison Revisó: Ing. Wilham Diaz | 2021-07-28 2021-07-28 2021-07-28 |
| DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO | Escala: 1:75 | 10.3477.01.05 10.8319.01.05 | Tol. Gen 0.1 |



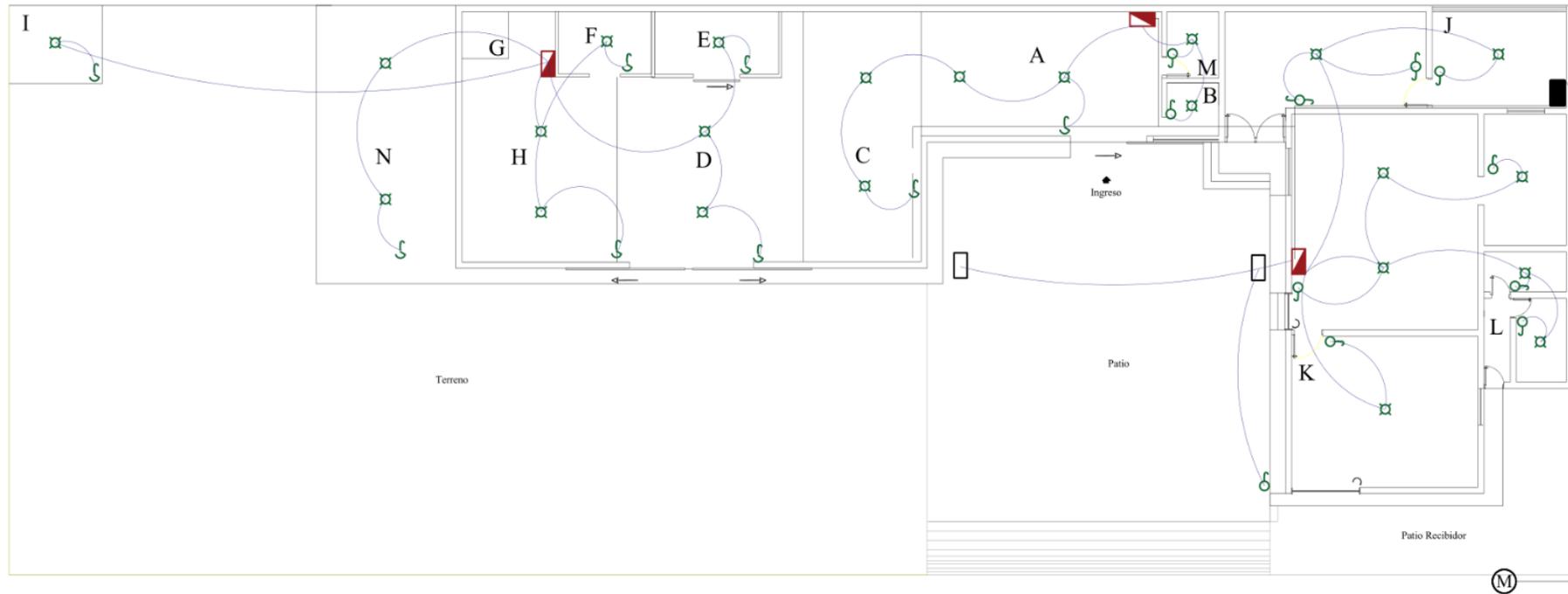
DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO
TOMACORRIENTE

| Zona de la planta de producción | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Letra | Elementos |
| A | Recepción de leche |
| B | Análisis de calidad |
| C | Producción de queso |
| D | Producción de yogur |
| E | Cuarto frío |
| F | Almacenamiento de insumos |
| G | Generación de vapor |
| H | Producción de leche |
| I | Sistema de alimentación de agua |
| J | Área de generación de energía |
| K | Oficinas |
| L | Baños |
| M | Vestidores |
| N | Manjar de leche |

| Simbología eléctrica | | |
|----------------------|--------------------|---------|
| Nº | Elementos | Simbolo |
| 1 | Tomacorriente piso | |
| 2 | Tomacorriente 110V | |
| 3 | Tomacorriente 220V | |
| 4 | Medidor | |
| 5 | Tablero divisor | |

| Código de Colores | |
|-------------------|-----------------------------|
| Color | Detalle |
| | Linea de cableado eléctrico |

| | | | |
|---|-----------------|--|--|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Diseño: Freire Germann, Flores Harrison Dibujó: Freire Germann, Flores Harrison Revisó: Ing. Wilman Diaz | 2021-07-28 2021-07-28 2021-07-28 |
| DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO TOMACORRIENTE | Escala: 1:75 | 10.3477.01.05 10.8319.01.05 | Tol. Gen 0.1 |



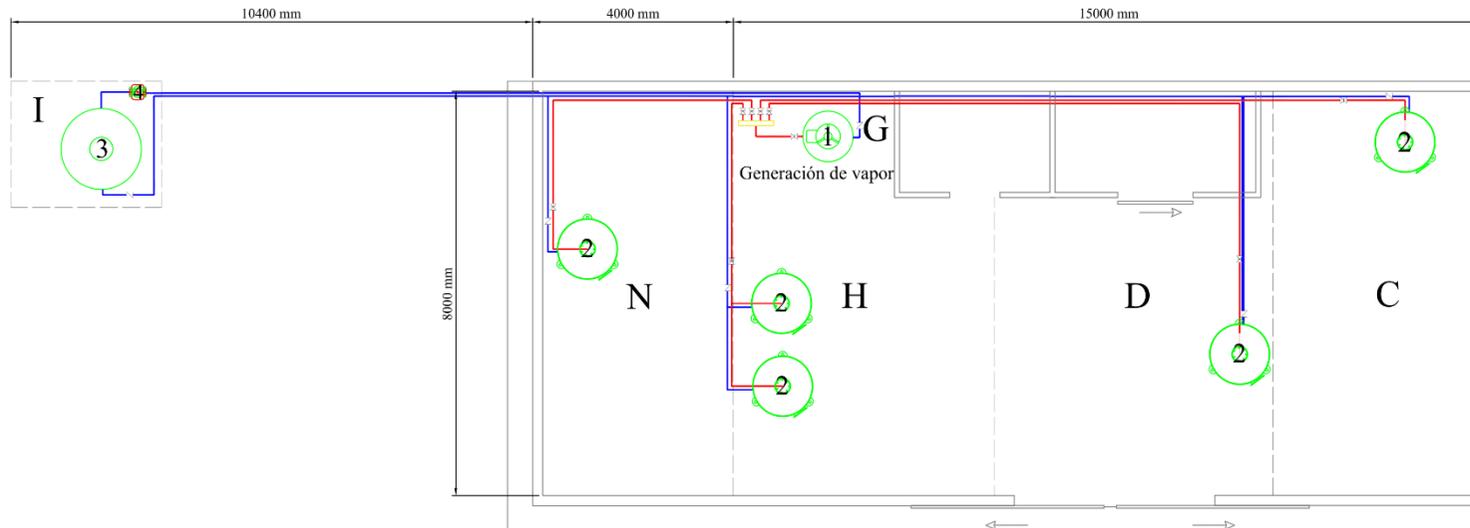
DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO
ILUMINARIA

| Zona de la planta de producción | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Letra | Elementos |
| A | Recepción de leche |
| B | Análisis de calidad |
| C | Producción de queso |
| D | Producción de yogur |
| E | Cuarto frío |
| F | Almacenamiento de insumos |
| G | Generación de vapor |
| H | Producción de leche |
| I | Sistema de alimentación de agua |
| J | Área de generación de energía |
| K | Oficinas |
| L | Baños |
| M | Vestidores |
| N | Manjar de leche |

| Equipos a adquirir | | |
|--------------------|---------------------|----------|
| Nº | Elementos | Cantidad |
| 1 | Lámpara | |
| 2 | Commutador doble | |
| 3 | Commutador simple | |
| 4 | Commutador armado | |
| 5 | Tablero de división | |

| Código de Colores | |
|-------------------|-----------------------------|
| Color | Detalle |
| | Línea de cableado eléctrico |

| | | | | |
|--|-----------------|---------------|---------------------------------|------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MÉCANICA | UPS | Diseño: | Freixo Germain, Flores Harrison | 2021-07-28 |
| | | Dibujo: | Freixo Germain, Flores Harrison | 2021-07-28 |
| DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ILUMINARIA | Escala: 1:75 | Revisión: | Ing. William Diaz | 2021-07-28 |
| | | | | |
| | | 10.3477.01.05 | | Tol. Gen |
| | | 10.8519.01.05 | | 0.1 |



RED DE VAPOR Y CONDENSADOS

| Accesorios a adquirir | | |
|-----------------------|---|----------|
| Nº | Elementos | Cantidad |
| 1 | Codo HN rosc. 2" x 90 x 150 | 1 |
| 2 | Codo HN rosc. 1" x 90° x 150 | 4 |
| 3 | Codo HN rosc. 1 1/2" x 90° x 150 | 2 |
| 4 | Codo HN rosc. 90° 3/4" x 90° x 150 | 13 |
| 5 | Manómetro 0-200 psi esf, 2 1/2", 1/4" NPT vertic. Seco | 5 |
| 6 | Manómetro de 0-300 psi esf, 2 1/2", 1/4" NPT vertic. Seco | 1 |
| 7 | Tapón hembra 1 1/4" | 1 |
| 8 | Tee 3/4"x150 | 4 |
| 9 | Trampa termodinámica A/INOX 3/4" x 150 | 10 |
| 10 | Metro Tubo AC SCH-40 S/C 1" | 30 |
| 11 | Metro Tubo AC SCH-40 S/C 2" | 18 |
| 12 | Mt. Tubo AC SCH-40 S/C 3/4" | 24 |
| 13 | Mt. Tubo AC SCH-40 S/C 1 1/4" | 30 |
| 14 | Universal HN rosc. 3/4" x 150 | 14 |
| 15 | Universal HN rosc. 1 1/4" x 150 | 2 |
| 16 | Universal HN rosc. 1" x 150 | 2 |
| 17 | Válvula seguridad rosc. 2" x 100 | 1 |
| 18 | Válvula esfera A/inox. Rosc. 2" x 1000 WOG 2C C316 | 1 |
| 19 | Válvula esfera A/inox. Rosc. 1 1/2" x 1000 WOG 2C C316 | 3 |
| 20 | Válvula esfera A/inox. Rosc. 1" x 1000 WOG 2C C316 | 3 |
| 21 | Válvula esfera A/inox. Rosc. 3/4" x 1000 WOG 2C C316 | 15 |
| 22 | Válvula check horizontal bronce rosc. 3/4" | 10 |
| 23 | Válvula reductora presión vapor rosc. 3/4" | 2 |

| Zonas de la planta de producción | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Letra | Zona |
| C | Producción de queso |
| D | Producción de yogur |
| G | Generación de vapor |
| H | Producción de leche |
| I | Sistema de alimentación de agua |
| N | Manjar de Leche |

| Tabla de símbolos | |
|-------------------|------------------|
| Símbolo | Descripción |
| | Válvula de globo |
| | Válvula chek |

| Listado de Elementos | |
|----------------------|------------------|
| Nº | Elemento |
| 1 | Caldera 30 BHP |
| 2 | Marmita de vapor |
| 3 | Cisterna |
| 4 | Bomba centrifuga |

| Código de Colores | |
|-------------------|---|
| Color | Detalle |
| | Estructura Civil |
| | Línea de condensados |
| | Línea de vapor |
| | Sistema de alimentación de vapor o manifold |
| | Maquinaria |
| | División de zonas |

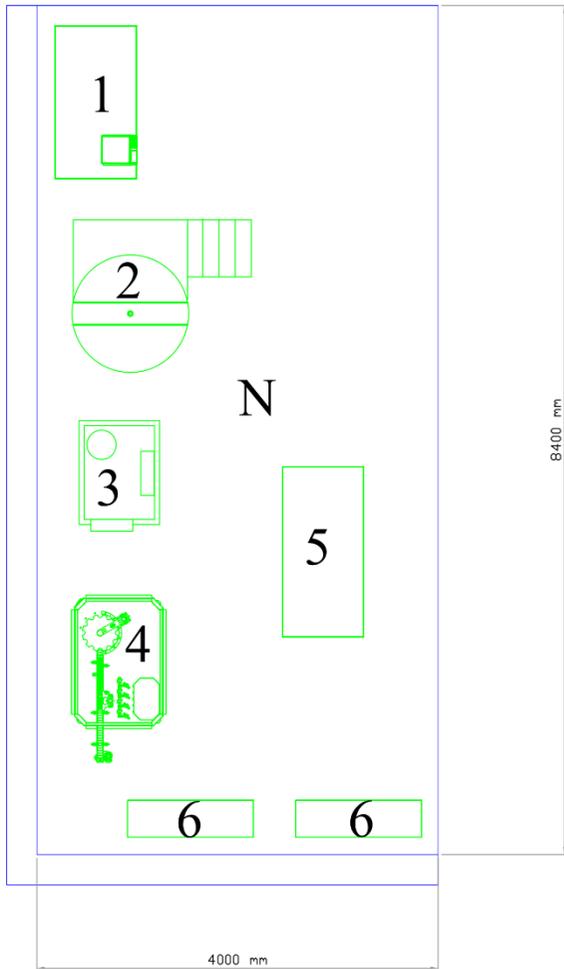
| | | | | |
|--------------------------------|-----------------|---------|---------------------------------|-----------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Diseño: | Freire Germain; Flores Harrison | 2021-07-28 |
| | | Dibujó: | Freire Germain; Flores Harrison | 2021-07-28 |
| RED DE VAPOR Y CONDENSADOS | Escala: 1:75 | Revisa: | Ing. Wiliam Diaz | 2021-07-28 |
| | | | 10.3477.01.05 10.8519.01.05 | Tol. Gen 0.1 |

APÉNDICE D: FACILIDAD DE MANTENIMIENTO

| Facilidad de Mantenimiento | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------------|---|-----------------------|----------------------------|----------------|
| Zonas de la planta procesadora de lácteos | Equipos | Tipo de Mantenimiento | Tareas principales de mantenimiento | Frecuencia | Encargado de Mantenimiento | Nivel de costo |
| Zona de recepción de materia prima | Tanque de almacenamiento | Preventivo | Limpieza adecuada para INOX y válvulas | Diaria | Operario | Bajo |
| Zona de análisis de calidad de la materia prima | Medidor de Acidez | Correctivo | Cambio de equipo | Anual | Gerente de planta | Medio |
| | Lactodensímetro | Correctivo | Cambio de equipo | Anual | Gerente de planta | Medio |
| Zona de producción de queso fresco | Marmita | Preventivo | Limpieza del equipo y válvulas | Diaria | Operario | Bajo |
| | | Preventivo | Lubricación de rodamientos | Semestral | Operario | Bajo |
| | | Preventivo | Inspección del equipo, motor Reductor y cambio de rodamientos | Cada dos años | Técnico Especializado | Alto |
| | Tina quesera | Preventivo | Limpieza adecuada para INOX | Diaria | Operario | Bajo |
| | Mesa de trabajo | Preventivo | Limpieza adecuada para INOX | Diaria | Operario | Bajo |
| | Tina de salado | Preventivo | Limpieza de la tina | Diaria | Operario | Bajo |
| | Prensa | Preventivo | Lavado, Ajuste, Lubricado | Mensual | Operario | Bajo |
| | Empacadora al vacío | Preventivo | Revisar mordazas, niquelinas y sistema eléctrico | Mensual | Operario | Bajo |
| Preventivo | | Cambiar aceite de bomba al vacío | Anual | Técnico Especializado | Medio | |
| Zona de producción de yogur | Descremadora | Preventivo | Verificar nivel de aceite y sistema eléctrico | Semanal | Operario | Bajo |
| | | Preventivo | Cambiar aceite | Trimestral | Operario | Bajo |
| | | Preventivo | Verificación general, cambiar rodamientos | Anual | Técnico Especializado | Medio |
| | Homogeneizador | Preventivo | Revisar guarniciones, cabezales y sistema eléctrico | Semestral | Técnico Especializado | Bajo |
| | | Preventivo | Revisar válvulas y pistones | Anual | Técnico Especializado | Medio |

| | | | | | | |
|---|---------------------------|------------|--|---------------|-----------------------|-------|
| Zona de producción de yogur | | Preventivo | Cambia aceite y verificar bandas | Cada dos años | Técnico Especializado | Medio |
| | Tanque fermentador | Preventivo | Limpieza adecuada para INOX | Diaria | Operario | Bajo |
| | Envasadora y dosificadora | Preventivo | Limpiar y engrasar mordazas | Semanal | Operario | Bajo |
| | | Preventivo | Revisar y cambiar: bujes, chumaceras y rodamientos. | Anual | Operario | Medio |
| Área de producto terminado | Evaporadores | Preventivo | Revisión de aislamientos y ajuste de conexiones eléctricas | Semestral | Técnico Especializado | Bajo |
| | | Preventivo | Revisión de motor, condensado y control de deshielo. | Anual | Técnico Especializado | Alto |
| Área destinada al almacenamiento de insumos | Estantes | Preventivo | Limpieza adecuada para INOX | Semanal | Operario | Bajo |
| Área de generación de vapor | Caldera piro tubular | Preventivo | Vigilancia del tratamiento del agua y temperatura de los gases | Diaria | Operario | Bajo |
| | | Preventivo | Limpieza de tubos de humos | Semestral | Operario | Bajo |
| | | Preventivo | Inspección total, sustitución elementos de seguridad, juntas, etc. | Anual | Técnico Especializado | Alto |
| Zona destinada al sistema de alimentación de agua | Cisterna | Preventivo | Limpieza del tanque | Mensual | Operario | Bajo |
| | Bomba Centrífuga | Preventivo | Verificación de empaques y sellos mecánicos | Semestral | Técnico Especializado | Medio |
| | | Preventivo | Verificación del funcionamiento correcto del motor | Anual | Técnico Especializado | Medio |
| Área de generación de energía | Generador eléctrico | Preventivo | Control de nivel de aceite y refrigerante | Diaria | Operario | Bajo |
| | | Preventivo | Verificación, ajuste de correas, cambio de filtro de combustible | Semestral | Técnico Especializado | Bajo |
| | | Preventivo | Cambio de inyector y verificación del equipo | Anual | Técnico Especializado | Alto |

APÉNDICE E: PLANOS DE LA AMPLIACIÓN FUTURA (MANJAR DE LECHE)



| Equipos a adquirir | | | | |
|--------------------|----|--|-------------|-------------|
| Letra | N° | Elemento | Adquisición | Instalación |
| N | 1 | Balanza | Nueva | Obligatoria |
| | 2 | Marmita mezcladora 500 L | Nueva | Obligatoria |
| | 3 | Dosificador | Nueva | Opcional |
| | 4 | Envasadora | Nueva | Opcional |
| | 5 | Mesa de trabajo | Nueva | Obligatoria |
| | 6 | Estante desplazante producto terminado | Nueva | Obligatoria |

AMPLIACIÓN FUTURA
MANJAR DE LECHE

| Código de Colores | |
|--------------------------------------|--------------------|
| Color | Detalle |
| ■ | Construcción Nueva |
| ■ | Maquinaria Nueva |

| | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|---------|---------------------------------|-----------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Diseño: | Freire Germain; Flores Harrison | 2021-07-28 |
| | | Dibujo: | Freire Germain; Flores Harrison | 2021-07-28 |
| AMPLIACIÓN MANJAR DE LECHE | Escala: 1:50 | Revisa: | Ing. William Diaz | 2021-07-28 |
| | | | 10.3477.01.05 10.8519.01.05 | Tol. Gen 0.1 |