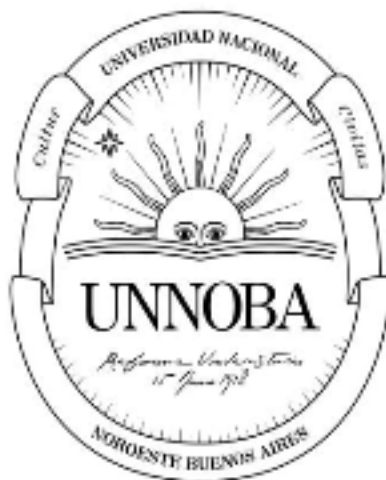




Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

Plan de mejora de la Productividad de La Piana: Desarrollo de un
Plan de Mantenimiento Y Diseño eléctrico para Camara de
Maduracion.

Ingeniería Mecánica

Práctica Profesional Supervisada: La Piana Industria Láctea

Estudiante: Denis Leonel Mongay

Tutor Docente: Iván Martín Montecelli

Tutor de Empresa: Leandro Benvenuto

Fecha de presentación:

Índice

1. Introducción	3
2. Objetivos	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos:	5
3. Plan de trabajo y carga horaria	5
4. Descripción de la Práctica profesional efectuada.	6
Análisis y descripción de la práctica realizada.	6
Situación actual de la planta	7
4.1. Plan de mantenimiento	7
Análisis del proceso	8
Identificación y ubicación de los equipos	9
Codificación de equipos	10
Análisis de criticidad	13
Criterios para la clasificación:	13
Elección del modelo de mantenimiento:	16
Medidas Preventivas	23
4.2. Indicadores	25
4.3. Continuación del Proyecto camara de Maduracion	25
Cálculo del flujo luminoso total necesario	28
Calculo de conductores eléctricos y protecciones:	30
5. Conclusiones	35
6. Bibliografía	36
7. Anexos	37
8. Agradecimientos	38

1. Introducción

La empresa La Piana se dedica a la industria láctea con el propósito de preservar la tradición de los quesos artesanales, una herencia transmitida por sus abuelos desde un pequeño pueblo en el noroeste de Italia, de donde proviene su nombre.

Con más de 40 años de experiencia, La Piana elabora sus quesos en su planta ubicada en la Ruta Nacional N° 188, Km 143, en la localidad de Agustín Roca, Partido de Junín.

La Piana procesa cerca de 8.000 litros de leche diarios, concentrando la mayor parte de su producción en quesos duros como parmesano, reggianito, provolone y sardo. Además, produce quesos blandos como cremoso, mozzarella, por salut y ricota, junto con crema de leche y manteca.

Esta pyme es clave para la economía de Junín, ya que se destaca como uno de los pocos productores de quesos artesanales de la zona. En particular, tiene un impacto significativo en la localidad de Agustín Roca, de donde proviene la mayor parte de su personal. La fábrica emplea directamente a aproximadamente 15 personas, y otras tantas trabajan de forma indirecta, como proveedores y mano de obra especializada.

La misión de la empresa es agregar valor a la leche mediante un sistema de gestión de calidad, con el objetivo de ofrecer los productos tradicionales que sus clientes eligen diariamente.

La práctica profesional realizada en La Piana se centró en aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Mecánica para implementar mejoras que contribuyan a mantener la calidad distintiva de la empresa, optimizar su producción y apoyar su crecimiento futuro.



Imágenes de la planta de la piana y sus productos.

2. Objetivos

Objetivo general

El objetivo de esta práctica profesional es desarrollar e implementar un plan de mejora de la productividad para la empresa láctea La Piana. Este plan incluye la elaboración y puesta en marcha de un programa de mantenimiento adaptado a las necesidades específicas de la empresa, así como el diseño eléctrico de una nueva cámara de maduración. Esta cámara resolverá la limitación actual de la capacidad de producción, provocada por la falta de espacio para llevar a cabo el largo proceso de maduración.

Objetivos específicos:

- Analizar el proceso productivo e identificar los equipos dentro de la planta y establecer su nivel de criticidad.
- Realizar un análisis de modos y tipos de fallos para identificar las causas de los fallos de los equipos.
- Definir el modelo de mantenimiento adecuado para cada equipo según su criticidad.
- Elaborar fichas técnicas de los equipos críticos que incluyan especificaciones, mantenimiento requerido, historial de fallos y otra información relevante.
- Establecer las tareas de mantenimiento necesarias para cada equipo, definiendo sus respectivas periodicidades basadas en las recomendaciones del fabricante, el historial de fallos y las mejores prácticas, con el fin de optimizar el rendimiento de los equipos y minimizar los tiempos de inactividad.
- Establecer indicadores clave de rendimiento para medir la eficiencia del plan de mantenimiento, como tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR).
- Diseñar la instalación eléctrica de la cámara de maduración, asegurando el cumplimiento de normativas de seguridad y eficiencia energética.
- Plantear e implementar ideas para mejorar de manera continua el plan de mantenimiento, mediante el desarrollo y actualización de manuales de operación y mantenimiento, la incorporación de manuales de piezas, y la recopilación de información útil que facilite el trabajo del equipo de mantenimiento, garantizando la eficiencia y la reducción de tiempos de inactividad.

3. Plan de trabajo y carga horaria

Luego de presentar la propuesta de mejoras en la empresa, se estipulan los tiempos con los cuales se planean cumplir los distintos objetivos mencionados anteriormente. Mediante el siguiente diagrama de Gantt se muestra la planeación de las actividades durante el tiempo de la práctica profesional.

CRONOGRAMA DE TAREAS															
N°	ACTIVIDADES	TIEMPO DE DURACIÓN													
		SEMANAS													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Plantear el proyecto de mejora en la empresa														
2	Reconocimiento de equipos e instalaciones														
3	Recopilacion de datos de equipos e instalaciones														
4	Elavoracion del plan de mantenimiento														
5	Elavoracion de fichas de los equipos														
7	Calculo de iluminacion de camara maduracion														
8	Caluculo de potencia electrica camara de maduracion														
9	Realizar informe del proyecto y palntear mejoras futuras														
10	Revision del proyecto con tutores														

4. Descripción de la Práctica profesional efectuada.

Análisis y descripción de la práctica realizada.

El presente plan de mejora para la producción de La Piana surge de un análisis conjunto con la gerencia y el personal de producción, quienes identificaron dos obstáculos principales que afectan la eficiencia productiva y generan pérdidas económicas significativas. En primer lugar, se observaron deficiencias en el mantenimiento de los equipos, caracterizadas por fallas recurrentes, tiempos de respuesta prolongados y la escasez de repuestos críticos. Específicamente, las fallas más comunes incluyen fallas en las instalaciones eléctricas, aire comprimido y vapor, problemas con bombas o motores eléctricos, desgaste prematuro de componentes debido a la exposición a una atmósfera de alta humedad, suero y agentes de limpieza, lo que resulta en demoras promedio de entre 2 y 5 horas. Estas deficiencias no solo generan retrasos en la producción y comprometen la calidad del producto, sino que también resultan en impactos económicos debido a la pérdida de lotes completos y los costos asociados a las reparaciones de emergencia. En segundo lugar, se identificó un cuello de botella en la etapa de maduración de los quesos, un proceso esencial para la calidad del producto. El aumento progresivo de

la producción a lo largo de los años ha superado la capacidad de las cámaras de maduración existentes, lo que limita el volumen de producción y genera pérdidas por la incapacidad de satisfacer la demanda. Para resolver estos problemas, se propone dar continuidad al proyecto de construcción de una nueva cámara, la cual duplicaría la capacidad actual. La estructura de la cámara ya se encuentra construida, y la siguiente fase consiste en diseñar e implementar la instalación eléctrica para su puesta en marcha.

Situación actual de la planta

En la actualidad, las actividades de mantenimiento en La Piana se centran principalmente en la corrección de fallas, con una implementación limitada de mantenimiento preventivo. Este último se restringe a tareas básicas como limpieza, lubricación e inspecciones visuales. Adicionalmente, la mayoría de las reparaciones son realizadas por técnicos externos o proveedores de los equipos. La gestión del inventario de repuestos e insumos se basa en la experiencia.

4.1. Plan de mantenimiento

Se implementará la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) para optimizar el plan de mantenimiento. Esta elección estratégica se basa en la necesidad de maximizar la disponibilidad de los equipos durante los días de producción de alta demanda: lunes, miércoles y viernes. Las interrupciones en estos días generan pérdidas económicas significativas, lo que exige un enfoque de mantenimiento que minimice el tiempo de inactividad no planificado.

El RCM se distingue por su enfoque proactivo, permitiendo anticipar y prevenir fallos mediante el análisis de modos de fallo y sus consecuencias. Esto posibilita la implementación de estrategias de mantenimiento predictivo para detectar y corregir problemas potenciales antes de que afecten la producción.

Además, el RCM ofrece la adaptabilidad necesaria para ajustar las estrategias de mantenimiento a las necesidades específicas de cada equipo y a las condiciones operativas cambiantes. Esta flexibilidad es crucial para mantener la disponibilidad de los equipos en los días de producción clave, facilitando una respuesta rápida ante cualquier problema o cambio en las condiciones de operación.

El desarrollo del plan de Mantenimiento se inicia con un análisis del proceso productivo, donde se identifican y ubican todos los equipos involucrados. Se procede

a la descripción detallada del proceso y la participación de cada equipo, seguido de la codificación de los mismos para una gestión eficiente.

Posteriormente, se realiza un análisis de criticidad para determinar la importancia de cada equipo en el proceso productivo, lo que facilita la elección del modelo de mantenimiento más adecuado. La elaboración de fichas de equipos permite documentar información clave sobre cada uno, mientras que la determinación y clasificación de modos de fallo ayuda a identificar posibles problemas y sus consecuencias.

Con esta información, se establecen medidas preventivas y se plantean mejoras o modificaciones para optimizar el rendimiento de los equipos. Se determinan las tareas de mantenimiento necesarias y se crean registros para llevar un control detallado de las actividades realizadas.

Además, se busca optimizar los insumos y repuestos para asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios. Se realiza un análisis del mantenimiento correctivo para identificar patrones y áreas de mejora. Finalmente, se establecen indicadores para medir la efectividad del plan RCM y realizar ajustes según sea necesario.

Este enfoque integral garantiza que el plan RCM sea robusto y efectivo, contribuyendo a la máxima disponibilidad de los equipos y la optimización del proceso productivo.

Análisis del proceso

El proceso de la producción de quesos comienza cuando la leche transportada desde tambos cercanos llega a la planta, antes de ser descargada se toman muestras para ser analizadas en un laboratorio con el fin de comprobar calidad y composición.

A continuación se descarga leche mediante una bomba y un sistema de filtrado en uno de los tanques del recibo de leche hasta el próximo proceso que es la pasteurización. En esta etapa la leche pasa por un intercambiador de calor que eleva su temperatura a 73°C por unos 15 segundos y luego se enfría hasta los 37°C, para luego pasar por la desnatadora donde se reduce el contenido graso de la leche, el cual se utiliza para la crema y la manteca.

Ya fría la leche pasa a la tina quesera donde se agregan los fermentos y el cuajo, la cual se mantiene a una determinada temperatura para favorecer la fermentación, mientras se revuelve a velocidad lenta hasta pasar de un estado líquido a uno

semisólido, la coagulación se dará por finalizada cuando al cortar la cuajada esta sea firme y sin desgrano.

Luego de la coagulación, se obtienen dos productos: la cuajada y el suero. El suero es parte de la leche no coagulada en estado líquido y contiene sales, proteínas, vitaminas, minerales y lactosa. La cuajada debe continuar un proceso de corte y agitación mientras se realiza la cocción. Posteriormente a la masa resultante se le extrae parte del suero restante mediante un prensado mecánico y se corta para luego se moldea.

Durante el moldeado se realiza otra etapa de prensado donde se controla el ph antes de ser llevados a inmersión en salmuera a 7°C.

Después de ser sacados de la salmuera los quesos deben estacionarse en una cámara de maduración a temperaturas alrededor de los 10°C. El tiempo de maduración depende del tipo de queso según su tamaño.

Por último luego de la maduración se realiza una limpieza mediante un cepillo giratorio de la cáscara de los quesos, para su posterior pintado o sellado al vacío.

Identificación y ubicación de los equipos

El desarrollo del plan de mantenimiento comienza con el reconocimiento, la identificación y listado de los equipos. La elaboración de un layout de la planta permitirá conocer la ubicación exacta de cada uno de los equipos. Puede observarse en detalle el layout en el Anexo 1.

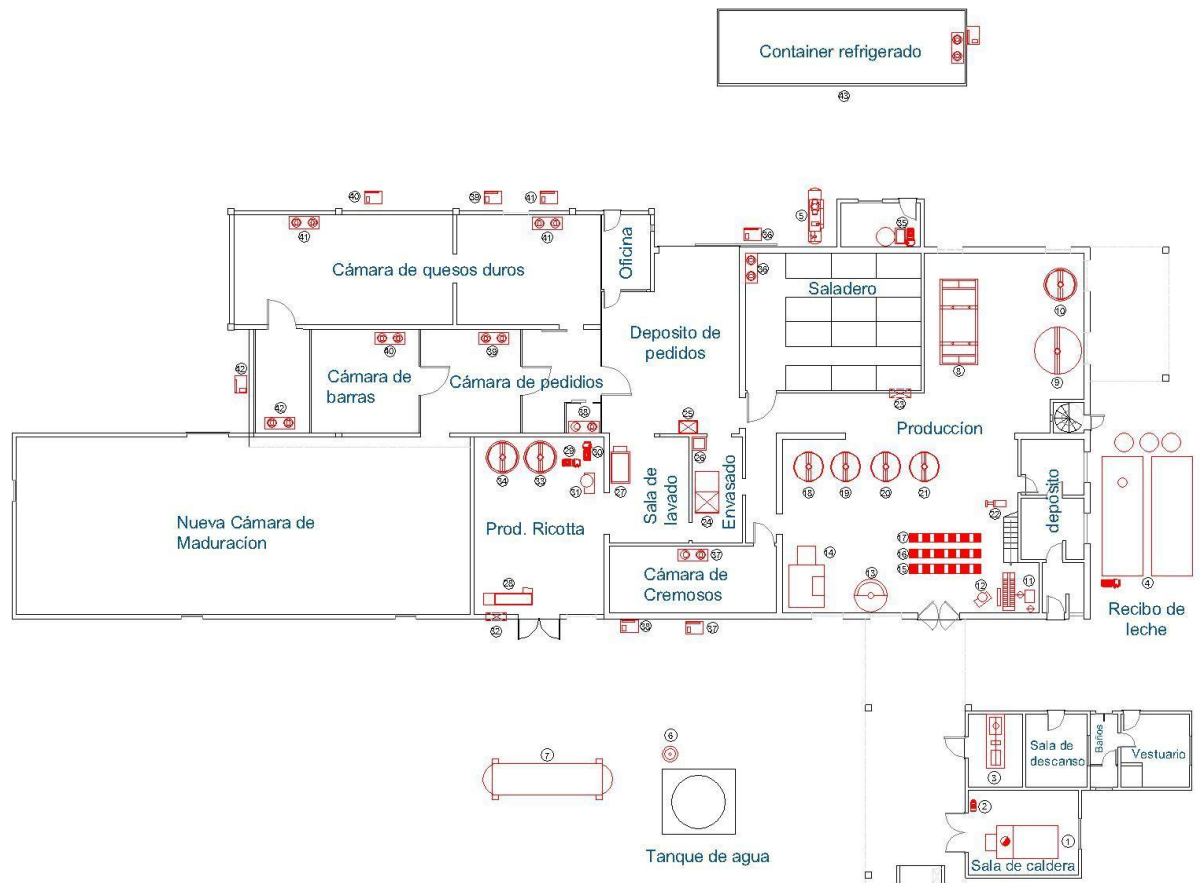


figura n°1
Layout de planta

Codificación de equipos

Después de identificar y ubicar los equipos, es importante asignar un código de identificación para cada uno. La codificación es fundamental para la elaboración de órdenes de trabajo, organización de registros y la realización de seguimientos. El código asignado no solo es un nombre, sino que incluye detalles sobre el equipo, como su ubicación, el área a la que corresponde, el nombre y la cantidad disponible.

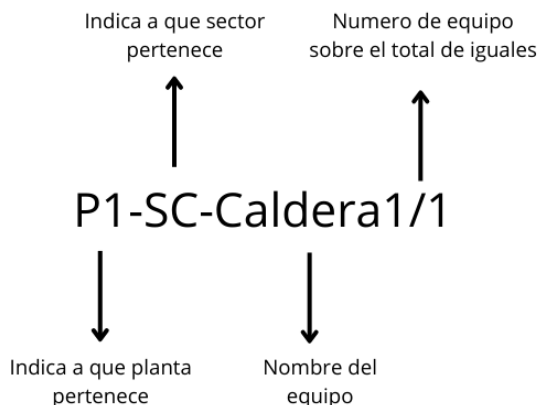


Figura n° 2: Esquema de codificación.

A continuación se muestra la lista de todos los equipos de la planta, indicando el número de referencia en el layout, el área a la cual pertenecen y su respectiva codificación.

Referencia	Equipos	Área	Codificación
1	Caldera	Sala caldera	P1-SC-Caldera1/1
2	bomba agua a presión	Sala caldera	P1-SC-BombaP01
3	Grupo electrogeno	Sala grupo	P1-SG-Grupo01
4	Recibo de leche	Exterior	P1-Ex-Recivo-1/1
5	Compresor	Exterior	P1-EX-Compresor01
6	Bomba agua sumergible	Exterior	P1-Ex-bombasum-1/1
7	Tanque suero	Exterior	P1-Ex-Tsuero-1/1
8	Dreno Prensa	Elaboración	P1-EI-Drenoprensa-1/1
9	Tina grande	Elaboración	P1-EL-TinaGr-1/1
10	Tina chica	Elaboración	P1-EI-TinaC-2/2
11	Pasteurizador	Elaboración	P1-EI-Pasteurizador-1/1
12	Desnatadora	Elaboración	P1-EI-Desnatadora-1/1
13	Bach de Crema	Elaboración	P1-EI-Bachcrema-1/1
14	Mantequera	Elaboración	P1-EI-Mantequera-1/1
15	Prensas de quesos	Elaboración	P1-EL-Prensas-1/3

16	Prensas de quesos	Elaboración	P1-EL-Prensas-2/3
17	Prensas de quesos	Elaboración	P1-EL-Prensas-3/3
18	Olla	Elaboración	P1-EI-Olla-1/4
19	Olla	Elaboración	P1-EI-Olla-2/4
20	Olla	Elaboración	P1-EI-Olla-3/4
21	Olla	Elaboración	P1-EI-Olla-4/4
22	Aparejo	Elaboración	P1-EI-aparejo-1/1
23	Extractor aire Prod	Elaboración	P1-EI-extractor-1/1
24	Envasadora grande	Envasado	P1-En-enzasadoraG-1/1
25	Envasadora chica	Envasado	P1-En-enzasadoraS-1/1
26	Sellado agua caliente	Envasado	P1-En-Sellador-1/1
27	Lavadora de quesos	Sala lavado	P1-La-Lavadora-1/1
28	Muzzarelera	Sala Ricotta	P1-Sr-muzzarella-1/1
29	Bomba suero grande	Sala Ricotta	P1-Sr-bombaG-1/1
30	Bomba suero chica	Sala Ricotta	P1-Sr-bombaC-1/1
31	Desnatadora 2	Sala Ricotta	P1-Sr-desnatadora-1/1
32	Extractor aire Ricotera	Sala Ricotta	P1-Sr-Extractor-1/1
33	Cono Ricotero	Sala Ricotta	P1-Sr-Conoric-1/2
34	Cono Ricotero	Sala Ricotta	P1-Sr-Conoric-2/2
35	Salmuera	Saladero	P1-Sa-Salmuera-1/1
36	Equipo refrigeracion	Saladero	P1-Sa-camarafrig-1/1
37	Equipo refrigeracion	Cam Cremosos	P1-CC-refrigeración-1/1
38	Equipo refrigeracion	Congelados	P1-Co-refrigeracion-1/1
39	Equipo refrigeracion	Cam Pedidos	P1-Cp-refrigeración-1/1
40	Equipo refrigeracion	Cam barras	P1-Cb-refrigeración-1/1
41	Equipo refrigeracion	Cam Maduración	P1-Cd-refrigeracion-1/1
42	Equipo refrigeracion	Cam Maduración	P1-Cm-refrigeracion-1/1
43	Container refrig	Exterior	P1-Ex-Container-1/1

Tabla 1: listado y codificación de equipos.

Análisis de criticidad

No todos los equipos tienen el mismo nivel de importancia dentro de la planta. Para concentrarse en los más relevantes, se clasificaron de la siguiente manera:

1. Equipos Críticos (A):

Son aquellos equipos cuyo fallo o mal funcionamiento tiene un impacto directo en la operación de la empresa, generando paradas o afectando gravemente la producción.

2. Equipos Importantes (B):

Son los equipos cuya parada o avería genera consecuencias para la empresa, pero estas pueden ser gestionadas o asumidas sin paralizar por completo las operaciones.

3. Equipos Prescindibles (C):

Son equipos cuya falla o parada tiene un impacto mínimo en la operación de la planta, sin causar pérdidas significativas ni afectar gravemente la producción.

Criterios para la clasificación:

Para realizar esta clasificación, se consideran los siguientes criterios:

1. Producción:

Se evalúa cómo la parada de un equipo afecta a la producción, ya sea generando pérdidas, afectando a otros equipos o teniendo poca influencia en el proceso.

2. Calidad:

Se analiza si un mal funcionamiento o fallo del equipo compromete la calidad del producto o servicio final, afectando la satisfacción del cliente o el cumplimiento de estándares.

3. Mantenimiento:

Se consideran los costos y el tiempo asociados al mantenimiento de cada equipo, teniendo en cuenta la frecuencia de fallos y los recursos necesarios para su reparación.

4. Seguridad:

Se valora si la falla de un equipo puede generar situaciones de riesgo o accidentes que pongan en peligro la seguridad de los trabajadores o la integridad de la planta.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

Figura N°3: Criticidad de equipos.

Análisis de Criticidad					
Codificación	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento	Criticidad
P1-SC-Caldera1/1	A(Critico)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-SC-BombaP01	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)
P1-SG-Grupo01	B(Importante)	B(Importante)	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Ex-Recivo-1/1	C(Prescindible)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-EX-Compresor01	C(Prescindible)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-Ex-bombasum-1/1	B(Importante)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-Ex-Tsuero-1/1	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)
P1-EI-Drenoprensa-1/1	B(Importante)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-EL-TinaGr-1/1	C(Prescindible)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-EI-TinaC-2/2	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-EI-Pasteurizador-1/1	C(Prescindible)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-EI-Desnatadora-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-EI-Bachcrema-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-EI-Mantequera-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-EL-Prensas-1/3	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)	C(Prescindible)
P1-EL-Prensas-2/3	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)	C(Prescindible)
P1-EL-Prensas-3/3	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)	C(Prescindible)
P1-EI-Olla-1/4	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)
P1-EI-Olla-2/4	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)
P1-EI-Olla-3/4	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)
P1-EI-Olla-4/4	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)
P1-EI-aparejo-1/1	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)
P1-EI-extractor-1/1	B(Importante)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)
P1-En-ensasadoraG-1/1	C(Prescindible)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-En-ensasadoraC-1/1	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)
P1-En-Sellador-1/1	C(Prescindible)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-La-Lavadora-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Sr-muzzarelera-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Sr-bombaG-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Sr-bombaC-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Sr-desnatadora-1/1	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)
P1-Sr-Extractor-1/1	B(Importante)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)
P1-Sr-Conoric-1/2	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)
P1-Sr-Conoric-2/2	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)
P1-Sa-Salmuera-1/1	C(Prescindible)	C(Prescindible)	C(Prescindible)	B(Importante)	C(Prescindible)
P1-Sa-camarafrig-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-CC-refrigeracion-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Co-refrigeracion-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Cp-refrigeracion-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Cb-refrigeracion-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Cd-refrigeracion-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Cm-refrigeracion-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-Ex-Container-1/1	C(Prescindible)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-TP-Vapor	A(Critico)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-TP-Airecomp	C(Prescindible)	A(Critico)	A(Critico)	B(Importante)	A(Critico)
P1-TP-Electricidad	A(Critico)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)
P1-TP-Agua	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)	B(Importante)

Tabla 2: Análisis de criticidad.

Elección del modelo de mantenimiento:

Tras la determinación de los grados de importancia de los equipos, se procede a la selección del modelo de mantenimiento más adecuado para cada uno. La implementación de un mismo modelo de mantenimiento para la totalidad de los activos podría derivar en una distribución ineficiente de recursos o en la ejecución de un plan de mantenimiento inadecuado, incapaz de satisfacer los requerimientos mínimos para garantizar la operatividad de los equipos.

La selección de los modelos de mantenimiento se fundamenta en la criticidad del activo, su nivel de disponibilidad y los costos asociados a interrupciones de la producción y los tiempos de las reparaciones."

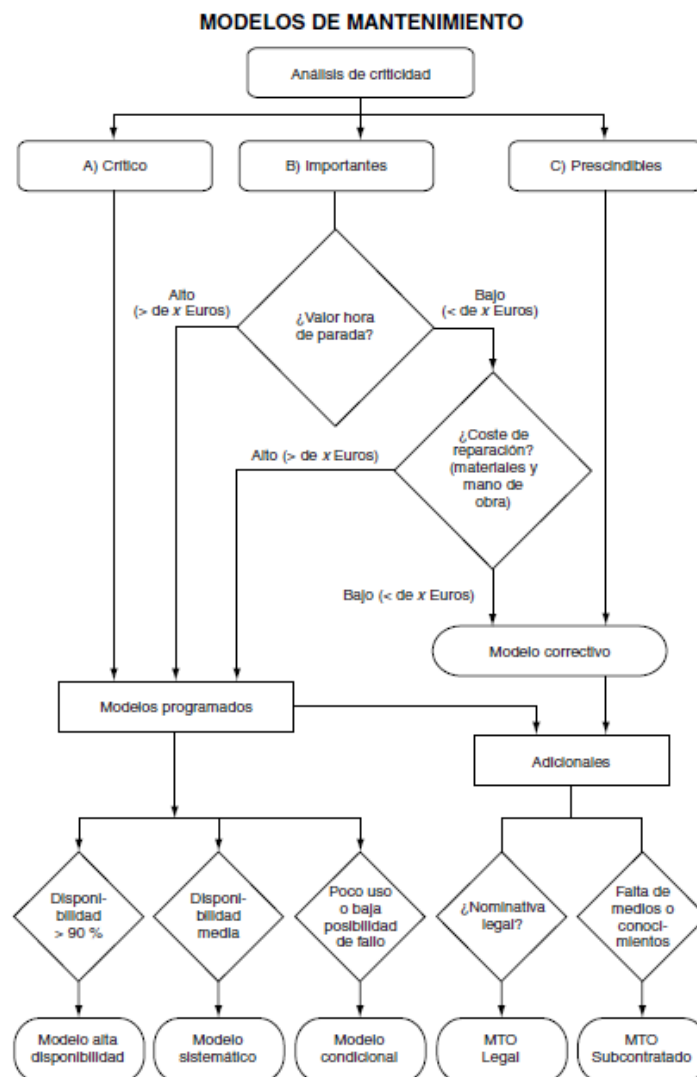


Figura N° 4
Selección del modelo de mantenimiento.

Es fundamental señalar que en ningún momento se consideró la implementación de mantenimiento predictivo para ninguno de los equipos. Esto se debe a la ausencia de equipos con altos costos de reparación o sistemas de alta complejidad, que justificaran la aplicación de técnicas de mantenimiento predictivo. A excepción de los motores eléctricos que se realizan mediciones de aislación(megado) en las bobinas.

La lista del modelo de mantenimiento asignado a cada uno de los equipos se encuentra en el anexo 4.

Fichas de equipos:

El próximo paso en la elaboración del plan de mantenimiento implica recopilar la información esencial de cada uno de los dispositivos en un formato de ficha, lo que permitirá que toda la información necesaria para el mantenimiento esté centralizada en un solo lugar.

En las fichas de los equipos se encontra información relevante para el mantenimiento como:

- Nombre del equipo y su código.
- Características principales, imagen, datos del proveedor.
- Grado de Criticidad y modelo de mantenimiento.
- Componentes principales.
- Repuestos e insumos.
- Historial de fallos y mantenimiento.
- Tareas de mantenimiento

Como el plan de mantenimiento se comenzó desde cero sin ningún tipo de documentación previa, más que algunos manuales se decidió por cuestiones lógicas y tiempo que las fichas se elaboran para los equipos críticos, es decir los más importantes para la producción, la seguridad, la calidad y los costos de mantenimiento.

A continuación se adjunta la ficha de un equipo crítico como lo es la caldera:

Ficha informativa de equipos			
Equipo:	Caldera de vapor		Código: P1-SC-Caldera 1/1
Datos del equipo			
Marca:	Taller metalúrgico Luis Picco		
Año	2008		
Modelo			
Proveedor/s	Taller metalúrgico Luis Picco		
Teléfono:			
E-mail:			
Descripción	Caldera pirotubular de vapor alimentada a leña		
Características	Presión de trabajo 8 kg/cm2 Presión de prueba 13.5 kg/cm2		
Criticidad:	Equipo Crítico		
Modelo de mantenimiento	Sistemático		
Afectado por Normativa	si		
Servicios que utiliza:	Electricidad		
	Agua		
	Aire comprimido		
Componentes Principales			
Nombre	Marca/ modelo	Descripción	
Bomba de agua	Grundfos Cr-19	bomba vertical de agua de 1.1kw, altura máxima 117m, caudal 1.8 m3/h	
Bomba de agua	Leo Lvr 4	bomba vertical de agua de 1.5kw, altura máxima 119m, caudal 4.5 m3/h	
Soplador	-	motor electrico de 2 hp	
Tanque agua	-	Tanque de acero inoxidable 550 L Entrada con flotante mecanico 3/4" y salidas de 1 1/4"	
Presostatos	Fantini Cosmi	Regulación de 4 a 15 bar	
Válvula de seguridad 1	-	regulación a 7 bar	
válvula de seguridad 2	-	regulación a 7.5 bar	
Válvulas de retención	Spirax arco	Válvula con bridas conexión 1"	
Manómetros	-	Rango de medición de 0 a 15 bar	
Termómetro	-	Rango de medición de 0 a 500°C	
Magnetrol	-	-	
Purga automática	-	Válvula electroneumática temporizada	



Figura N°5: Ficha de equipos.

Mantener un stock de repuestos es fundamental para mitigar eventuales fallas en los equipos. Aunque muchas de estas piezas sean de fácil disponibilidad, es importante contar con ellas en sitio, ya que el tiempo requerido para desplazarse desde la planta hasta Junín y luego de regreso, así como los costos asociados a dicha movilización, representan un impacto negativo.

Equipo: P1-SC-Caldera1/1			
Nombre	Descripción	Cantidad mínima	Proveedor
Válvula esférica	Válvula para vapor de 3 cuerpos de 1 1/4"	2	Metalurgica Luis Picco
Válvula esférica	Válvula para vapor de 3 cuerpos de 1"	2	Metalurgica Luis Picco
Válvula esférica	Válvula para vapor de 3 cuerpos de 3/4"	2	Metalurgica Luis Picco
Tubos de nivel	Tubo de vidrio de 200 mm de largo	4	Metalurgica Luis Picco
Válvula retención	Conexión 1"	2	Metalurgica Luis Picco
Presostato	Regulacion de 4 a 15 bar conexion 1/4"	1	Metalurgica Luis Picco
Contactor	contactor trifásico 9A	1	Electricidad Junin/ Juma/ Figgini
Relevo termico	trifásico de 2.5 a 4A	1	Electricidad Junin/ Juma/ Figgini
Sello bomba	Sello mecanico de bomba vertical	1	HAUCIARTZ Bombas y Procesos
Sello bomba	Sello mecanico de bomba vertical	1	HAUCIARTZ Bombas y Procesos
motor soplador	motor electrico 2hp	1	Torres bobinados

Figura N° 6 Stock de repuestos.

Las fichas correspondientes a los demás equipos se encuentran anexadas al final del presente informe.

Determinación de modos y clasificación de fallos

Para el desarrollo de un plan de mantenimiento efectivo, se identificaron dos categorías principales de fallos:

- **Fallos funcionales:** aquellos que impiden que el equipo realice su función prevista.
- **Fallos técnicos:** aquellos que resultan en un rendimiento del equipo fuera de los parámetros normales de operación.

La identificación de fallos y sus modos en los equipos se realizó mediante la recopilación de información de diversas fuentes, incluyendo entrevistas con operadores, revisión del inventario de repuestos, y consultas a responsables de mantenimiento y supervisores de planta.

Una vez identificados los modos de fallo, se procedió a analizar sus consecuencias. Aquellos fallos cuyas consecuencias resultaron ser críticas y difíciles de mitigar fueron clasificados como 'fallos a evitar'. Por otro lado, aquellos fallos cuyas consecuencias pudieron ser manejadas o minimizadas se clasificaron como fallos a amortiguar.

Historial de fallos:

Durante el proceso de desarrollo del plan de mantenimiento, los fallos en los equipos continuaron ocurriendo, lo que facilitó una mejor identificación y documentación de los modos de fallo, así como la identificación de sus causas. Este proceso también permitió la creación de los historiales de fallas de cada equipo.

Se observó que muchas de las fallas afectaron a equipos críticos, tales como la caldera, la prensa, el pasteurizador y la envasadora. La mayoría de los fallos fueron de naturaleza funcional, lo que ocasionó retrasos en la producción y variaciones en la calidad.

La construcción de los historiales de fallas proporciona información valiosa para la verificación de los modos de fallo previamente establecidos, permitiendo su comparación con los datos registrados. Además, facilita la recolección de datos relevantes como las piezas reemplazadas, los tiempos de trabajo, los tiempos de inactividad y otros parámetros, los cuales se utilizarán posteriormente para el desarrollo de indicadores del desempeño y la eficiencia del plan de mantenimiento.

Los modos de fallo, las clasificaciones y su historial de cada equipo se adjuntan en las fichas de cada equipo y pueden encontrarse en los anexos.

Equipo: P1-SC-Caldera1/1				
Sistema	Tipo de fallo	Descripcion del fallo	Descripcion de modo de fallo	Clasificacion
Alimentacio de agua	Funcional	La caldera no recibe agua	El filtro del deposito de agua se encuentra tapado	A Evitar
			Disparo del relevo termico de la bomba de agua	A Evitar
			Valvula de retencion atascada	A Evitar
			La Bomba no eleva agua a la caldera	A Evitar
			El deposito de agua se encuentra vacio	A Evitar
	Tecnico	Fugas de agua	Juntas o bridas en mal estado	A Amortiguar
			Tuberias con pinchaduras o poros	A Amortiguar
Aire forzado	Funcional	El Forzador de aire no funciona	Disparo del relevo termico del motor	A Evitar
			Motor no enciende	A Evitar
			Cable de alimentacion Cortado	A Evitar
			Falla en la señal de los presostatos	A Evitar
	Tecnico	Fuugas de aire	Conducto de aire forzado en mal estado	A Amortiguar
			Juntas dañadas	A Amortiguar
Sistema de vapor	Tecnico	Fugas de vapor	Fugas en valvulas y conexiones	A Amortiguar
			Roturas de tubos de nivel	A Amortiguar
Hogar	Tecnico	Fuga de humo y aire caliente	La puerta de carga del hogar no cierra de manera correcta	A Amortiguar
	Funcional	Mala salida de humos y gases de combustion	Los tubos del hogar se encuentran obstruidos	A Evitar
Sistema de control	Funcional	Falla en el magnetrol	El sensor de nivel no funciona	A Evitar
		Alarma de falta de agua	La sirena no suena	A Evitar
		La Presion de vapor no alcanza los valores de trabajo	Presostatos en mal estado o mal calibrados	A Evitar
			Manometros descalibrados	A Evitar
			Las Valvulas de seguridad se encuentran mal calibradas o con fugas	A Evitar
Purga automatica	funcional	No se realiza la purga	Falta de la valvula electroneumatica	A Evitar
			Falta de presion de aire en la valvula electroneumatica	A Evitar
			Fallo en el temporizador electronico	A Evitar

Figura N° 7 Modos de fallo.

Medidas Preventivas

Una vez identificados y clasificados los posibles modos de fallo, es imprescindible implementar acciones correctivas y preventivas para mitigar su ocurrencia o minimizar su impacto. Entre las medidas a adoptar se incluyen la ejecución de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, la implementación de modificaciones o mejoras en las instalaciones y equipos, así como la adopción de mejores prácticas tanto en los procesos productivos como en las actividades de mantenimiento.

Equipo: P1-SC-Caldera1/1		
Modo de Fallo	Medidas Preventivas	
	Tareas de mantenimiento	Mejoras
El filtro del deposito de agua se encuentra tapado	Comprobar la existencia de partículas y objetos extraños en el deposito de agua. Realizar limpieza de los filtro periodicamente	Instalar un nuevo tanque de acero inoxidable, para asi evitar incrustaciones de oxido en el circuito de agua
Disparo del relevo termico de la bomba de agua	Comprobar que no existan vibraciones o ruidos extraños. Verificar el estado del ventilador del motor. Ajuste del relevo termico. Realizar medicion de aislacion de las bobinas (mehgado).	
Valvula de retencion atascada	Verificar el estado de la valvula, tornillos de las bridas y juntas	Se propone cambiar las valvulas por unas de mejor calidad
La Bomba no eleva agua a la caldera	Ver el estado general de la bomba	
El deposito de agua se encuentra vacio	Comprobar que la llave de agua se encuentre abierta, ver el funcionamiento del flotante	
Juntas o bridas en mal estado	Se deben inspeccionar todas las bridas y uniones	
Tuberias con pinchaduras o poros	Realizar inspecciones visuales de todas las tuberias	
Disparo del relevo termico del motor	Comprobar que no existan vibraciones o ruidos extraños. Verificar el estado del ventilador del motor. Ajuste del relevo termico. Realizar medicion de aislacion de las bobinas (mehgado).	
Motor no enciende	Chequear alimentacion y medicion de las bobinas	
Cable de alimentacion Cortado	Verificar presencia de tension, realizar inspecciones visuales	Se propone instalar canalizacion adecuada para los conductores electricos
Falla en la señal de los presostatos	Comprobar las conexiones y la calibracion de los presostatos	
Conducto de aire forzado en mal estado	Realizar inspeccion visual del estado del conducto de aire forzado	
Juntas dañadas	Inspeccionar que las uniones y juntas no presenten perdidas	
Fugas en valvulas y conexiones	Realizar inspecciones visuales y realizar nuevas conexiones o cambio de valvulas	
Roturas de tubos de nivel	Buscar fisuras o grietas en los indicadores de nivel	

Figura N°8: Medidas preventivas

Al igual que las tablas de componentes de los equipos, la de los modos de fallos y las de las medidas preventivas se adjuntan con la ficha de cada equipo, de esta manera se tendrá organizada toda la información.

Continuando con el ejemplo de la caldera, una de las medidas preventivas consisten en mejorar el depósito de agua. El cual estaba fabricado de acero al carbono y con el paso del tiempo comenzó a desprender incrustaciones de óxido que taparon, filtros y tuberías. Además de generar el desgaste prematuro de las bombas de agua.

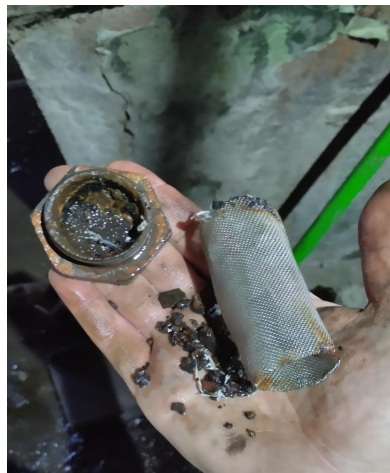


Figura N° 9 incrustaciones de óxido.

La respuesta a este problema fue el diseño e instalación de un nuevo depósito de agua, el cual se mandó a construir en acero inoxidable. Con este nuevo depósito se mejora la instalación y se reducen los posibles fallos de las bombas de la caldera. También se buscó aumentar la capacidad pasando de 270 a 500 litros y evitar fallos por falta de agua.

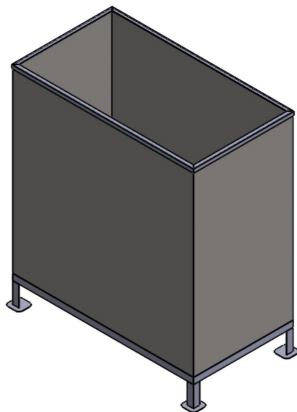


Figura N° 10: Tanque de acero inoxidable.

4.2. Indicadores

La implementación del plan de mantenimiento por sí solo no asegura que este sea exitoso, por esta razón y con el fin de ir visualizando los resultados, se recolecta información para establecer indicadores.

Los indicadores que se utilizarán serán:

El tiempo medio entre reparaciones(MTTR): este indicador mide el tiempo promedio necesario para reparar un equipo después de una falla. Su importancia radica en la reducción del tiempo de inactividad y la eficiencia en las reparaciones. Un MTTR bajo indica que se están realizando reparaciones de manera rápida y efectiva.

MTTR= (Tiempo de reparación)/(Números de paradas)

El tiempo medio hasta fallas(MTTF): este indicador da una muestra de la confiabilidad de los equipos, el objetivo es maximizar el MTTF, lo que implica reducir la frecuencia de las fallas y prolongar la vida útil de los activos. Un MTTF alto indica que los activos son confiables y tienen una menor probabilidad de experimentar fallas.

MTTF=(Tiempo de operación - Tiempo de paradas)/(Números de paradas)

Tiempo medio entre fallas(MTBF): es otro indicador clave que complementa al MTTF y se utiliza para medir el tiempo promedio entre fallas ,un valor alto indica una mayor confiabilidad y menor frecuencia de fallas.

Identificar las causas de las fallas, implementar acciones correctivas y preventivas es de suma importancia para mejorar este indicador. Además, es fundamental realizar un análisis de fallas adecuado para comprender los patrones y las tendencias que pueden estar afectando el funcionamiento del activo.

Tanto como los datos y los indicadores serán parte de las fichas de los equipos, para así conformar una carpeta con toda la información y así poder enfocarse en el rendimiento del plan de mantenimiento equipo por equipo.

4.3.Continuación del Proyecto camara de Maduracion

El desarrollo del plan de mantenimiento es crucial para el funcionamiento de la planta, pero también lo es continuar con el proyecto de la nueva cámara de

maduración. Este proyecto de expansión había quedado detenido tras la construcción del recinto y el cerramiento con placas aislantes que conforman la cámara refrigerada.

La cámara de frío, con unas dimensiones de 8.5 metros de ancho, 20 metros de largo y 5.5 metros de altura, está revestida con paneles de chapa y poliuretano expandido de 60 milímetros de grosor. Estos paneles cubren tanto las paredes como el techo de la cámara.

Aunque la estructura está terminada, los equipos de refrigeración aún no se han instalado, ya que falta completar las instalaciones eléctricas y de iluminación necesarias para su puesta en marcha.

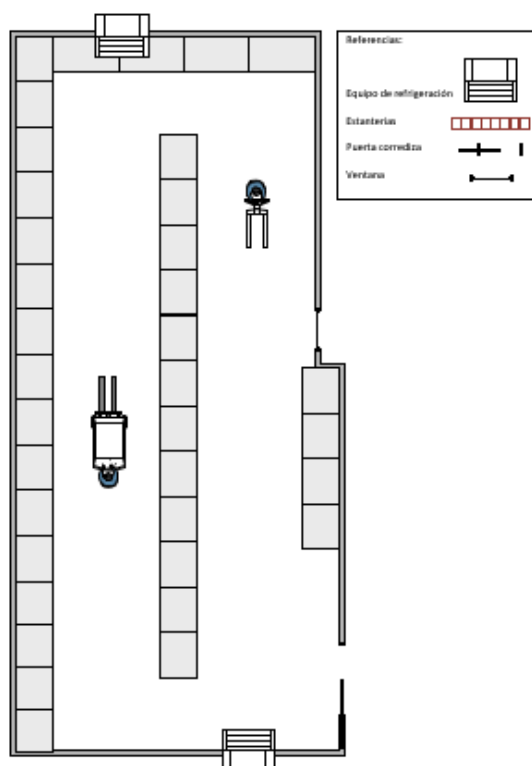


Figura N° 11 : Esquema Cámara de maduración.

Cálculo de iluminación:

Se realizó el cálculo de la iluminación necesaria para las actividades diarias dentro de la cámara de maduración utilizando el método de los lúmenes. Las tareas que se

realizan en este espacio incluyen principalmente el almacenamiento, la supervisión de los productos, su rotación y la preparación de despachos.

De acuerdo con la Ley N° 19.587 y la reglamentación aprobada por el Decreto N° 351/79 sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo, se establece la intensidad mínima de iluminación sobre el plano de trabajo, la cual debe ser determinada en función de la dificultad de la tarea visual y del propósito del local.

Intensidad Media de Iluminación para Diversas Clases de Tarea Visual
(Basada en Norma IRAM-AADL J 20-06)

Clase de tarea visual	Iluminación sobre el plano de trabajo (lux)	Ejemplos de tareas visuales
Visión ocasional solamente	100	Para permitir movimientos seguros por ej. en lugares de poco tránsito: Sala de calderas, depósito de materiales voluminosos y otros.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos, inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada.
Tarea moderadamente crítica y prolongadas, con detalles medianos	300 a 750	Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo.
Tareas severas y prolongadas y de poco contraste	750 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste	1500 a 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina.
Tareas excepcionales, difíciles o importantes	3000 5000 a 10000	Trabajo fino de relojería y reparación Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía.
Fábrica de derivados lácteos:		
Elaboración		300
Cámaras frías		50
Sala de máquinas		150
Depósitos de quesos		100
Envasado		300

Figura N° 12 Valores iluminación media.

Teniendo en cuenta los valores establecidos en la tabla, se adopta un nivel de 125 lux como iluminación media adecuada para el interior de la cámara de maduración.

Cálculo del flujo luminoso total necesario

Cálculo del flujo luminoso total necesario

$$\Phi_T = \frac{E \times S}{C_u \times C_m}$$

Φ es el flujo luminoso total necesario en lúmenes.

E es la iluminancia media deseada, o sea, el nivel de iluminación en lux.

S es la superficie del plano de trabajo por iluminar en m².

C_u es el coeficiente o factor de utilización dado por el fabricante.

C_m es el coeficiente o factor de mantenimiento.

Cálculo del número de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{\eta \cdot \Phi_L}$$

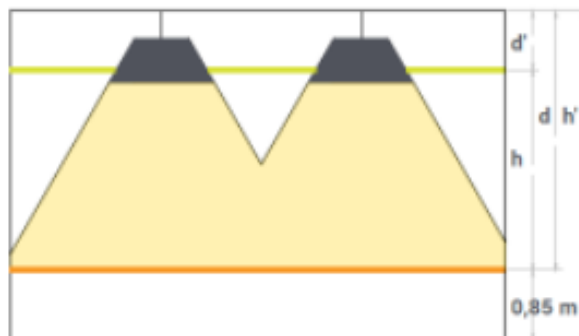
N es el número de luminarias.

Φ_T es el flujo luminoso total en el local.

Φ_L es el flujo luminoso de una lámpara que da el catálogo.

η es el número de lámparas por luminaria.

Una vez determinado el valor de iluminancia media, se calcula el índice de iluminación del local, considerando sus dimensiones específicas.



Plano de las luminarias

Plano de trabajo

Referencias

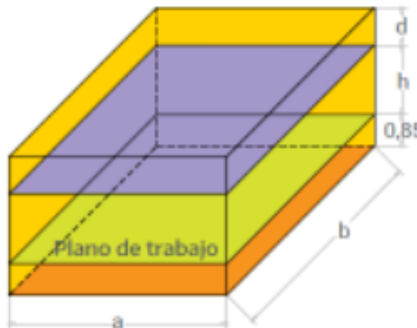
h: altura entre el plano de trabajo y las luminarias

h': altura del local

d: altura desde el plano de trabajo hasta el techo

d': altura entre el plano de trabajo y las luminarias

El plano de luminarias será a 3.8 metros del suelo, la altura del plano de trabajo se establece a 0.85 metros del suelo, dejando como diferencia 2.95 metros (h).



Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0,85) \cdot (a + b)}$

Donde k es un número comprendido entre 1 y 10. Se pueden obtener valores mayores que 10 con la fórmula, pero no se consideran pues la diferencia entre usar 10 o un número mayor en los cálculos es despreciable.

$$K = (20)(8.5) / (2.95)(28.5) = 2.022$$

Con el valor del índice del local (K), se obtiene el coeficiente de mantenimiento de la luminaria a partir de la tabla correspondiente. Este coeficiente varía según los diferentes modelos de luminarias. En este caso, se ha decidido utilizar porta tubos LED dobles, los cuales tienen un flujo luminoso de 3600 lúmenes y una potencia de 36 W.



	30% 80%		20% 80%		10% 70%		50%	
	50%	30%	50%	30%	50%	30%	30%	10%
Razón de ambiente K	Coeficiente de utilización (C_U)							
0.6	.29	.24	.29	.23	.28	.23	.26	.22
0.8	.38	.32	.37	.31	.35	.30	.33	.29
1.0	.45	.38	.42	.37	.41	.36	.38	.34
1.25	.51	.44	.48	.42	.46	.41	.42	.38
1.5	.56	.49	.52	.47	.50	.45	.46	.42
2.0	.63	.56	.57	.52	.55	.50	.50	.47
2.5	.67	.61	.60	.56	.58	.54	.53	.50
3.0	.70	.65	.63	.59	.60	.57	.55	.52
4.0	.74	.70	.66	.63	.63	.60	.57	.55
5.0	.78	.74	.68	.65	.65	.63	.65	.63

La cámara de maduración, al estar recubierta con paneles aislantes, tiene tanto las paredes como el techo de color blanco. Con un índice $K = 2$, el coeficiente de utilización (C_U) es 0.63.

El coeficiente de mantenimiento depende del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de limpieza. Dado que se trata de una industria alimenticia, se utilizará un coeficiente de mantenimiento (C_m) de 0.8.

Ambiente	Factor de mantenimiento (C _m)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

El flujo luminoso necesario para el local será:

$$\Phi_t = (125 \text{ lux})(170 \text{ m}^2)/(0.63)(0.8) = 42162.7 \text{ Lux.m}^2 = 42162.7 \text{ Lumenes}$$

El número de luminarias resulta de la razón del flujo luminoso total sobre el emitido por las luminarias:

$$N = (42162.7)/(3600) = 11.71$$

La cantidad de luminarias a instalar en la cámara de maduración será de 12.

Por último se verifica si la iluminación promedio es igual o mayor a la establecida.

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{\text{tablas}}$$

$$E_m = (12)(3600)(0.63)(0.8)/(170) = 128.07 \text{ lux}$$

La iluminación promedio instalada supera al valor de tabla, entonces queda verificado el cálculo.

Calculo de conductores eléctricos y protecciones:

La última etapa para finalizar el proyecto de la cámara de maduración consiste en diseñar la instalación eléctrica. Para ello, se debe determinar la potencia eléctrica total que se consumirá, sumando los consumos de la iluminación, los sistemas de refrigeración y otros equipos necesarios.

Utilizando las siguientes fórmulas de calcula las intensidades:

ALTERNA	
MONOFÁSICA	TRIFÁSICA
$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos \varphi}$

V: Tensión en Voltios (V)

V_L: Tensión de línea en Voltios (V)

I: Intensidad en Amperios (A)

P: Potencia en Vatios (W)

cos φ: factor de potencia.

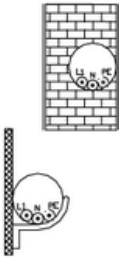
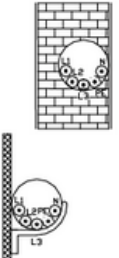
Equipos a instalar		Potencia(w)	Cos FI	Voltaje	Intesidad(A)
Trifasicos	Unidad condensadorar	3728,5	0,89	380	6,37
	Unidad evaporadora	3728,5	0,88	380	6,44
	Unidad condensadorar	3728,5	0,89	380	6,37
	Unidad evaporadora	3728,5	0,88	380	6,44
Monofasiscos	Iluminacion	432	0,91	220	2,16
	Generador ozono	1500	0,9	220	4,37
	Toma de carga apilador	1800	0,91	220	5,19

Al trabajar con sistemas trifásicos, es importante distribuir los consumos monofásicos de la manera más uniforme posible. De esta forma, al valor de la intensidad total consumida por cada una de las tres fases, se debe sumar la carga de las instalaciones monofásicas. La fase con mayor carga se tomará como referencia para calcular el conductor de la línea principal de la cámara, asegurándose de que pueda soportar esa corriente.

Fases	Intensidad(A)
Fase R	27,76
Fase S	29,98
Fase T	30,80

Los cables eléctricos se seleccionan según la tabla 770.12.1 de la Reglamentación de la AEA de corriente máxima admisible de un conductor dentro de tubería embutida o montados sobre la pared.

Tabla 770.12.1 - Intensidad de corriente admisible [A], para temperatura ambiente de cálculo de 40 °C

	Termoplástico	
	PVC / LS0H IRAM-NM 247-3 / IRAM 62267 B52-2 B1	PVC / LS0H IRAM-NM 247-3 / IRAM 62267 B52-4 B1
		
Cobre [mm ²]	2x	3x
1,0	11	10
1,5	15	14
2,5	21	18
4	28	25
6	36	32
10	50	44
16	66	59
25	88	77
35	109	96
50	131	117
70	167	149
95	202	180
120	234	208
150	261	228
185	297	258
240	348	301
300	398	343
En la tabla se deben considerar las siguientes referencias: 2x = 2 cables cargados + PE 3x = 3 cables cargados + N + PE		

El conductor adecuado para soportar una intensidad de 30.8 A es uno de 6 mm². Sin embargo, para prever posibles aumentos en el consumo futuro, se ha decidido instalar un conductor de 10 mm², que soporta hasta 44 A.

Una vez determinada la sección del conductor de la línea principal, se debe proceder a definir los circuitos correspondientes a las unidades de refrigeración, iluminación y tomacorrientes.

Los equipos de refrigeración, que constan de una unidad evaporadora y una condensadora, requieren un cable que soporte una intensidad superior a 12.81 A. Dado que estos equipos incluyen motores eléctricos, se debe aplicar un factor de 1.25 sobre la corriente nominal al momento del arranque.

La iluminación, compuesta por 12 porta tubos dobles, tendrá un consumo de aproximadamente 432 W y una intensidad de 2.16 A. Por otro lado, el equipo de ozono y la toma de recarga para el montacargas tienen intensidades de 4.37 A y 5.2 A, respectivamente. Aunque estos equipos utilizan tomacorrientes convencionales de

220 V y bastaría con conductores de 1 mm², la reglamentación de la AEA estipula una sección mínima para cada circuito, según su propósito.

Las secciones de cables que deben instalarse serán:

- Circuito de iluminación 1.5 mm²,
- Circuitos de tomacorrientes 2.5 mm²,
- Unidades refrigeración: 2.5 mm²,

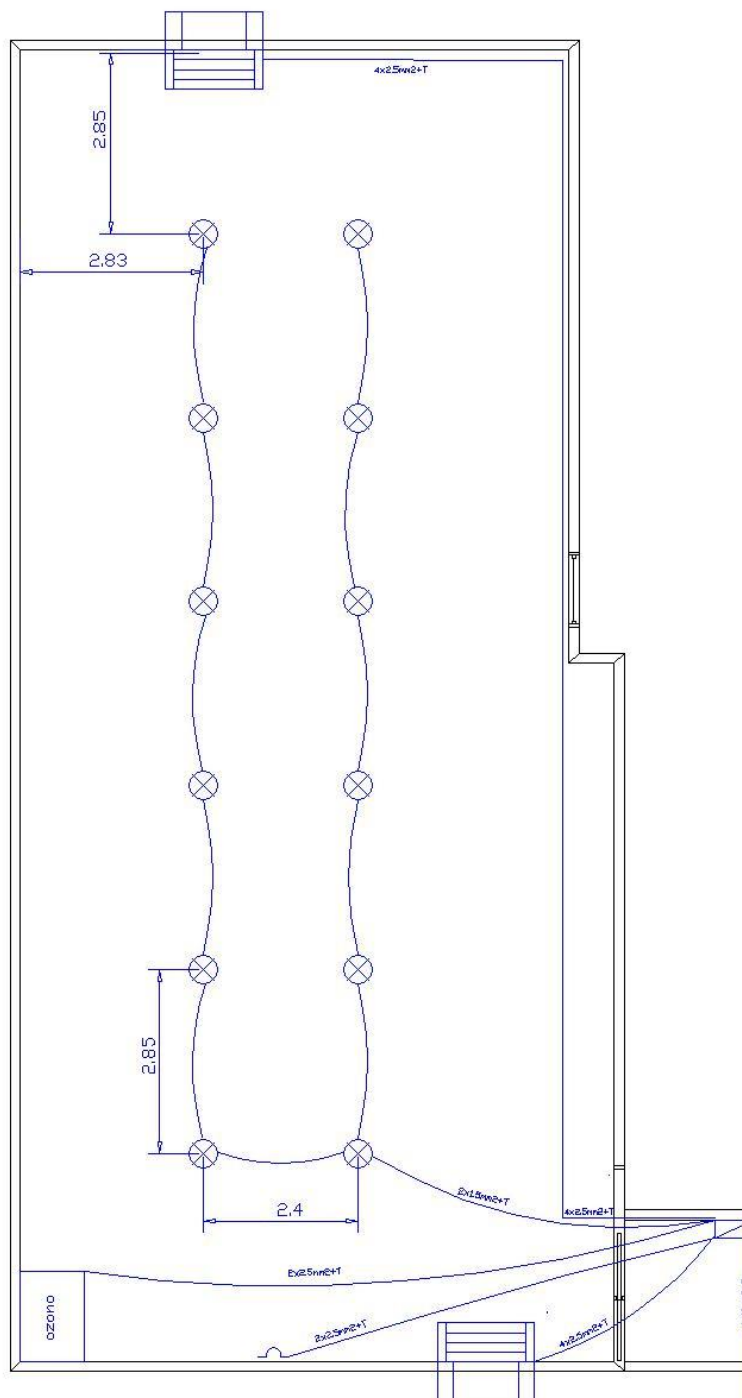
Tabla 771.13.I - Secciones mínimas de conductores

Líneas principales	4,00 mm ²
Circuitos seccionales	2,50 mm ²
Circuitos terminales para iluminación de usos generales (con conexión fija o a través de tomacorrientes)	1,50 mm ²
Circuitos terminales para tomacorrientes de usos generales	2,50 mm ²
Circuitos terminales para iluminación de usos generales que incluyen tomacorrientes de usos generales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para usos especiales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (excepto MBTF)	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (alimentación a MBTF)	1,50 mm ²
Alimentaciones a interruptores de efecto	1,50 mm ²
Retornos de los interruptores de efecto	1,50 mm ²
Conductor de protección	2,50 mm ²

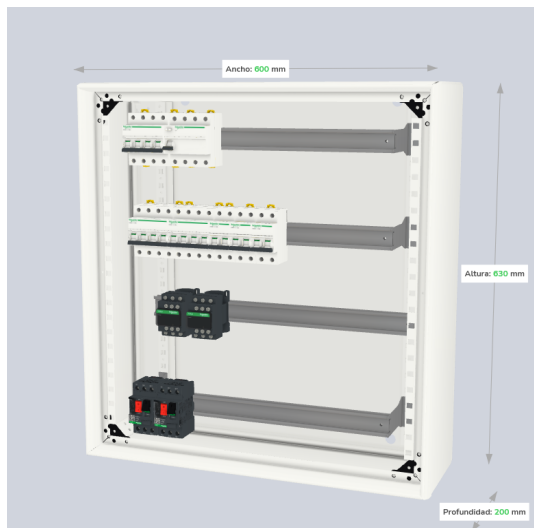
Una vez dimensionadas la línea principal y los circuitos secundarios, se procede a definir las protecciones eléctricas. Estas son fundamentales para salvaguardar tanto los equipos como las personas frente a posibles fallas eléctricas. Por lo tanto, se deben instalar un interruptor diferencial y llaves termomagnéticas, cuyo valor nominal debe ser menor que la corriente máxima que puede soportar el conductor de cada circuito.

Circuito	Conductor(mm2)	Corriente max	In termomagnetica	Diferencial In
General	10	44	32	40
Refrigeracion 1	2.5	21	16	-
Refrigeracion 2	2.5	21	16	-
Iluminacion	1.5	15	10	-
Toma ozono	2.5	21	16	-
Toma carga	2.5	21	16	-

El último paso del diseño de la instalación es la elaboración del plano eléctrico, en el cual se indican las ubicaciones del tablero seccional, bocas de iluminación, tuberías y un diseño preliminar del tablero.



Plano electrico camara de maduracion.



Modelo de tablero eléctrico.

5. Conclusiones

En conclusión, cabe resaltar que el plan de mejora de la productividad en la Piana se desarrolló conforme a lo establecido, logrando la identificación de los equipos clave del proceso, la asignación de los modelos de mantenimiento adecuados, el análisis de los modos de fallos, la implementación de medidas preventivas y la propuesta de mejoras orientadas a minimizar las mermas de producción causadas por fallas en los activos. Asimismo, se completó el diseño eléctrico de la cámara de maduración, una obra que, una vez finalizada, eliminará el cuello de botella en el proceso, lo que resultará en un incremento significativo de la capacidad productiva.

Es importante destacar que la ejecución de este proyecto representó un desafío personal, que requirió la integración de los conceptos teóricos adquiridos a lo largo de la carrera con la práctica y la realidad operativa de la industria. El proyecto culminó con una gran satisfacción al contribuir con una mejora que aporta valor para la empresa.

6. Bibliografía

Santiago Garcia Garrido, *Organización y gestión integral de mantenimiento*. España. Editorial Diaz Santos, 2003

Eduardo Manuel Cruz Rabelo, *Ingeniería de mantenimiento*. España. Nueva Librería NL, 2008

AEA, 90364-7-771 *Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – Viviendas, oficinas y locales*. Argentina, 2006

Manual de estándares de espacios de trabajo, Presidencia de la Nación Argentina, 2023

7. Anexos

Anexo 1. Layout de planta .

 Anexo1 LayoutPlantaLapiana.pdf

Anexo 2. Lista de equipos.

 Anexo2 Lista de equipos.pdf

Anexo 3. Análisis de criticidad

 Anexo3 Analisis de Criticidad.pdf

Anexo 4. Modelo de mantenimiento.

 Anexo4 - Modelo de mantenimiento.pdf

Anexo 5. Fichas de equipos.

 Fichas equipos

Anexo 6. Calculos electricos camara de maduracion.

 Anexo6 Calculos eléctricos camara maduración.pdf

.

Anexo 7. Diagramas camara de maduracion.

 Diagramas Camara de maduracion

8. Agradecimientos

Como culminación de esta práctica profesional, deseo expresar mi más sincero agradecimiento, en primer lugar, a mi familia y amigos por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de esta experiencia, así como durante todo el proceso de mi carrera universitaria. Su acompañamiento en los momentos de cursada, los días de estudio y en cada uno de los exámenes.

Asimismo, quiero extender mi profundo agradecimiento a todo el personal de La Piana por su disposición, colaboración y confianza durante este proyecto. Su apoyo me permitió seguir desarrollándome profesionalmente y continuar desempeñando mi labor en el área de mantenimiento.

Finalmente, agradezco a todos los docentes y personal de la UNNOBA que participaron en mi proceso formativo, quienes contribuyeron significativamente a mi desarrollo académico y profesional.