

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
SANTIAGO – CHILE



Diseño de propuesta de estrategia de mantenimiento en
la sala de máquinas de una empresa faenadora avícola

Esteban Gonzalo Antonio Fabio Ilufí

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
MECÁNICO

Profesor Guía: Ing. Nelson Álvarez Campillay

Profesor Co-referente: Ing. Luis Guzmán Bonet

Marzo 2021

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero que todo a mi familia, a pesar de todo lo pasado en estos años de universidad no hubo ninguno que me haya demostrado más amor y apoyo que ellos, no siento un orgullo más grande que por cada uno de ustedes. Agradezco a mi mamá Lorena por su fiereza y aguante transmitido, el siempre ponerme de pie ante la adversidad y entender que el único que me ayudará a triunfar soy yo mismo, a mi papá Juan por su positivismo en tiempos de bruma total, por estar siempre en los momentos complejos, por siempre apoyarme en mi locuras, a mi hermana Andrea por darme un ejemplo único, el que uno mismo demuestra lo que vale aunque digan lo que sea y ser el eterno orgullo de mi vida, gracias por tu apoyo y amor incondicional, fuiste elemental para todos mis procesos universitarios y esos nunca se olvida, y a la Jana, quien me ha dado el placer de decir que amar y aprovechar la vida a toda costa será siempre beneficioso.

Agradezco a mi hermana Paz por querer seguir sus pasos y contar con su apoyo desde su experiencia, agradezco a todos los de mi familia que confiaron en mí, sobre todo a mi tía Mayuci, quien me dio una fe y risas inagotables.

Agradezco puntualmente por esta memoria a mi amigo René quien me apoyó y guió en todo este proceso, gracias por el tiempo e interés por este trabajo, fue relevante para desarrollarlo.

Agradezco de este desarrollo estudiantil a los profesores con quién aprendí a querer esta carrera, Nelson Álvarez y Luis Guzmán, por sobre todos, los cuales decidí que fuesen mis profesores guía por ser mis referentes dentro de la universidad.

Agradezco a todos mis amigos que me ayudaron a que la estadía en la universidad fuese más fácil, desde una conversación hasta un carrete, todo sirvió para llegar hasta aquí. Los quiero mucho a cada uno de ustedes. Luis, Pablo, Felo y para muchos otros, les agradezco.

Agradezco también a la gente que me hizo querer más aún la U por difusión mecánica, a quienes agradezco su apoyo todo el tiempo, sobre todo a Juan Rojas quien me hizo agarrarle un cariño enorme a la carrera.

Soy un eterno agradecido al CAT, el equipo más grande de la u, por darme la responsabilidad de ser su capitán por tantos años y así poder levantar tantas copas. Gracias totales.

Finalmente, agradezco a todos quienes en conjunto quisimos cambiar la carrera para mejor, que luchamos en cada proyecto y en cada asamblea, esos dos años en CAAMEC serán eternos recuerdos de vivir mejor mi última época en la u.

Y esto va en recuerdo para mi mascota eterna que no me pudo esperar hasta este momento, Bobby querido.

A todos quienes estuvieron en este proceso, me dieron su apoyo o alguna palabra de motivación se lo agradezco.

RESUMEN

En el presente trabajo se elabora una propuesta de estrategia de mantenimiento en la sala de máquinas de una empresa faenadora avícola, esta sala de máquinas abastece de manera continua el servicio de suministros dentro de la planta productiva, pero al existir un cambio en el marco estratégico del departamento, este requiere con urgencia la adaptación y trabajar en función de los objetivos estratégicos que, en este caso, abarcará los conceptos del mantenimiento.

La propuesta se basa en el modelo de gestión de mantenimiento que desarrolla el área, por lo cual, dispone su desarrollo en buscar acciones que compongan la estrategia y así poder realizar la ejecución de manera correcta. Es necesario destacar, que para validar o cuantificar esta gestión se valoraron los cinco objetivos estratégicos, desarrollando la estructura de trabajo en torno a estos. Para lo cual, se inicia con el diagnóstico, el cual explica toda la información técnica relacionada y valores o indicadores que afectan al área, desarrollando así una definición relevante en cuanto a la situación que posee sala de máquinas.

Luego en el análisis se hace una evaluación de cada objetivo, para así encontrar oportunidades de desarrollo, los cuales se evalúan, cuestionan y priorizan dejando así la propuesta de la estrategia a desarrollar comparando entre una matriz causa impacto y un comparativo de la probabilidad de éxito de cada una de las oportunidades.

Finalmente, el plan piloto se desarrolla sin inconvenientes, desarrollando dieciocho de las propuestas para el plan estratégico de mantenimiento. Al dar por terminada la implementación se realiza un contraste de los indicadores que entrarían a medición entre el 2019 y el 2020, en el cual todos los puntos encontraron un importante avance porcentual, ninguno menor a 8%, lo cual concluye que la propuesta hecha cumple con las necesidades solicitadas y el marco estratégico que se solicitaba.

ABSTRACT

In the present work, a maintenance strategy proposal is elaborated in the machine room of a poultry slaughtering company, this machine room continuously provides the supply service within the production plant, but when there is a change in the strategic framework of the department, this urgently requires adaptation and working according to the strategic objectives that, in this case, will encompass maintenance concepts.

The proposal is based on the maintenance management model developed by the area, therefore, it has its development in seeking actions that make up the strategy and thus be able to carry out the execution correctly. It should be noted that to validate or quantify this management, five strategic objectives were assessed, developing the work structure around them. For which, it begins with the diagnosis, that explains all the related technical information and values or indicators that affect the area, thus developing a relevant definition regarding the situation that the machine room has.

Then, in the analysis, an evaluation of each objective is made, in order to find development opportunities, which are evaluated, questioned and prioritized, thus leaving the proposal of the strategy to be developed through a differentiation between a cause impact matrix and a comparison of the probability of success of each of the opportunities.

Finally, the pilot plan runs smoothly, developing eighteen of the proposals for the strategic maintenance plan. Upon terminating the implementation, a contrast of the indicators that would enter measurement between 2019 and 2020 is carried out, in which all the points showed an important percentage advance, none less than 8%, which concludes that the proposal made complies with the requested needs and the requested strategic framework.

GLOSARIO

ABLANDADOR: Equipo en donde se realiza el proceso de ablandamiento del agua.

ÁCIDO PERACÉTICO: ácido con que se realiza tratamiento a las aves en proceso de producción.

AMONIACO: refrigerante altamente peligroso, incoloro y con un olor muy fuerte.

AVÍCOLA: De las aves domésticas o la avicultura, o que tiene relación con ellas.

CLIMA LABORAL: Ambiente que se respira en el medio en que los trabajadores llevan a cabo sus distintas labores.

DISPONIBILIDAD: Métrica que evalúa el rendimiento de los elementos que realizan una función determinada.

DMAMC: Metodología basada en 5 etapas que consta de definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

FAENADORA: Planta en la cual se siguen protocolos normativos para el sacrificio animal.

FODA: Análisis que se enfoca en determinar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

HIPOCLORITO DE SODIO: Compuesto químico altamente oxidante, ocupado como desinfectante.

ISO 55.000: Norma internacional relacionada a la gestión de activos.

MTTR: Sigla en inglés Mean Time To Repair, que significa tiempo medio de reparación.

MTBF: Sigla en inglés Mean Time Between Failures, que significa tiempo medio entre las averías de un activo.

OPERADOR: Persona con funciones de operación y mantención dentro de sala de máquinas.

PLANTA: Lugar físico, abastecido de herramientas, máquinas y espacio, necesarios para la elaboración o producción de algún objeto material o de algún servicio.

PDCA: Ciclo de Deming (Planear, Hacer, Verificar, Registrar)

REFRIGERACIÓN: Procedimiento técnico que hace que baje la temperatura de un lugar o un mecanismo.

SALA DE MÁQUINAS: Espacio destinado al alojamiento de la planta motriz, generadores, compresores, bombas y todo dispositivo para el normal funcionamiento de la planta.

SANITIZACIÓN: Aplicación de calor o químicos necesarios para matar la mayoría de los gérmenes en una superficie hasta el punto de que no signifiquen un riesgo a la salud.

SIPOC: Diagrama que simboliza proveedores, insumos, procesos, salidas y clientes.

SUMINISTROS: Se refiere al área encargada de dar los servicios de agua, con o sin tratamiento, aire y frío a la planta.

5W+2H: Herramienta de análisis que consiste en siete preguntas que cuestionan todos los parámetros de una propuesta.

Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
	▪ 2.1 Objetivo General	13
	▪ 2.2 Objetivos Específicos.....	13
3	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
4	PLAN DE TRABAJO	15
5	MARCO TEÓRICO	18
	▪ 5.1 Definición de conceptos	18
	5.1.1 Estrategia	18
	5.1.2 Mantenimiento.....	18
	5.1.3 Estrategias de Mantenimiento	20
	5.1.4 Gestión del Mantenimiento	20
	5.1.5 ISO 55.000.....	22
	▪ 5.2 Herramientas por utilizar.....	23
	5.2.1 Diagnóstico.....	24
	5.2.2 Análisis	25
	5.2.3 Implementación	27
6	DIAGNÓSTICO.....	31
	▪ 6.1 Reconocimiento del lugar.....	31
	▪ 6.2 Definición del Proceso	33
	6.2.1 Distribución y Sanitización de Agua.....	33
	6.2.2 Generación y Distribución de Aire.....	38
	6.2.3 Generación y Distribución de Frío	40
	▪ 6.3 Situación Sala de Máquinas	47
	6.3.1 Marco Estratégico.....	47
	6.3.2 Generales	49
	6.3.3 Personal	51
	6.3.4 Técnico	52
	▪ 6.4 Información del personal.....	55
	6.4.1 Información General.....	55
	6.4.2 Información Técnica.....	58

7	ANÁLISIS	60
▪	7.1 Diagrama FODA	60
7.1.1	Debilidades	60
7.1.2	Fortalezas.....	61
7.1.3	Oportunidades.....	62
7.1.4	Amenazas.....	63
▪	7.2 Análisis FODA por Objetivo Estratégico.....	64
7.2.1	Clima Laboral	65
7.2.2	Desarrollo Técnico	76
7.2.3	Eficiencia de procesos de mantenimiento	82
7.2.4	Aumento de disponibilidad de equipos	92
7.2.5	Disminuir costos de mantenimiento	98
▪	7.3 Evaluación de oportunidades	106
7.3.1	Clima Laboral	106
7.3.2	Desarrollo Técnico	110
7.3.3	Eficiencia de procesos de mantenimiento	113
7.3.4	Aumentar Disponibilidad de equipos	118
7.3.5	Disminuir costos de mantenimiento	123
▪	7.4 Efectividad del mantenimiento.....	125
7.4.1	Asignación de indicadores.....	126
8	PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	132
▪	8.1 Priorización de oportunidades.....	132
8.1.1	Probabilidad de éxito	132
8.1.2	Matriz causa – efecto.....	134
8.1.3	Priorización final	136
▪	8.2 Plan de propuesta a desarrollar.....	138
9	IMPLEMENTACIÓN	140
▪	9.1 Resultados Implementación	160
10	CONCLUSIONES.....	163
▪	10.1 Recomendaciones	165
11	BIBLIOGRAFÍA.....	166
12	Anexos.....	169

1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día, dentro de todas las compañías de producción masiva existe la necesidad de ser focos de competitividad en todos los aspectos en que puedan ser comparables con alguna compañía del mismo medio. Por esta misma situación, entre los aspectos o tópicos a mejorar está el reducir costos, desarrollar un mejor concepto del mantenimiento, aumentar la calidad del servicio y la incansable búsqueda de mejorar en todo nivel como empresa.

Ante esto, es relevante destacar que la empresa donde se hará este trabajo es una de las líderes a nivel nacional en cuanto a faenación avícola, contando con tres plantas similares dentro de todo el país produciendo variados productos disponibles en el mercado nacional. Esta planta en específico en donde se desarrollará el trabajo posee una cifra cercana a los 400 colaboradores, los cuales se reparten en distintos departamentos o áreas tales como producción, bodega, administrativo, mantenimiento, calidad, logística, servicios generales y suministros.

En el departamento de mantenimiento y suministros, se ha ido creando un nuevo marco estratégico, el cual va especialmente enfocado a la gestión del mantenimiento y a la alta disponibilidad de los equipos, en donde se busca potenciar y mejorar dicho aspecto. Ante esto, el área de suministros busca una mejora sustancial en los procesos de mantenimiento, lo cual puede ser sumamente positivo si se adapta la forma de trabajar a los objetivos que se han predispuesto.

Por lo anteriormente expuesto, la empresa busca consolidar el desarrollo ideal del mantenimiento, creando y mejorando indicadores, buscando que como área de suministros exista un nivel competitivo acorde a los lineamientos de la empresa, conllevando a un mejor servicio. Es por lo anterior, que en el trabajo actual se presenta el desarrollo de una propuesta de estrategia de mantenimiento en la sala de máquinas de una empresa faenadora avícola utilizando herramientas de mejora continua.

El plan consiste en la investigación de herramientas apropiadas para trabajar según el contexto del área, de ahí un levantamiento operativo y de la situación en sala de máquinas para así generar un panorama ideal para el levantamiento de oportunidades de mejora.

Posteriormente, se realiza un análisis de las oportunidades levantadas por cada objetivo estratégico, además de crear un indicador general de efectividad del mantenimiento que está conformado por cinco indicadores que representa a cada uno de los objetivos estratégicos que busca potenciar el departamento, tales como clima laboral, desempeño, cumplimiento del plan de mantenimiento, disponibilidad y cumplimiento del presupuesto de mantenimiento, que así dará una estructura al plan de trabajo y todo esto finaliza con la implementación de parte de las oportunidades propuestas, para así validar el plan propuesto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Este trabajo de título posee como objetivo general el diseñar una propuesta de un plan estratégico de mantenimiento en la sala de máquinas de una empresa faenadora avícola buscando mejorar la efectividad del mantenimiento dentro de la misma.

2.2 Objetivos Específicos

Para cumplir con este propósito se deben cumplir los siguientes objetivos específicos:

- Realizar levantamiento de información para definir la situación actual en la cual se encuentra la sala de máquinas.
- Determinar el marco estratégico que rige en la empresa y trabajar bajo su lineamiento para realizar el plan de mantenimiento adecuado.
- Evaluar y definir el concepto de efectividad del mantenimiento en sala de máquinas.
- Definir problemáticas y priorizarlas para el desarrollo de un plan de mejora de la efectividad del mantenimiento.
- Presentar un plan estratégico de mantenimiento a realizar en sala de máquinas con las tareas y acciones relevantes a mejorar.
- Implementar un plan piloto para visualizar el efecto que producirá en la efectividad de mantenimiento, así pudiendo validar el plan presentado.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema que presenta la sala de máquinas a estudiar no es una falta de un plan de mantenimiento, el cual, si existe, sino que el problema es no poseer una estrategia que defina mejor el desarrollo del mantenimiento en el área. La falta de indicadores, un bajo trabajo de análisis de fallas, entre otros, provocan que el equipo esté estancado en el día a día más que en el cuestionamiento y desarrollo del mantenimiento.

Es necesario destacar que esta sala de máquinas si ha pasado por procesos de mejora e innovación, pero este no ha sido efectivo, pues basándose en lo que dice Ale Baza, experto en mejora continua empresarial, “Es difícil implementar con éxito un proyecto de excelencia operacional diseñado por personas distantes de los problemas cotidianos, aunque tengan formación en gestión y la mejor intención.” (Baza, 2018).

La afirmación anterior se refleja en sala de máquinas, por el hecho de que hay un bajo seguimiento y una estructura no definida de la estrategia a seguir, esto por la distancia entre las personas que los impulsan con respecto a la cotidianeidad de las operaciones, por lo cual, se hace esencial ocupar diversas herramientas de mejora continua y de gestión del mantenimiento con el fin de desarrollar una estrategia de mantenimiento más cercana a los problemas del día a día pero con una estructura mucho más avanzada, para así llevar a cabo un plan de mantenimiento ideal a las necesidades tanto de la planta como del área misma.

4 PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo debe ser desarrollado entendiendo que los objetivos definidos anteriormente se deben ir respondiendo a lo largo del estudio, para lo cual se hará una separación simple formando un orden lógico y consecutivo de las acciones para encontrar el resultado final, que en este caso es el plan estratégico de mantenimiento en sala de máquinas.

En este caso, el plan de trabajo se modelará bajo la metodología de resolución de problemas DMAMC (Gutierrez, 2010), el cual se define por sus iniciales Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Dicha metodología desarrolla un estudio sistemático de un proceso o negocio con tal de poder identificar diferentes oportunidades que puedan generar oportunidades de resolución de problemas tanto grandes como pequeños, así generando una mejora en cultura organizacional dentro del área de trabajo.

Quedando el plan de trabajo de la siguiente forma:

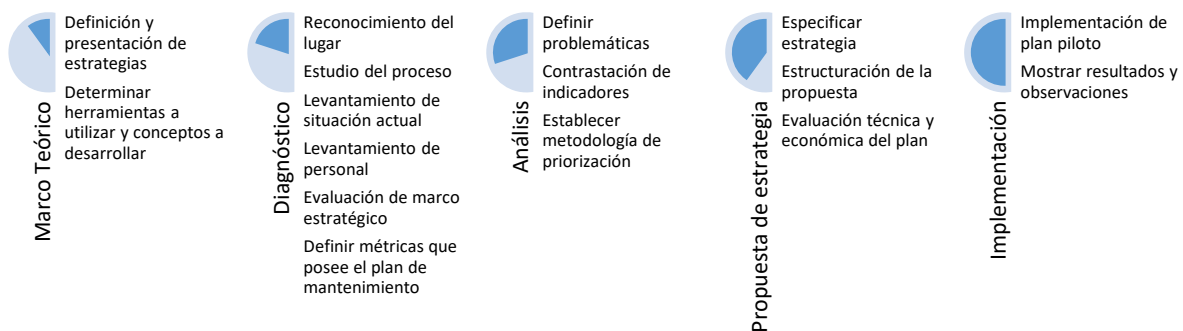


Figura 1: Plan de trabajo para la memoria según DMAMC (Fuente: Elaboración propia, 2021)

Marco Teórico

- Definición y presentación de estrategias: Definir el marco básico en el cual se regirá este trabajo, con tal de comprender la teoría de donde nace la propuesta.
- Determinar herramientas a utilizar y conceptos a desarrollar: Se definen conceptos y herramientas de mejora continua y mantención que serán claves para el desarrollo del trabajo.

Diagnóstico

- Reconocer el lugar donde se realizará el plan estratégico de mantenimiento: Definir el lugar donde se realizará el trabajo será elemental entendiendo que toda acción a realizar depende exclusivamente de este lugar en específico.
- Estudiar y definir el proceso que rige en dicho lugar: Aparte de reconocer el lugar es muy importante conocer el proceso en que está inmerso dicho lugar, para tener en cuenta todos los factores a desarrollar en el plan.
- Hacer un levantamiento de la situación en que se encuentra la sala de máquinas: Valorando todo lo estudiado y entendiendo que hay en sala de máquinas, es necesario hacer un levantamiento técnico para relacionar con las métricas emergentes.
- Levantar información sobre el personal que trabaja en sala de máquinas: para poder definir distintas formas de desarrollo del plan.
- Evaluar el marco estratégico y ver la preponderancia que posee en las acciones de mantenimiento: Después del levantamiento, es necesario conocer el marco estratégico en el cual se direcciona las decisiones de la empresa y evaluar si es el aspecto basal de las acciones en sala de máquinas.
- Definir métricas que estarán formando el plan de mantenimiento: Finalmente, es necesario evaluar, definir y conocer la métrica que dará a lugar este trabajo, del cual se desprenden la mayoría de las acciones a considerar en el plan estratégico.

Análisis

- Definir problemáticas en sala de máquinas: Con toda la evaluación hecha anteriormente procede el definir qué problemáticas se van encontrando en sala de máquinas.
- Contrastar indicadores con el marco estratégico: Los indicadores antes de entrar a ser relevantes deben ser evaluados con el marco estratégico de la empresa para poder ser considerados en la evaluación del plan.
- Establecer una metodología para priorizar los problemas a enfrentar: Entendiendo que existen problemáticas, lo más acertado para evaluar cada uno de estos con mayor eficiencia es poder priorizarlos y así visualizar los problemas claves a desarrollar.

Propuesta de estrategia de mantenimiento

- Especificar estrategia a implementar en sala de máquinas con el respaldo de todo lo estudiado en el análisis.
- Estructurar el plan de mantenimiento según prioridad de los problemas: Con la priorización hecha, se va hilando el conjunto de acciones que pueden encadenar una mejor estructura para el plan en sí.
- Evaluación técnica y económica del plan: Con el plan ya formado y evaluado con las directrices estratégicas, se dispone a evaluar de manera técnica y económica para visualizar la viabilidad del plan.

Implementación

- Implementar plan piloto del plan estratégico en la sala de máquinas: Con el plan definido, evaluado y aprobado se dispone de un plan piloto para desarrollar y corroborar el alcance real.
- Mostrar resultados y presentar observaciones de la implementación: Con el plan piloto ejecutado se observan los resultados y emergen las observaciones preponderantes que ayudarán en las conclusiones del trabajo.

5 MARCO TEÓRICO

La esencia de este trabajo es el desarrollo de una propuesta de estrategia de mantenimiento en el área, por lo cual es relevante primero entrar a conceptos esenciales a trabajar, tales como:

5.1 Definición de conceptos

5.1.1 Estrategia

La procedencia de este término es de origen griego, donde *Stratos*, que significa ejército y *Agein*, que significa conducir o guiar (Cheyre, 2015). Con la definición básica se suma la definición de otros tal como Chiavenato, el cual menciona que la estrategia se refiere al cambio organizado, es decir, el comportamiento global en cuanto a su entorno (Chiavenato, 2008). Mientras que para Mintzberg y Quinn sugieren que la estrategia es el patrón de respuestas de la organización a su ambiente a través del tiempo (Mintzberg, Quinn, & Voyer, 1991). En este sentido, se resume que la estrategia es un conjunto de planes, definiciones y políticas que llevan a la organización a la búsqueda de sus objetivos.

5.1.2 Mantenimiento

El mantenimiento, según la Real Academia Española, lo define como un conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente (RAE, 2021). Dicho lo anterior, se comprende que el mantenimiento no es solo el concepto de operaciones, sino más bien, puede cubrir todo un plano ingenieril que pueda desarrollar la disminución de costos o maximizar los rendimientos de distintos equipos, que finalmente ayudará en el diario vivir de cualquier empresa.

Pero dentro del mantenimiento, existe una tipificación de estos vistos de la siguiente manera:

5.1.2.1 Tipos de Mantenimiento

- **Mantenimiento Preventivo:** Este mantenimiento es la práctica de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos, con el objetivo de conocer las condiciones o estados anormales de esos elementos, que puedan llevar a paros en la línea de producción o deterioro grave de

máquinas, equipos o instalaciones, y siempre ejecutar el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para retardar la aparición de tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo.

- **Mantenimiento Correctivo:** este tipo de mantenimiento se basa en corregir las averías a medida que se van produciendo. El principal problema al aplicar este tipo de mantenimiento es que el usuario se percata de la falla o avería justo en el momento en que se va a disponer el equipo.
- **Mantenimiento Predictivo:** este mantenimiento se aplica con el objetivo de conocer y monitorear el estado de los equipos más indispensables, con el fin de saber su estado actual de funcionamiento con respecto al comportamiento de sus variables. Entonces, al momento de reconocer las variables, parametrizarlas y monitorearlas dan una información relevante para predecir su funcionamiento en el tiempo y su condición actual, sin que intervenir o hacer paros en el equipo para tareas preventivas.
- **Mantenimiento Proactivo:** es una técnica que se enfoca en la identificación y corrección de las causas que originan las fallas en los equipos, en síntesis, esta técnica apunta a las fallas y no los efectos (Osorio, 2012).

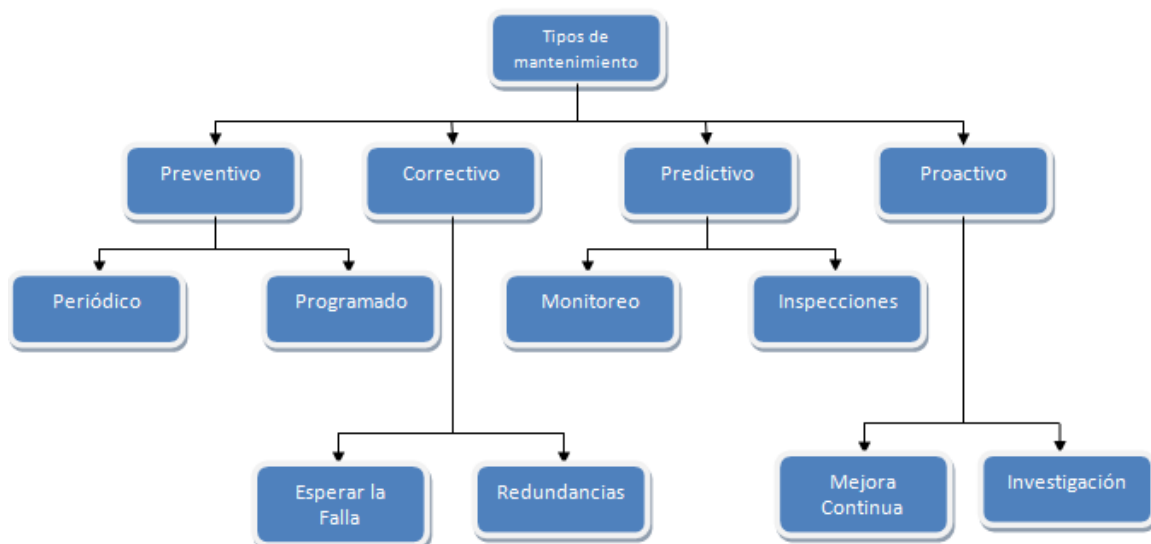


Figura 2: Tipos de mantenimiento. (Fuente: Flores, 2018)

5.1.3 Estrategias de Mantenimiento

Uno de los aspectos relevantes para desarrollar este trabajo, es el entender cuál es la estrategia de mantenimiento que existe dentro de este.

En primera instancia es necesario definir las estrategias del mantenimiento, que según Santiago García (García, 2014) son las decisiones que adoptan los responsables de la gestión de una planta para dirigir su mantenimiento, haciendo que un grupo de tareas sean la base de la actividad del mantenimiento y el resto de tareas esté supeditadas a ese conjunto básico de actividades y que existen al menos cinco:

- **Estrategia correctiva:** En la que la reparación de averías es la base del mantenimiento.
- **Estrategia condicional:** En la que la realización de determinadas observaciones y pruebas la que dirige la actividad del mantenimiento.
- **Estrategia sistemática:** En la que el mantenimiento se basa en la realización de una serie de intervenciones programadas a lo largo de todo el año en cada uno de los equipos que componen la instalación.
- **Estrategia de alta disponibilidad:** Es la que busca tener operativa la instalación para producir el máximo tiempo posible y, por tanto, las tareas de mantenimiento han de agruparse necesariamente en unos periodos de tiempo muy determinados, con poca afección a la producción.
- **Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad:** Esta estrategia no solo confía en el buen estado de la instalación a la realización de tareas de mantenimiento, sino que es necesario aplicar otras técnicas en otros campos para garantizar simultáneamente una alta disponibilidad y fiabilidad de las previsiones de producción.

Pero otra forma de entender la estrategia de mantenimiento es como se gestiona que, en este caso, en la planta se ocupa la Gestión del Mantenimiento para el desarrollo.

5.1.4 Gestión del Mantenimiento

Según la norma europea sobre la terminología del mantenimiento (UNE-EN 13306, 2018) describe a la gestión del mantenimiento como aquellas actividades de la gestión que

determinan los objetivos del mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades, que se realizan por medio de la planificación del mantenimiento, control y supervisión, y mejora de todos los métodos en la organización incluyendo los aspectos económicos.

Por lo cual, se entiende que es la relación del mantenimiento con la conducción de la empresa. La gestión en sí posee distintos factores que marcan aspectos a tener en cuenta en la dirección de la organización, tales como son la misión, visión, valores, liderazgo, política, estrategia y gestión del cambio.

En términos simples, la misión es lo que define el motivo por el cual trabaja la empresa, la visión entrega el plan a futuro, los valores son los aspectos característicos a desarrollar dentro de la empresa, ligándose en gran manera a la cultura organizacional, el liderazgo por su parte define las líneas a seguir, el propósito y la urgencia del cambio, la política y estrategia proponen las condiciones de la empresa y las instancias que deben cumplir para satisfacer los objetivos establecidos, finalmente, la gestión del cambio es el que se encarga de hacer posible la visión con todos los nuevos aspectos a considerar.

Con la definición establecida, se define la gestión del mantenimiento como la conducción de este pasando por planear, organizar, implementar y controlar cada una de sus actividades. La gestión de la organización está comprometida en proveer en los recursos necesarios y guiar las tareas en torno al cumplimiento de los objetivos.

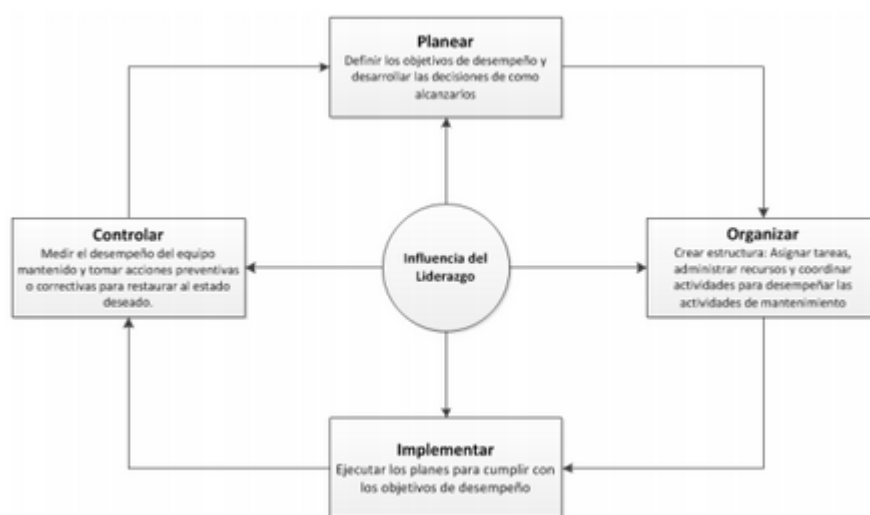


Figura 3: Influencia de la gestión en el proceso de mantenimiento (Fuente: Handbook of Maintenance Management and Engineering).

5.1.5 ISO 55.000

En este caso, el hecho de ocupar la norma ISO 55.000 que trata sobre la gestión de activos se tomará solo en la etapa de diagnóstico, esto para poseer un orden en las definiciones actuales del área. En este caso trata la definición de la organización, cual es la estructura del plan de mantenimiento, como es el desarrollo de su trabajo operativo, la definición de los indicadores que existen y finalmente, dentro del orden seguirá en el análisis con la evaluación de mejoras, todo para responder la necesidad de cumplir con los objetivos esenciales.

Entonces, la ISO 55.000 propone siete aspectos esenciales en la gestión de activos, para poder llevarlo a cabo, los cuales son:

1	• Contexto de la organización
2	• Liderazgo
3	• Planificación
4	• Soporte
5	• Operación
6	• Evaluación de rendimiento
7	• Mejora

Figura 4: Aspectos esenciales ISO 55.000 (Fuente: ISO, 2014).

Cada uno de estos puntos poseen la siguiente distribución de puntos a desarrollar:

5.1.5.1 Contexto de la organización

- Comprensión de la organización y su contexto
- Comprensión de necesidades y expectativas de los clientes internos.
- Determinar el alcance que posee la organización
- Sistema de gestión de activos

5.1.5.2 Liderazgo

- Liderazgo y compromiso
- Política
- Roles organizativos, responsabilidades y autoridades

5.1.5.3 Planificación

- Medidas para evitar riesgos y detectar oportunidades del sistema de gestión
- Objetivos de gestión de activos y planificación para alcanzarlos

5.1.5.4 Soporte

- Recursos
- Competencia
- Concientización
- Comunicación
- Requisitos de información
- Información documentada

5.1.5.5 Operación

- Planificación y control de operaciones
- Gestión del cambio
- Subcontratación

5.1.5.6 Evaluación de rendimiento

- Supervisión, medición, análisis y evaluación
- Auditoría interna
- Revisión de gestión

5.1.5.7 Mejora

- No conformidad y medidas correctivas
- Medidas preventivas
- Mejora continua

5.2 Herramientas por utilizar

En el desarrollo de este trabajo, se utilizarán distintas herramientas de mejora continua que incidirán en la estructura de la propuesta a crear.

5.2.1 Diagnóstico

En la etapa de diagnóstico, se ocuparán herramientas en específico para poseer cierta claridad al momento de entregar la información.

5.2.1.1 Diagrama SIPOC

Esta herramienta es utilizada para identificar y aclarar lo que se necesita para crear un producto o un servicio. Su sigla, que está en inglés, simboliza los términos Proveedores, Insumos, Procesos, Salidas y Clientes. Con este modelo se permite vincular los requerimientos que presenta el cliente con lo que se requiere del proveedor.

Para este modelo se definirá como:

- Proveedor: Son las empresas o personas que proveen de insumos al proceso, que pueden ser materiales, información y/o recursos.
- Insumo: Se define como insumo todo material, información y/o soporte que necesita el proceso.
- Proceso: Es toda actividad o acción necesaria para convertir los insumos en salidas.
- Salidas: Son todas las salidas del proceso, todas estas deben ser medibles.
- Clientes: Es toda parte interesada para el cual la salida fue creada.

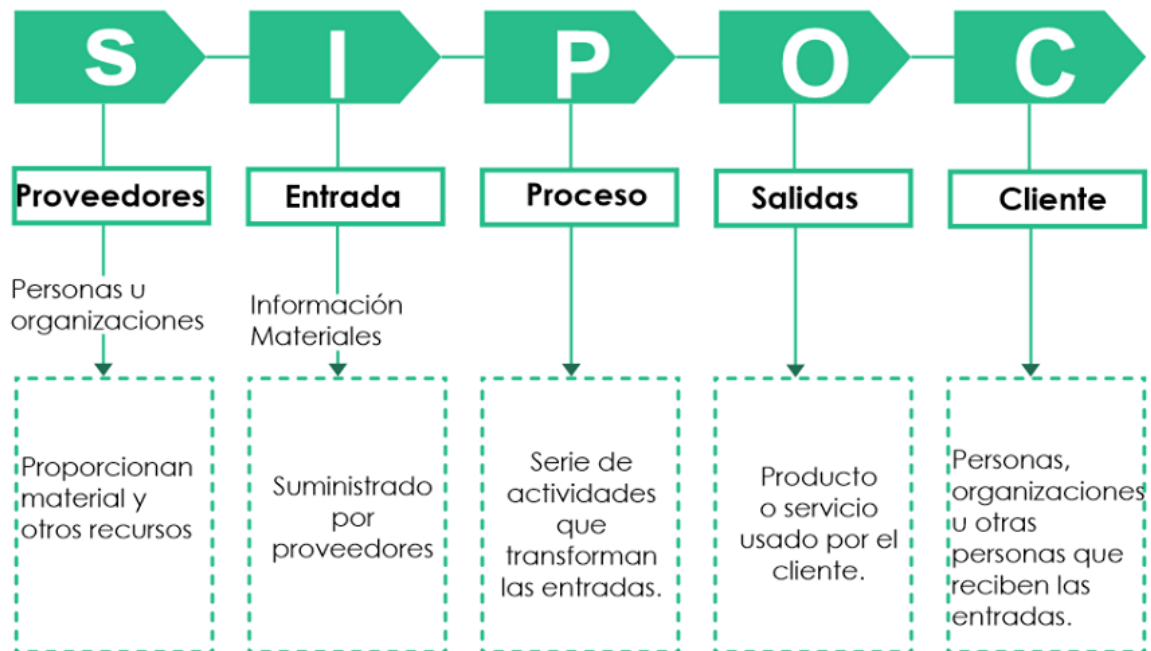


Figura 5: Diagrama SIPOC (Fuente: MayuGo, 2021).

5.2.2 Análisis

El análisis es la etapa posterior al diagnóstico, el cual se evalúan los objetivos que respaldan el diseño de la propuesta, indicando diversos aspectos a considerar, como también está el hecho de evaluar las propuestas de mejora que van surgiendo.

5.2.2.1 5W+2H

Esta herramienta puede aplicarse en distintos rubros dado por su ayuda para definir de manera concreta ciertas acciones u otros.

Este consta de siete preguntas decisivas que ayuda que alguna acción concreta sea más estratégica y precisa. Además, que es una abreviatura inglesa, ya que cuenta con cinco preguntas que inician con W y dos que lo hacen con H.

Las preguntas son:

- WHAT? (¿Qué?) – Define el qué se debe hacer.
- WHY? (¿Por qué?) – Justifica lo que se realizará.
- WHEN? (¿Cuándo?) – Responde el cuándo se ejecuta la acción.
- WHERE? (¿Dónde?) – Fija el lugar donde se ejecutará.

- WHO? (¿Quién?) – Define a la gente responsable.
- HOW? (¿Cómo?) – Define los detalles del proceso.
- HOW MUCH (¿Cuánto?) – Relaciona la acción con los costos.

5.2.2.2 Análisis FODA

Este análisis ve a la organización o área hacia dentro y hacia fuera, para así poder apreciar cuales son los espacios de maniobra que se presentan. Esta herramienta apunta a evitar los riesgos, enfrentar desafíos, superar diversas limitaciones y así aprovechar las potencialidades reflejadas.

De manera interna puede detectar las cosas que hace bien y las que no, así indicando sus debilidades y fortalezas, mientras que de manera externa puede ver las oportunidades que brinda el medio, como las amenazas que este mismo presenta.

Por lo cual el análisis FODA se ve de la siguiente forma:

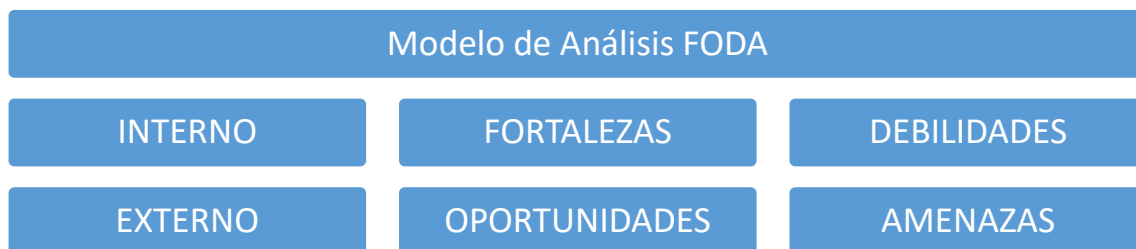


Figura 6: Matriz FODA (Fuente: Elaboración propia, 2021).

5.2.2.3 Matriz Causa – Efecto

Esta matriz consiste en una tabla de doble entrada, en la cual su primera columna indica ciertas actividades o acciones a desarrollar, mientras que cada una de las otras columnas indica los factores de los cuales depende el mantenimiento que pueden ser afectados o influenciados por la acción respectiva.

5.2.2.4 Matriz Impacto – Esfuerzo

Esta matriz funciona al momento de priorizar ideas según el nivel de esfuerzo que se requiere contra el impacto esperado.

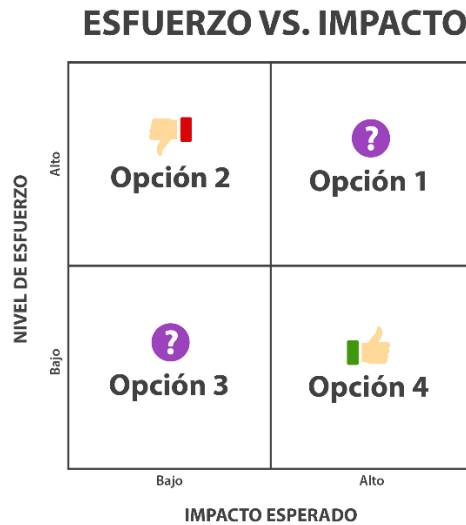


Figura 7: Ejemplo Matriz Esfuerzo - Impacto (Fuente: Blackberry & Cross, 2021)

En el caso de la *Figura 7*, se tiene que la idea o acción que tenga un alto impacto y bajo nivel de esfuerzo tendrá más prioridad como la tercera opción, en la cual se posee un bajo esfuerzo, pero un bajo impacto.

5.2.3 Implementación

Posterior a la etapa de análisis y generación de propuesta, se pasa a la etapa de implementación el cual es uno de los factores más relevantes. En este sentido, se busca la consolidación de las propuestas y acciones a realizar, por lo cual se indican las siguientes herramientas.

5.2.3.1 PDCA

El PDCA resulta ser una de las bases de mejora en la calidad de cualquier sistema de gestión. Las iniciales abreviadas corresponden a

- *Planificar (Plan)*, paso en donde se establecen los objetivos y de ahí definir los procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con lo que plantea la gestión de la organización. Esta etapa debe venir después del análisis, para así establecer de manera correcta los principios y objetivos.
- *Hacer (Do)*, Etapa donde se implementan las acciones según el diseño de la planificación anterior.

- *Verificar (Check)*, en esta etapa se hace seguimiento y medición de los procesos ejecutados y los resultados obtenidos con respecto a los objetivos definidos.
- *Registrar (Act)*, se comparan los resultados anteriormente y después de la mejora aplicada. Si esta mejora fue efectiva, se deja de forma definitiva.

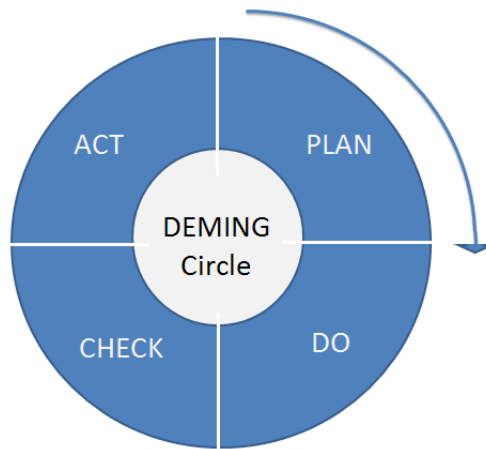


Figura 8: Ciclo Deming (Fuente: E-Manuales, 2021).

5.2.3.2 Estandarización y Documentación

La estandarización como herramienta, es una clave ya que logra un impacto relevante en la reducción de costos para la organización ya que asegura una variabilidad reducida al ir mejorando la comunicación, visualización de problemas y otros.

Para lograr eso, se debe tener los siguientes factores en cuenta:

- Documentación breve
- Entregar mensajes duros
- Apuntar a la visualización rápida
- Entregar un método de control de la estandarización.

5.2.3.3 Diagrama 5 Por Qué

Esta herramienta sirve para el estudio de un problema para ir determinando causas raíz, el cual lo hace explorando las relaciones de causa – efecto para cada problema.

Se entiende que esta herramienta es de análisis, pero el hecho de que se ubique en las herramientas de implementación es porque una de las oportunidades a desarrollar cuenta con el diagrama de 5 por qué en su ejecución, ya que es una de las formas más simples de poder desarrollar análisis de fallas dentro de la operación del día a día.

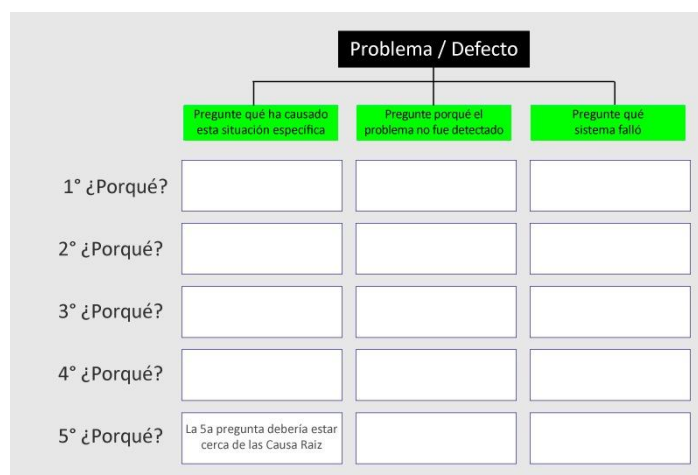


Figura 9: Ejemplo de diagrama de 5 por qué (Fuente: isolucion, 2017).

5.2.3.4 Capacitaciones y Formación de Personas

Uno de los aspectos esenciales en la mejora continua es la persona. Esto es porque resultan ser los actores principales al momento de ocupar materiales, desarrollar métodos, operación de máquinas o propuestas. Este concepto se ve de manera más plasmada en la gestión del cambio, el cual indica que las personas son el factor de cambio.

- Gestión del cambio

Este concepto posee diferentes modelos, en donde destaca el modelo de Kotter (8 pasos para el cambio), el modelo Lewin y el de AKDAR.

En este caso, por el alcance y profundidad del plan a realizar, el de Lewis resulta ser el más apropiado para su desarrollo, el cual consta de tres niveles, que hacen analogía con bloques de hielo:

1. Descongelamiento: Este proceso resulta ser en términos prácticos la preparación del terreno, el cual se logra a través de la motivación y una adecuada comunicación para hacer entender por qué se debe cambiar la forma de trabajo y el beneficio de este.

2. Transición: Esta etapa consiste en el verdadero cambio, el cual durará un tiempo dependiendo de la acción. Este posee como aspecto importante un buen liderazgo, dar seguridad y calma ante la incertidumbre al cambio. Manejar los tiempos y la comunicación son esenciales.
3. Re-congelamiento: Este proceso es posterior al cambio aceptado e implementado con éxito, o sea, cuanto todo vuelve a la normalidad, pero con el nuevo sistema de trabajo que fue introducido. La colaboración del personal resulta determinante en esta etapa.

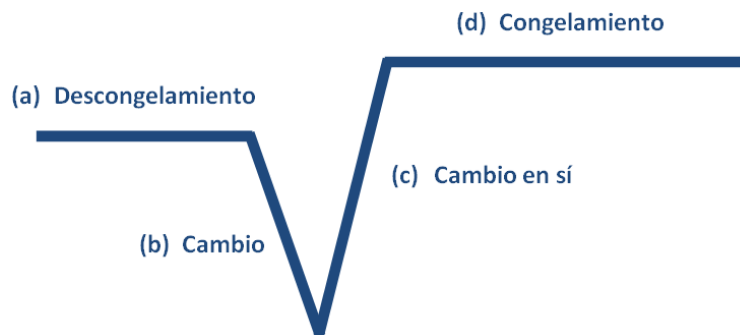


Figura 10: Diagrama de Lewis (Fuente: Calidad Total, 2018).

6 DIAGNÓSTICO

6.1 Reconocimiento del lugar

El lugar donde se realizará este trabajo es en una sala de máquinas de una faenadora avícola. Este sitio se encuentra dentro de una planta productiva, con un funcionamiento de 24 horas al día durante los siete días de la semana. Sala de máquinas, o también conocido como el área de suministros, cuenta con la distribución de frío, agua, sanitización y aire, de las cuales se posee un total de 143 activos, que están divididos entre máquinas, válvulas, equipos de seguridad, entre otros, los cuales están repartidos tanto en la misma sala de máquinas como en distintos sectores de la planta.

Sala de máquinas consta con dos pisos de maquinarias, donde la mayoría están relacionadas al sistema de refrigeración y, en menor medida, lo que sería el sistema de agua, aire y otros. En este caso, el sistema de sanitización se acoplará al sistema de agua en este estudio, dejando así tres grandes sistemas en el área:

- Sistema de refrigeración.
- Sistema de agua.
- Sistema de aire.

Cabe destacar, que los tres sistemas cuentan con pequeños subsistemas, los cuales se reflejan de la siguiente forma:

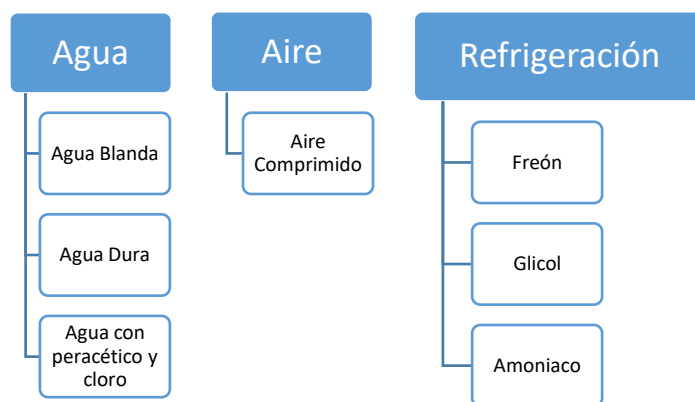


Figura 11: Subsistemas área Suministros (Fuente: Elaboración Propia, 2021).

Entendiendo los componentes que presenta la sala de máquinas, se hace necesario definir los clientes internos que posee la planta junto a sus necesidades, los cuales se enumeran a continuación:

- **Producción:** Esta área es el cliente más importante, ya que suministros o sala de máquinas entrega todo el aire, agua y frío producido.
- **Bodega:** Este cliente resulta elemental para los trabajos de mantención y operativos de sala de máquinas, ya que le entrega los repuestos y los insumos básicos para la continuidad del proceso.
- **Calidad:** Esta área es el cliente que marca la norma en cuanto a las temperaturas alcanzadas, los químicos de sanitización estén dentro de las concentraciones solicitadas para que el servicio de suministros no escape de ninguna regulación.

Con los clientes internos ya definidos, se procede a definir los clientes externos, para reconocer el alcance del área:

- **Contratistas:** Este cliente es importante para el desarrollo de tareas en que los operadores no estén capacitados o no existan repuestos al corto plazo para una situación de emergencia, resultando ser clave en las tareas de mantenimiento correctivo.
- **Empresas químicas:** En el área, sobre todo en lo que respecta sanitización y refrigerantes, se necesita de este cliente quien resulta ser el proveedor de dichos insumos para que se realicen las tareas productivas.

6.2 Definición del Proceso

Tal como se describió anteriormente, el área de sala de máquinas o suministros, presentan tres grandes sistemas de generación y distribución, que serán identificados en la siguiente figura:



Figura 12: Diagrama SIPOC (Fuente: Elaboración Propia, 2021).

Con el diagrama, queda aclarado cuales son los tres procesos más relevantes que posee el área de suministros, que en este caso son:

- Distribución y sanitización de agua.
- Generación y distribución de aire.
- Generación y distribución de frío.

Por lo cual, se procederá a describir cada uno de estos:

6.2.1 Distribución y Sanitización de Agua

Para tener una mejor idea de cómo se desarrolla la distribución y sanitización de agua se hará un mapeo de proceso, para realizar una identificación mucho más adecuada:



Figura 13: Mapeo Proceso del Agua (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Con esto definido, se procede a explicar cada etapa que se ve reflejada en el mapeo:

6.2.1.1 Obtención del Agua

El agua que se utiliza para el proceso de la planta es extraída desde un pozo a través de una bomba sumergible que lleva un caudal cercano a los 35 L/s . Si existen problemas de abastecimiento de agua, se contempla el uso de agua potable, pero este no posee un caudal tan alto como el de la bomba de pozo, ya que entrega un caudal cercano a los 9 L/s . Por lo cual, el agua que circula en la planta puede ser por agua de napas subterráneas como agua potable.



Figura 14: Bomba de pozo sumergible (Fuente: Wellford, 2021).

6.2.1.2 Acumulación de Agua

El proceso de acumulación es más simple, ya que se cuenta con una copa de agua que es la encargada de abastecer a la red de distribución de la planta. La copa de agua tiene una capacidad de 8 m^3 , lo cual puede albergar una cantidad máxima de 8.000 L, los cuales, claramente no son suficiente al momento de que se ejecuta la faena que, en ese caso, pasa a ser un estanque de circulación de agua continuo mientras dura la faenación.

6.2.1.3 Sanitización de Agua

El proceso de sanitización no se presenta para toda el agua que se distribuye, sino que, es utilizado para procesos puntuales, en los cuales se requieren tres tipos:

- Agua blanda
- Agua con ácido peracético
- Agua clorada

El agua recién extraída es considerada como agua dura, que quiere decir que trae minerales desde la napa subterránea, por lo cual estos minerales para ciertos procesos pueden resultar perjudiciales, cuando esto ocurre, dicha agua pasa por un sistema de ablandadores, los cuales con un proceso químico asociado provocan el ablandamiento del agua, que en términos simples significa que se redujo la cantidad de sales en el agua, ya que en los ablandadores se produce un cambio de los iones de calcio y magnesio en la resina para producir iones de sodio en el agua, siendo ideal en procesos en que el agua no puede generar incrustaciones, como por ejemplo, los condensadores evaporativos.

Las máquinas o activos asociados al ablandamiento son:

- Ablandadores de agua
- Bomba de agua blanda

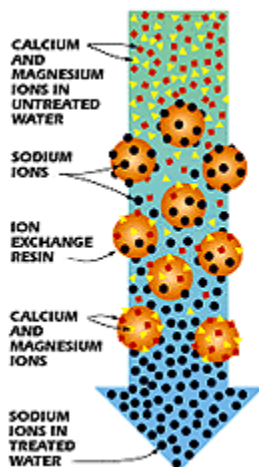


Figura 15: Ablandamiento del Agua (Fuente: Hidrosoluciones, 2021).

El agua con ácido peracético es ocupada en distintos procesos de la planta, inclusive, existen líneas que distribuyen el agua con este ácido en distintas concentraciones, estos son utilizados exclusivamente para el tratamiento del ave en la faena. Cabe destacar que el agua utilizada para dicha sanitización es el agua blanda.

Las máquinas o activos asociados son:

- Bombas de ácido peracético
- Bombas de trasvasije
- Bombas de agua blanda fría

Mientras que el agua con cloro también se utiliza para procesos en específico, no resulta necesario el uso de agua blanda, sino que del agua dura. Estas se utilizan para las bombas de aseo, ya que todo proceso con aseo tiene que estar bajo cierta norma de concentración de cloro.

Las máquinas o activos asociados son:

- Bombas de cloro
- Estanques de cloro
- Inyectores de cloro
- Válvulas
- Bombas de agua dura aseo



Figura 16: Bomba de Ácido Peracético (Fuente: Prominent. 2021)



Figura 17: Bomba de dosificación de Cloro (Fuente: Coydo, 2021).

6.2.1.4 Distribución del Agua

Con los procesos de sanitización correspondientes, se debe tener en cuenta que el flujo de distribución se divide en gravitacional, mediana presión y alta presión. La distribución gravitacional es la que se reparte a las líneas de lavado a mano de faena, como también a una bomba re circuladora de agua de un intercambiador de calor y la que se conecta a los ablandadores. Las líneas de alta presión son asociadas a las bombas de aseo, las cuales están relacionadas al sistema de cloración, mientras que la línea de media presión es la que distribuye a todos los sectores del área de producción.

Las máquinas correspondientes a la distribución son:

- Bombas de agua blanda
- Bombas de agua dura
- Bombas de aseo
- Bombas de media presión
- Bombas de alta presión

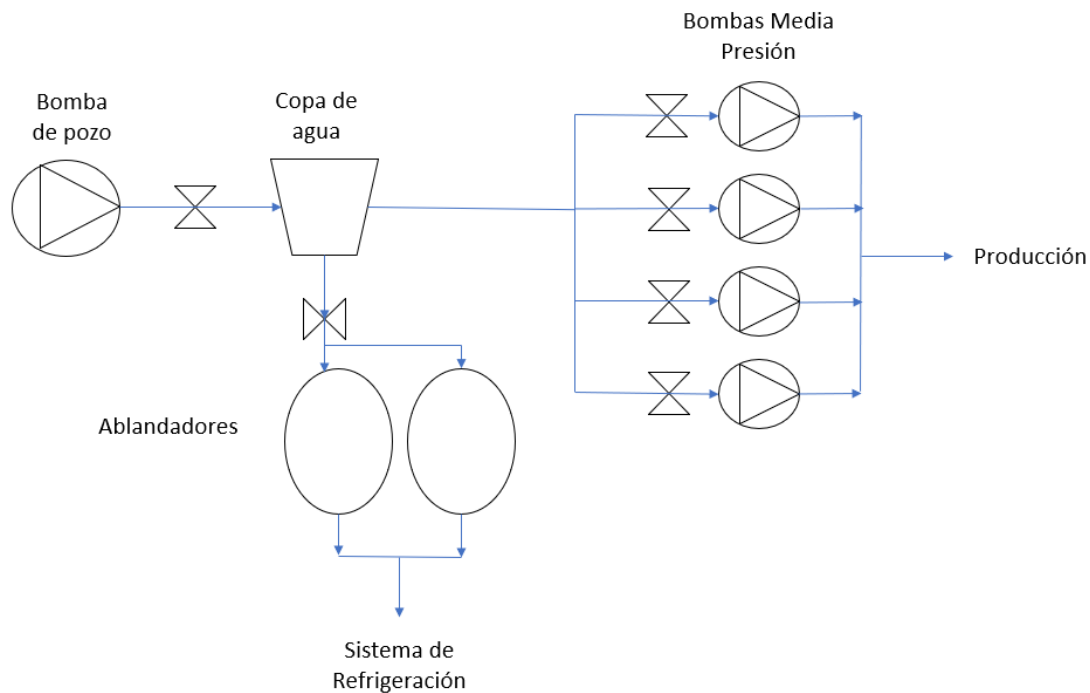


Figura 18: Sistema de Distribución de Agua de Mediana Presión y Ablandadores (Fuente: Elaboración Propia, 2021).

6.2.2 Generación y Distribución de Aire

Para este proceso en particular, es algo más simple que el proceso del agua, esto entendiendo que cuenta con solo cinco tipos de activos. De igual manera el proceso del aire se compone de:



Figura 19: Mapeo de proceso de Generación y Distribución de Aire (Fuente: Elaboración Propia, 2021).

Con el mapeo del proceso de aire, se explica cada etapa a continuación:

6.2.2.1 Compresión de aire

La compresión de aire consiste, en primera instancia, en la absorción de aire a una presión baja, en el caso ideal, ambiental, el cual debe pasar por un sistema de filtros y según el tipo

de compresor, que en este caso es de tipo tornillo se comprime según el área de avance para obtener aire a una presión determinada.

Para este caso se cuenta con tres compresores en sala de máquinas.



Figura 20: Unidad de compresión de aire Rallye 070 (Fuente: Elaboración propia, 2021).

6.2.2.2 Acumulación de aire

Posterior al proceso de compresión, se debe realizar el correspondiente proceso de acumulación del aire comprimido, para el cual existe un estanque llamado acumulador neumático que, en este caso, están dentro de las tres unidades de compresión presentes en la planta. El acumulador regula finalmente la presión final de abastecimiento.

6.2.2.3 Secado del aire

Para el buen funcionamiento del sistema neumático en planta, el aire debe poseer propiedades básicas o mínimas para hacer su correspondiente uso, una de estas prioridades es que el aire comprimido debe tener la propiedad de ser seco. Para ello, se necesitan secadores de aire que realizan un proceso físico en el cual la humedad se elimina del sistema.

6.2.2.4 Acondicionamiento del aire

Este proceso en específico no cuenta con activos asociados a los planes de mantenimiento, pero si existen los componentes del acondicionamiento del aire en planta, los cuales son:

- Filtros
- Reguladores de presión

- Lubricador

Estos componentes tienen como finalidad el separar toda impureza líquida y sólida del aire, para que posteriormente los reguladores de presión mantengan a la presión solicitada, para que finalmente pasen por el lubricador el cual añade ciertas concentraciones de aceite al sistema de aire comprimido.

6.2.2.5 Distribución del aire

La distribución de aire es un sistema de tuberías dentro de la planta, en que el aire comprimido, según el tratamiento realizado, efectúa su traslado hasta los distintos dispositivos del sistema neumático para el correcto funcionamiento de las líneas de faenación.

6.2.3 Generación y Distribución de Frío

En este proceso, tal como se mencionó anteriormente, se trabaja con tres refrigerantes, los cuales son:

- Glicol
- Freón
- Amoniaco

Con respecto a esos tres, el amoniaco resulta ser el refrigerante principal, por lo cual, al ser los tres bastante similares en cuanto a sus ciclos, se describirá la refrigeración con amoniaco para describir el proceso de generación de frío.

Para el caso del sistema de glicol, este es ocupado como un sistema alternativo de refrigeración, esto porque el amoníaco es altamente peligroso ante alguna posibilidad de fuga o derrame, por lo cual, la refrigeración en los sectores de producción es hecha a través de glicol. Para lo anterior se debe tener en cuenta que el glicol tiene un previo intercambio de calor con el amoníaco para obtener dicha temperatura.

Por otro lado, el sistema de freón posee la función de enfriar las cámaras más pequeñas dentro de la planta, ya que, al ser un refrigerante con un menor rendimiento que los otros dos

refrigerantes está ligado a un trabajo de menor potencia, resultando así el sistema más pequeño de los tres.

El mapeo de procesos no será similar a los dos procesos anteriores, ya que el sistema de refrigeración posee su sistema en modo cíclico, representándose de la siguiente manera:



Figura 21: Procesos en el ciclo de Refrigeración (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Pero antes de describir los procesos, cabe destacar que para cada proceso de refrigeración con su respectivo refrigerante cuentan con sus propios activos, los que serían:

- Glicol
 - Bombas de glicol
 - Evaporadores
 - Equipos de aire acondicionado
 - Estanques de glicol
 - Intercambiadores de calor
- Freón
 - Compresores de freón
 - Bombas de agua compresores de freón
 - Evaporadores

Para el caso del amoníaco, mientras se va describiendo cada subproceso del sistema, se irán mencionando los activos asociados. Este sistema en particular se divide en dos subsistemas

que son similares, pero alcanzan dos temperaturas distintas, que son el subsistema de alta (-10°C) y el subsistema de baja (-35°C).

6.2.3.1 Acumulación de Amoníaco

El proceso de acumulación es el más simple ya que en este solo se ocupa el acumulador, el cual retiene el amoníaco líquido proveniente de los condensadores evaporativos para iniciar el ciclo completo.

6.2.3.2 Expansión de Amoníaco

El proceso de expansión es el que menos activos de complejidad tiene asociado, los cuales serían las válvulas de expansión y tiene como función reducir la presión que fluye hacia el evaporador para que la temperatura de saturación sea la ideal para un proceso correcto de evaporación. Cabe destacar que una parte del amoníaco líquido se evapora al pasar por la válvula de expansión aumentando así su temperatura.



Figura 22: Válvula de expansión tipo (Fuente: Dicalmiami, 2021).

6.2.3.3 Evaporación de Amoniaco

Posterior al proceso de expansión, viene el proceso de evaporación en el cual ya viene el amoníaco líquido con una presión determinada junto a su respectiva temperatura de saturación. Este, en primera instancia, transita por los estanques recirculadores para luego pasar a los evaporadores o también directamente por las máquinas de hielo, en estos equipos

es donde sucede el intercambio de calor tal que todo el amoníaco que estaba en estado líquido se evapora por la alta temperatura en las cámaras o en las salas de producción. Posteriormente al proceso de evaporación vuelve a los estanques de recirculación, los cuales separan del gas todo el líquido no evaporado de manera previa.

En esta etapa los activos asociados son:

- Estanques recirculadores
- Máquinas de hielo
- Trampas de hielo
- Evaporadores
- Bombas de amoníaco



Figura 23: Ejemplo Cámaras con Evaporadores (Fuente: Krack, 2021).

6.2.3.4 Compresión de Amoníaco

Posterior a todo el proceso de evaporación, con la seguridad de que se trabajará con solo vapor de amoníaco, se procede al trabajo de los compresores, los cuales son de dos tipos, que serían los de pistón y los de tornillo, resultando los primeros estar presentes en el subsistema de alta exclusivamente, mientras que para el caso de los compresores de los tornillos, al ser duales, pueden estar presentes en ambos subsistemas, además albergando una mayor capacidad que de los de pistón. La función de estos compresores es aspirar el vapor seco desde los estanques recirculadores con la temperatura de evaporación, aumentarles la presión hasta la temperatura de condensación y traslada el vapor de descarga hasta los condensadores evaporativos.

Los activos asociados a la etapa de compresión son:

- Compresor de Pistón
- Compresor de Tornillo



Figura 24: Compresor de Amoníaco tipo Tornillo (Fuente: Manuales Frigoríficos, 2017).



Figura 25: Compresor de Amoníaco tipo Pistón (Fuente: Elaboración Propia, 2021).

6.2.3.5 Condensación de Amoníaco

En la última etapa del ciclo, el proceso de condensación pasa el proceso inverso explicado en la etapa de evaporación, que es pasar todo el vapor comprimido de amoníaco al estado líquido, esto se hace en los condensadores evaporativos, los cuales a través de agua y aire enfrían el amoníaco provocando su condensación. Este proceso se provoca en los serpentines donde se traslada el amoníaco, los cuales son rociados por agua fría para extraer el calor que estos llevan, junto a un flujo de aire que va desde abajo hacia arriba para generar un proceso de transferencia de calor mucho más eficiente. Este proceso depende enormemente de la calidad del agua que pasa por entre los serpentines para no generar incrustaciones que entorpecen el proceso de condensación del amoníaco. Posterior a esta licuación del amoníaco vuelve al estanque acumulador y continúa con el ciclo de refrigeración.

Los activos que se ven asociados a esta etapa son:

- Condensadores evaporativos
- Condensador de placa



Figura 26: Ejemplo Condensador Evaporativo (Fuente: Guentner, 2021).

Finalmente, el ciclo de refrigeración descrito queda brevemente reflejado en la siguiente figura:

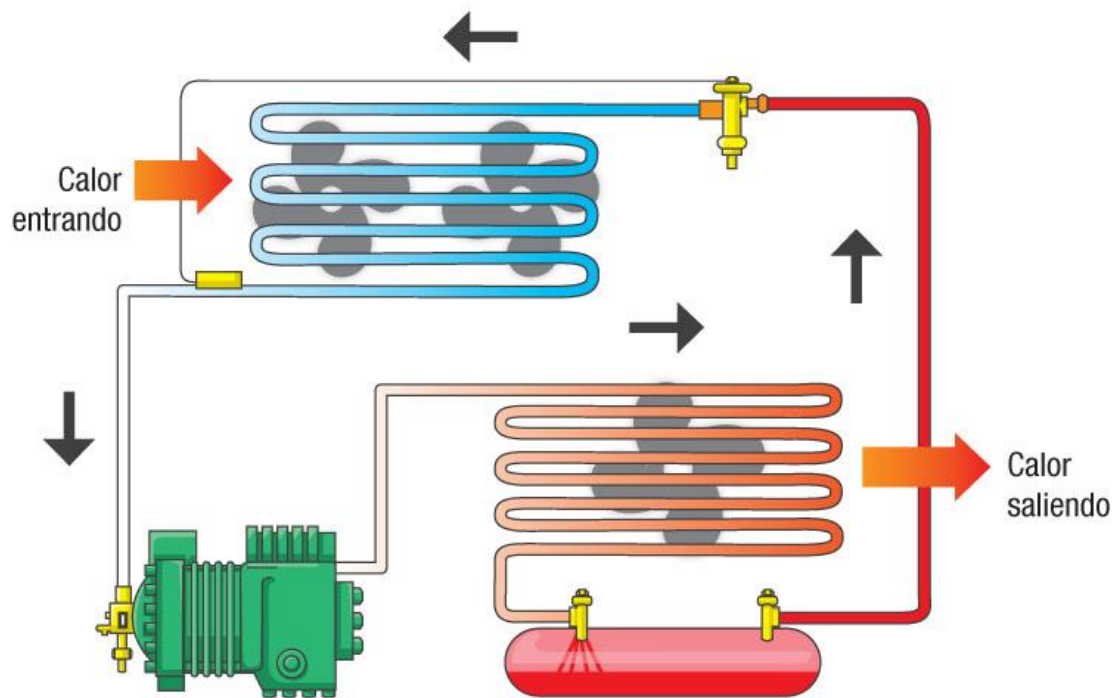


Figura 27: Ciclo básico de Refrigeración (Fuente: 0 grados. 2021).

6.3 Situación Sala de Máquinas

Con el proceso definido, los sistemas ya diferenciados entre sí, se hace necesario comprender el estado o situación de sala de máquinas junto a su marco estratégico, que, para tener más claridad, se enfocará en cuatro secciones, los cuales serían:

6.3.1 Marco Estratégico

En ese sentido, sala de máquinas, cuenta con una estrategia clara que es la sistemática, esto entendiendo que para los equipos cuentan con un plan de mantenimiento preventivo los cuales definen las tareas a realizar para cada caso. Pero esta estrategia difiere del nuevo marco estratégico que apunta a una estrategia de alta disponibilidad.

Tabla 1: Plan de tareas asociada a máquina de hielo, solo con vista preventiva.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

A-1500 MAQUINA DE HIELO MADEP N°1	
ACTIVIDAD	PERIODICIDAD
MANTENCIÓN MACHON DE ACOPLAMIENTO	2 AÑOS
REVISIÓN VÁLVULAS SEGURIDAD	2 AÑOS
REVISIÓN GENERAL	3 MESES
REVISIÓN ESTANQUE Y SURTIDORES	1 MES
MANTENCIÓN MOTORREDUCTOR	1 AÑO
MANTENCIÓN MOTORES TRITURADORES	2 AÑOS
MANTENCIÓN CORREAS	1 AÑO
MANTENCIÓN MOTOR BOMBA	2 AÑOS
LUBRICACIÓN RODAMIENTO MOTRIZ	2 MESES
REVISIÓN EJES, POLEAS Y VÁLVULAS	6 MESES
MANTENCIÓN RODAMIENTOS TRITURADORES	1 AÑO
MANTENCIÓN VÁLVULAS	1 AÑO
REVISIÓN ACEITE	1 SEMANA
MANTENCIÓN BOMBA	2 AÑOS
LUBRICACIÓN RODAMIENTO CONDUCTO	2 MESES
MANTENCIÓN VÁLVULA SOLENOIDE	1 AÑO
MANTENCIÓN RODAMIENTOS MOTOR BOMBA	2 AÑOS
MANTENCIÓN RETENES MOTOBOMBA	2 AÑOS
REVISIÓN CONTROL DE NIVEL	1 MES



Figura 28: Máquina de Hielo MADEF (Fuente: MADEF, 2021).

Eso sí, el hecho de que la estrategia sea sistemática o preventiva no evita que se hagan tareas correctivas, ya que resulta algunos equipos elementales para el funcionamiento de la planta.

Aparte, al momento de iniciar esta investigación, se estaba desarrollando las primeras etapas del sistema de gestión de mantenimiento, el cual de inicio lleva a cuestionar todos los conceptos básicos en la cultura de trabajo, tales como la visión y misión, los cuales fueron finalmente modificados, para así generar un cambio en la estrategia de trabajo en el área.

De la visión, misión y valores, se obtiene los objetivos estratégicos a desarrollar en el área a través de un cuadro de mando integral, el cual genera el siguiente mapeo estratégico:

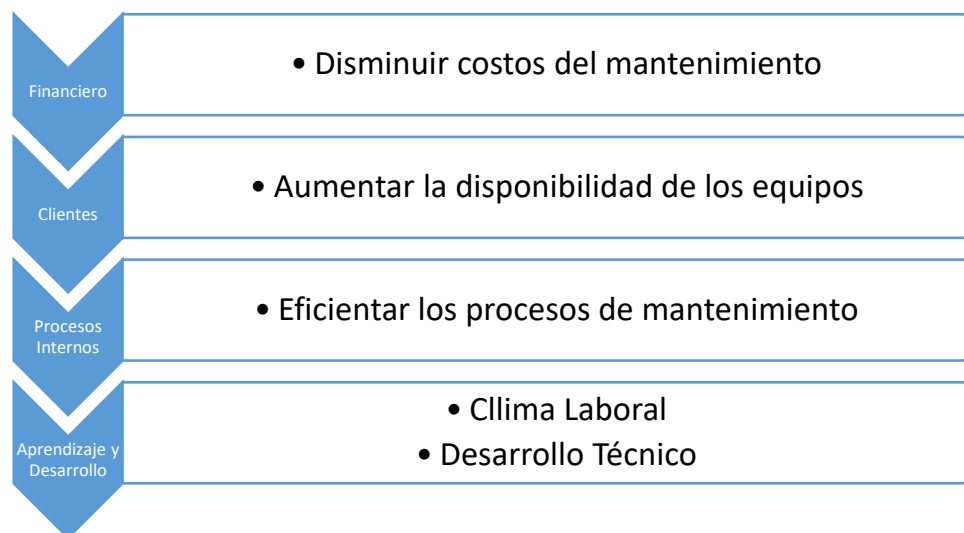


Figura 29: Mapeo Estratégico Gestión del Mantenimiento (Fuente: Elaboración Propia, 2021).

Por ende, todo lo que se desarrolle en este trabajo, debe apuntar en cumplir los objetivos definidos, tomando todos vital preponderancia para satisfacer el objetivo mayor, que define el eje estratégico del área, el cual resulta disminuir los costos del mantenimiento.

6.3.2 Generales

En esta sección se concentrarán los parámetros generales, que de cierta manera es la representación de sala de máquinas hacia los clientes internos, son los números o registros que definen el rendimiento y control del área como tal.

6.3.2.1 Métricas

Existen dos métricas en el área, las cuales son los minutos de detención de faena y el cumplimiento de las tareas de mantenimiento, al iniciar este trabajo se contaba con los siguientes parámetros:

- El promedio anual de detenciones de faena no debe exceder los 30 minutos.
- Cumplimiento debe ser no inferior al 80%.

Con dichos datos, se tiene una mayor compresión de los puntos estratégicos que posee sala de máquinas, ya que se enfoca en disminuir de manera constante los minutos de detención del proceso y para lidiar con ello, se sustenta en el 80% de cumplimiento mínimo que debe desarrollar las tareas de mantenimiento, sean preventivas como correctivas.

Pero en dicho momento se contaba con un cumplimiento que bordeaba el 70% y un promedio de 40 minutos en los meses que se llevaban, por lo cual los parámetros estaban fuera del rango ideal de funcionamiento de sala de máquinas, no cumpliendo así sus compromisos con las áreas interesadas.

Tabla 2: Métricas área de Suministros

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Indicador	Ideal	Actual
<i>Minutos de detención de faena (Promedio Anual)</i>	30 minutos	40 minutos
<i>Cumplimiento de plan de mantenimiento</i>	80%	70%

6.3.2.2 Presupuesto de Suministros

En el concepto de presupuestos, existe uno asociado a lo monetario y otro con respecto a los consumos esenciales (agua y electricidad), de los cuales ambos tuvieron como meta una disminución con respecto al año anterior que fue el 2019.

En el presupuesto monetario, que contempla informes de servicio, repuestos y equipos, hasta el mes de marzo de 2020, se presentaba un gasto del 108% del presupuesto hasta dicho mes, lo que significa números negativos en la estructura de costos del área. Esto indica un bajo control de los gastos involucrados en sala de máquinas.

Mientras que, para los recursos esenciales, se vieron números similares a los del año 2019, siendo determinante para su diferenciación las horas trabajadas, o cuantos turnos estaban en producción, lo que impactó en una baja efectiva de agua y electricidad por ave faenada de al menos un 10%, confirmando así un valor bajo a la meta indicada.

Tabla 3: Cumplimiento del presupuesto.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

<i>Presupuesto</i>	Meta Ideal	Meta Actual
<i>Gastos</i>	100% del presupuesto proyectado	108% del presupuesto proyectado
<i>Recursos esenciales</i>	100% del presupuesto proyectado	90% del presupuesto proyectado

6.3.2.3 Documentación

La documentación es esencial en todas las áreas, ya que oficializa procedimientos, instructivos o información relevante a tener documentada, sobre todo ante auditorías o eventos en los cuales sea necesario recopilar antecedentes de alguna máquina o sistema para distintas evaluaciones.

Con respecto a este punto, existe mucha información relacionada al área, pero que está desordenada, provocando pérdidas en los tiempos de búsqueda y así, demorando distintos procesos, mientras que lo competente a instructivos y procedimientos no se cuenta con más de diez, siendo una cantidad ínfima de todo lo que es posible desarrollar, para así poder estandarizar y albergar todos los trabajos posibles.

6.3.3 Personal

En esta sección alberga los puntos vistos con respecto al personal de sala de máquinas, es decir, considera la mirada desde el operador o colaborador hacia el área en cuestión, que sería suministros.

6.3.3.1 Desarrollo técnico

De los ocho operadores en sala de máquinas, solos seis cumplen los requisitos mínimos para estar en el cargo, ya que se solicita ser técnico en refrigeración y tener una experiencia

mínima de dos años trabajando con amoníaco. Esto sucede por la falta de operadores en el mercado, por lo cual, sala de máquinas pasa a ser una escuela de formación con tal de obtener operadores con las habilidades necesarias para el cargo.

Con dicha información, también se tiene que la última capacitación hecha en el área fue desarrollada durante mayo del 2019, de la que inclusive no pudo participar la totalidad de los operadores.

No existen tampoco sistemas de evaluación para ir viendo el desarrollo de conocimientos que se lleva, por lo cual, los conceptos académicos se ven solamente al momento de ingresar el operador a sala de máquinas.

Con esto se entiende que no existe una confiabilidad alta en los conocimientos del personal, esto por no contar de un plan de desarrollo técnico de los operadores correspondiente a capacitaciones y evaluaciones conforme a su formación en el área.

6.3.3.2 Clima Laboral

El clima laboral es una evaluación levantada por el área de gestión de personas de la empresa, la cual expresa las conformidades o las no conformidades por parte de los operadores al área, resultando una baja aprobación para la valoración de su trabajo, el desarrollo de carrera en el área y la baja comunicación de información relevante del área. Esto genera desmotivación y bajo compromiso, ya que sienten que solo están para el día a día, más que buscando un desarrollo en el área.

6.3.4 Técnico

Esta sección acoge a los puntos técnicos ligados a sala de máquinas, que son los de competencia interna relacionado a la efectividad y resolución de los trabajos que se desarrollan.

6.3.4.1 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento que se lleva en sala de máquinas es estratégicamente preventivo, contando con tareas asociadas al menos al 90% de las máquinas del área, además de eso, al equipo de trabajo se estaba sumando un operador con la función de programador del área, el

cual posee como función el desarrollo y control del plan preventivo, planificando las actividades a corto, mediano y largo plazo, ayudando a un aumento sistemático del cumplimiento del mantenimiento.

6.3.4.2 Disponibilidad de los equipos

En este caso, al momento de inicio del trabajo no se registraba ningún elemento de medición de disponibilidad de los equipos, solo se tiene en cuenta por memoria que equipos han fallado o se han detenido en el último tiempo, no teniendo claridad de cómo se lleva la disponibilidad en sala de máquinas, además del poco control ante situaciones críticas.

6.3.4.3 Desarrollo de fallas en el sistema

Ante situaciones de fallas, no se cuenta con indicadores de tiempo de respuesta o análisis de falla para determinar acciones correctivas y preventivas en la máquina o dispositivo, provocando que existan fallas repetitivas que solo se solucionan en el momento. Esto hace que el cumplimiento de los planes de mantenimiento se vea interrumpido por el tiempo que se pierde solucionando la falla.

En resumen, se tiene:

Tabla 4: Situación actual sala de máquinas.

Fuente: Elaboración propia, 2021

<i>Tema</i>	Situación Actual marzo 2020
<i>Métricas</i>	Ambas métricas no se cumplen.
<i>Presupuesto de Suministros</i>	Se ha superado el presupuesto, llevando a números negativos en costos, pero positivos en cuanto a recursos esenciales
<i>Documentación</i>	Desorden en la información y falta de procedimientos como instructivos
<i>Desarrollo técnico</i>	Operadores sin experiencia y bajo sistema de capacitaciones
<i>Clima laboral</i>	No conformidades por valoración del área y por el bajo desarrollo de carrera
<i>Plan de mantenimiento</i>	Estratégicamente preventivo, se suma recientemente al equipo un programador de mantenimiento
<i>Disponibilidad de equipos</i>	No existen medidores históricos o actuales para medir disponibilidad, solo se guía por la memoria de supervisor
<i>Desarrollo de fallas en el sistema</i>	No existe análisis o uso de herramientas para determinar la causa raíz, solo se soluciona en el momento.

6.4 Información del personal

En esta sección se abordará la estructura del área, las funciones ligadas a cada cargo, los roles organizativos existentes, política de trabajo, liderazgo, compromiso, responsabilidades y autoridades.

6.4.1 Información General

En esta sección se verá los conceptos generales que se tiene como área con respecto a la estructura de cargos, describiendo y definiendo los roles e ideales asociados a cada una de las personas que posee el área.

6.4.1.1 Estructura General

Sala de máquinas posee cinco tipos de cargos que cumplen tareas esenciales de operación como de mantenimiento, el cual se estructura de la siguiente forma:

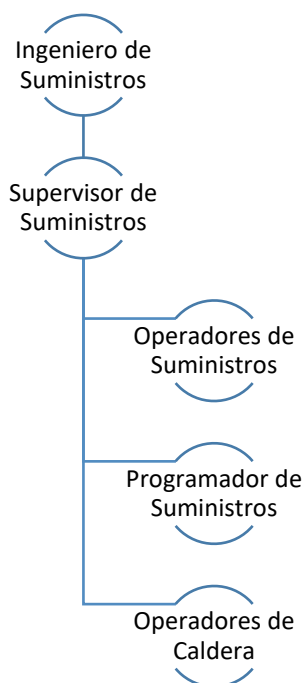


Figura 30: Distribución de cargos en área específica de Suministros (Fuente: Elaboración propia, 2021)

El cual está compuesto por un Ingeniero de Suministros el cual lleva un año de experiencia en el cargo siendo un cargo recientemente creado a nivel planta, se tiene también un Supervisor de Suministros, el cuál posee diez años de experiencia en el cargo de supervisor y quince años en el cargo de operador de suministros.

Bajo la dependencia del supervisor de suministros existen tres tipos de cargo, los cuales serían los operadores de suministros, que contempla un equipo total de ocho personas, quienes según su experiencia se distribuyen en un rango que involucra desde los tres meses hasta los seis años, que resulta un promedio en el grupo de trabajo cercano a los tres años de experiencia en la planta. Para el caso de los operadores de caldera, se cuentan con tres operadores, los cuales no estarán incluidos dentro del estudio de sala de máquinas ya que poseen una autonomía diferente a los operadores de suministros, de igual manera, estos tres poseen una experiencia, de menor a mayor, de seis meses, tres años y diez años.

Finalmente, para el caso del programador, se cuenta con una persona en el cargo y posee una experiencia de dos años, siendo, al igual que para el caso del ingeniero, un puesto creado recientemente.

6.4.1.2 Liderazgo y Compromiso

Según la ISO 55.000, el liderazgo y el compromiso está relacionado a la capacidad que el área posee para llegar a los objetivos, en el cual, todos los colaboradores, es decir, desde el ingeniero hasta los operadores, deben tener las siguientes tareas:

- Garantizar que el sistema de gestión se establezca.
- Garantizar recursos para el sistema de gestión.
- Comunicar de manera eficiente la importancia del sistema.
- Garantizar que el sistema de gestión alcance los resultados.
- Dirigir y apoyar a las personas para ayudar en la eficiencia del sistema de gestión.
- Promover la colaboración entre funciones dentro de la organización.
- Promover la mejora continua.
- Apoyo a otras funciones.

En este sentido, los únicos que poseen dentro de su perfil dichas tareas en su totalidad son el ingeniero y el supervisor del área, ya que son responsables de todas las funciones, entendiendo que el sistema de gestión se puede tomar como la visión, misión, objetivos y estrategia del área.

En el caso de los operadores, su perfil solo ve el promover la colaboración entre funciones dentro de la organización y apoyo a las funciones, provocando así una lejanía a la estrategia de trabajo de sala de máquinas.

6.4.1.3 Política

Siguiendo con lo dictado en la ISO 55.000, resulta importante que para lograr la estrategia de mantenimiento o llevar a cabo un sistema de gestión, por lo que se vuelve elemental tomar una adecuada política de decisiones con primer objetivo el buscar un cumplimiento de objetivos sin desconsiderar las variables propias del mismo objetivo, tales como, el personal, los proveedores, los clientes, los activos, entre otros.

Ante la misma, la FAO (FAO, 2010). Propone que el éxito dependerá de una adecuada preparación, lo cual se ve proyectado en los siguientes puntos:

- Indicar responsabilidades de los órganos o personas decisorias de manera general.
- Establecer un reglamento para así cumplir con el compromiso.
- Elaborar planes de trabajo.
- Generar calendarios y presupuestos.
- Diseñar estrategias de comunicación.
- Crear capacidad para dirigir los procesos.

Además de los aspectos mencionados, la política debe ser propiamente documentada, con un proceso de comunicación hacia las partes interesadas, la cual debe ser aprobada por estos. La mejora continua no está exenta de la política de trabajo, por lo cual debe ser considerado desde su inicio para así no impactar en presupuestos u otros.

En sala de máquinas, la política existente sí define responsabilidades, pero sin cuestionar realmente si se necesitan actualizar o abarcar más funciones. Para lo que son los calendarios

y presupuestos, es algo que se lleva, pero el tener un reglamento de compromiso, crear estrategias de comunicación, planes de trabajo asociados a las métricas o indicadores presentes y generar capacidad para dirigir procesos no se tiene un registro como tal.

Para una política rentable, es necesario trabajar en indicadores o métricas de gestión, los cuales no están diseñados en sala de máquinas, pero servirían para controlar los procesos.

6.4.1.4 Roles de la organización, responsabilidades y autoridades

Para cualquier sistema de gestión, es elemental la identificación rápida y eficiente de los roles y responsabilidades. Por lo cual, según la misma norma, un correcto trabajo para asegurar el cumplimiento de los roles y responsabilidades es hacer un proceso de asignación de roles claves a cada colaborador. Cuando esto último se hace efectivo, es necesario identificar cuáles son los roles de mayor relevancia y autoridades en el área, para así generar una apropiación de parte de todos los colaboradores con el proceso de gestión. Es necesario que tal asignación de responsabilidades debe ser clara y valorada por los colaboradores, ya que deben estar dentro de las exigencias dispuestas por el plan estratégico, por lo que, deben estar capacitados para las decisiones y responsabilidades que serán sumamente importantes para el área.

En este sentido, en sala de máquinas, existe una asignación de roles para el proceso normal de mantenimiento, no así, para el sistema de gestión que se está impulsando al momento de iniciado el trabajo.

6.4.2 Información Técnica

En esta sección, se tomarán los roles, responsabilidades y conceptos técnicos asociados a cada cargo, ya que independiente de sus responsabilidades y perfiles, cada uno de estos debe tener conocimientos básicos asociados con el área, los cuales se definen según cargo.

6.4.2.1 Ingeniero

Responsabilidad y rol: Encargado de gestionar el cambio en sala de máquinas, líder en los procesos de mejora, desarrollo de presupuestos y análisis de consumos a nivel planta.

Conocimientos: Ingeniero Civil Mecánico, noción de termodinámica y refrigeración.

6.4.2.2 Supervisor

Responsabilidad y rol: Supervisar las labores de operadores, evaluar mejoras constantes en sala de máquinas y comunicar de manera directa los objetivos del área.

Conocimientos: Técnico en Refrigeración Nivel Superior, con alto conocimiento y experiencia en el rubro de refrigeración. Conocimientos altos en tratamientos de agua y trabajo con aire.

6.4.2.3 Programador

Responsabilidad y rol: Programar y evaluar el plan de mantenimiento definido, cuestionar de manera constante dicho plan en búsqueda de la mejora continua de su desarrollo.

Conocimientos: Técnico en Refrigeración Nivel Medio, alto conocimiento en sistemas de refrigeración.

6.4.2.4 Operadores

Responsabilidad y rol: Encargado de realizar la operación y ejecutar el plan de mantenimiento, son la base de la mejora en sala de máquinas ya que son las necesidades o sugerencias de estos los que provocan el real cuestionamiento de sala de máquinas. Su responsabilidad es abastecer los suministros de la planta sin ningún tipo de falla.

Conocimientos: Técnico en Refrigeración Nivel Medio, noción de refrigeración industrial.

7 ANÁLISIS

La herramienta por utilizar en esta sección será el análisis FODA, esto ya que es una herramienta estratégica y al ser un desarrollo de una estrategia resulta sumamente útil para encontrar oportunidades de mejora, esto obteniendo un mayor espectro de conocimiento de la sala de máquinas como tal, el cual ayudará con la identificación de las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas presentes en el área, tomando una dirección más clara para la propuesta de estrategia de mantenimiento.

Para elaborar este diagrama de FODA fue necesario un plan de trabajo:

- Toma de conocimiento de los objetivos estratégicos del área.
- Estudio de los procesos que se llevan en sala de máquinas.
- Levantamiento del plan de mantenimiento.
- Levantamiento de herramientas de control para la operación y la mantención en sala de máquinas.
- Revisión de perfiles de cargo en el área.
- Entrevista con cada uno de los colaboradores del área.

Tal como se menciona, este plan de trabajo se basa en primera instancia en el levantamiento de información relevante para emerger una propuesta de plan estratégico de mantenimiento, con la finalidad de desarrollar los objetivos del área.

7.1 Diagrama FODA

7.1.1 Debilidades

Para el caso de las debilidades y los siguientes tres puntos del diagrama se irá viendo las debilidades según cada objetivo estratégico que presenta el área:

7.1.1.1 Clima Laboral

- Bajo desarrollo de carrera.
- Bajo nivel de comunicación en acciones que se realizan en sala de máquinas.

- Desconocimiento de parámetros o métricas para evaluar desempeño de los operadores.

7.1.1.2 Desarrollo Técnico

- Bajo nivel de capacitaciones.
- Poco conocimiento del alcance por área de producción en la planta.
- Baja confiabilidad en los conocimientos del personal.
- No todos los operadores poseen la experiencia ideal.

7.1.1.3 Eficiencia en procesos de mantenimiento

- Bajo control de los mantenimientos realizados.
- Desactualización del plan de mantenimiento.
- Falta de plan de mantenimiento en equipos nuevos.
- Poca comunicación de problemas en equipos entre turnos.
- Poca documentación sobre acciones de mantención.

7.1.1.4 Aumento en disponibilidad de los equipos

- Nulo control en la disponibilidad de equipos.
- Equipos muy antiguos.
- No existen procesos de análisis de falla.

7.1.1.5 Disminuir costos de mantenimiento

- Presupuesto bajo de mantenimiento.
- Bajo control de montos de informes de servicio y facturas.
- Reducida y costosa mano de obra externa.

7.1.2 Fortalezas

Para el caso de las fortalezas, se presentan según objetivo de la siguiente manera:

7.1.2.1 Clima Laboral

- Conocimiento de funciones esenciales de los colaboradores.

- Respeto hacia la figura del Supervisor.

7.1.2.2 Desarrollo Técnico

- Existen al menos dos operadores con alta experiencia para la enseñanza interna.
- El 40% de los operadores maneja los conceptos técnicos de la planta.

7.1.2.3 Eficiencia en procesos de mantenimiento

- Manejo semanal de los mantenimientos.
- Plan de mantenimiento disponible para la mayoría de los equipos

7.1.2.4 Aumento en disponibilidad de los equipos

- Alto conocimiento operacional.
- Comunicación directa y rápida con proveedores.

7.1.2.5 Disminuir costos de mantenimiento

- Existen registros de los costos del área.

7.1.3 Oportunidades

Las oportunidades se ven como un factor externo que pueda ser una oportunidad de mejora dentro de sala de máquinas, distribuyéndose de la siguiente forma:

7.1.3.1 Clima Laboral

- Generar instancias para compartir con los colaboradores del área.
- Evaluar desarrollo de carrera y responsabilidades.
- Levantar con clientes internos indicadores ideales.

7.1.3.2 Desarrollo Técnico

- Variedad de cursos y/o capacitaciones en institutos y empresas.

7.1.3.3 Eficiencia en procesos de mantenimiento

- Evaluación de planes de mantenimiento junto a proveedores.

- Evaluar indicadores para mejoras

7.1.3.4 Aumento en disponibilidad de los equipos

- Aplicar planes de mejora, evaluación de nuevos equipos.

7.1.3.5 Disminuir costos de mantenimiento

- Utilizar software para manejo de costos asociados al área.

7.1.4 Amenazas

Tal como en el caso de las oportunidades, las amenazas se resultan ser un factor externo que puede incidir dentro del área, asignándose a cada objetivo a continuación:

7.1.4.1 Clima Laboral

- Empresas del mismo rubro ofrecen mejores beneficios.

7.1.4.2 Desarrollo Técnico

- Capacitaciones con certificación presenta un alto costo.

7.1.4.3 Eficiencia en procesos de mantenimiento

- Demora y poca eficiencia en trabajos de mantención externo.

7.1.4.4 Aumento en disponibilidad de los equipos

- Dependencia de mano de obra externa en una cantidad no menor de equipos.

7.1.4.5 Disminuir costos de mantenimiento

- Alza de costos en servicios ofrecidos por terceros.

7.2 Análisis FODA por Objetivo Estratégico

Para generar la propuesta, es necesario analizar las problemáticas y priorizarlas para que sean acogidas en la estrategia de mantenimiento, por lo que, es necesario evaluar cada uno de los puntos y desarrollar una metodología de trabajo para su respectivo análisis. Por lo tanto, se irá evaluando por cada objetivo estratégico que posee el área. Para esto, es necesario entender que el desarrollo de una estrategia de mantenimiento no solo abarca a la acción misma de mantención, sino que, comprende todo el espectro relacionado al desarrollo, planificación, definición y ejecución de éste, por lo que se vuelve relevante trabajar desde la estrategia del área para obtener una correcta estrategia de mantenimiento.

En el siguiente desarrollo se tomará la siguiente estructura de trabajo:

- Analizar y plantear formas de corrección a las debilidades.
- Estudiar y afrontar las amenazas.
- Levantar y mantener las fortalezas.
- Estudiar formas de aprovechar las oportunidades.

Con dicha estructura se podrá desarrollar una correcta propuesta de estrategia de mantenimiento, consolidado con un factor de priorización, el cual se llama efectividad del mantenimiento, que se definirá posterior a todo el análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades.

7.2.1 Clima Laboral

Al realizar la agrupación de las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas la matriz FODA queda de la forma:



Figura 31: Análisis FODA Clima Laboral (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Antes de iniciar con los análisis y/o estudios, el clima laboral se mide según una encuesta interna que mide puntos como desarrollo de carrera, preocupación del empleador, comunicación de labores y desempeño, en que cada uno posee un porcentaje de aprobación que sumado da un indicador final de aprobación de los empleados por área, que para el caso de Suministros fue de un **60% de aprobación en total para 2019**, resultando una baja de casi un 15% comparado el 2018, tomando como puntos críticos el bajo desarrollo de carrera, la poca comunicación de información relevante como la opinión de su desempeño.

Entonces, al adentrarse en las debilidades de este objetivo, se obtienen de los valores que se rescatan de la encuesta, donde se acogen los siguientes puntos:

7.2.1.1 Bajo desarrollo de carrera

Este punto resulta ser el más crítico de la encuesta de clima laboral, rondando un **45% de aprobación**, y esto es consecuencia de la poca movilidad de cargos que presenta el área, esto ya que, el supervisor posee siete años en el cargo, contemplando además, el factor edad, experiencia y rendimiento, debiese durar al menos siete años más en el cargo, impactando en la limitación de las pretensiones laborales de la mayoría de los operadores, debido a que algunos no poseen más de cinco años de vigencia laboral, mermando su desarrollo dentro del área. Inclusive, la poca expectativa por un cambio de puesto genera que ningún colaborador este capacitado de manera satisfactoria para ser reemplazo del supervisor, generando un problema cuando el supervisor necesite ser relevado.

Además del problema antes mencionado, también trae consigo otra debilidad, la resistencia y poco interés por parte de los operadores por asumir nuevas funciones o responsabilidades, impidiendo de esta manera el completo desarrollo del sistema de mantenimiento.

En este sentido se hace relevante una reestructuración de los cargos, por lo que se propone la posibilidad de un desarrollo de carrera, es decir, un escalamiento de cargos para los operadores, del cual se puede designar funciones y responsabilidades esenciales según se vaya ascendiendo, para así generar un mayor interés y lidiar con la disconformidad que presentaba este punto.

En cierto sentido, la reestructuración de los cargos escapa de lo que se ve en el trabajo, pero es importante entender que este cambio, afectará a todo el sistema y la forma de lograr todos los objetivos, por lo cual, se hacía importante de mencionar.

7.2.1.2 Baja comunicación

La baja comunicación aborda dos puntos, los cuales son respecto a las novedades que presenta el área y la evaluación del desempeño que presentan los operadores, factores que impactan al sistema de mantenimiento, ya que, al haber una nueva máquina o una modificación, esto cambiará el plan de mantenimiento, generando nuevos conocimientos que, si no son comunicados de manera correcta, entorpecerán el desarrollo de las mantenciones. Mientras que, para el caso del desempeño, se mencionó con anterioridad que dentro del perfil de cargo solo se poseen dos indicadores, que sería los minutos de detención

y el cumplimiento de mantenimiento, en el cual ninguno de los dos se va comunicando periódicamente, e inclusive, algunos operadores no manejan cómo son realmente los minutos de detención, generando un problema grave en relación al propio control que poseen los operadores con respecto a su desempeño, provocando un desinterés de los actores principales por un indicador crítico en planta.

En este sentido, al ser factores asociados a la gestión de mantenimiento, se hace elemental generar instancias de comunicación de manera periódica, para así generar un respaldo para todas las novedades y modificaciones que se van realizando en el área, como también mostrar los indicadores que se evalúan en el área para generar conocimiento e información continua de los niveles de desempeño del área.

7.2.1.3 Poco conocimiento de métricas de desempeño

Tal como se mencionó en el punto anterior, este punto es influenciado por la poca comunicación sobre el desempeño que presentan los operadores año tras año, pero se enfocará este punto en la desinformación de estos indicadores.

En este sentido, este punto no es visto de manera completa en la encuesta de clima laboral, por lo tanto, se ocupó como información una entrevista que se hizo a cada uno de los doce operadores, logrando el siguiente compilado de respuestas:

¿Conoce los indicadores que miden su desempeño?	•Sí (7) •No (1)
¿Conoce como se mide los minutos de detención de faena?	•Sí (0) •No (8)
¿Conoce cuantos son el proyectado de minutos a cumplir?	•Sí (2) •No (6)
¿Sabe cuántos minutos se han consumido de ese rango de cumplimiento?	•Sí (0) •No (8)
¿Sabe si está dentro del rango de minutos proyectado?	•Sí (0) •No (8)
¿Conoce cuál es el porcentaje de cumplimiento según su perfil?	•Sí (3) •No (5)
¿Sabe cuánto es el cumplimiento del plan de mantención de los últimos meses?	•Sí (0) •No (8)
¿Cree que evaluar el cumplimiento de manera grupal realmente servirá para mejorar el desempeño?	•Sí (0) •No (8)

Figura 32: Desarrollo de preguntas sobre conocimiento de métricas (Fuente: Elaboración propia, 2021).

En la *Figura 32* se ven ocho preguntas relacionadas al conocimiento que presentan los operadores respecto a sus indicadores de desempeño, los cuales poseen solo dos posibles respuestas y la cantidad de respuestas se ve en el número que está entre paréntesis.

En ese sentido, solo una de las preguntas posee una aprobación arriba del 45%, lo que genera un sólido problema de información sobre los indicadores, que están directamente relacionados con el proceso de mantención. Por lo cual, resulta primordial desarrollar los conocimientos asociados a cada indicador, en el caso de los minutos de detención debiese ser la definición básica de estos, mientras que para el cumplimiento del plan de mantención son las definiciones básicas, el nivel de desempeño de manera periódica e individualizar el cumplimiento por operador y no visualizarlo de manera grupal como se realiza actualmente.

Ya con las debilidades vistas y definidas, con una acción a realizar para cada uno de los puntos, definiendo cuales son relevantes para la propuesta, es necesario revisar las amenazas definidas:

7.2.1.4 Empresas del mismo rubro ofrecen mejores beneficios

Un problema que puede complejizar aún más las debilidades que posee el área es lo que pueden ofrecer las empresas de la competencia a los operadores, teniendo en cuenta la alta disconformidad, por ejemplo, al desarrollo de carrera. En este sentido, dar beneficios que valoran los operadores es sumamente importante para sus decisiones a futuro, evitando así salidas no planificadas de elementos importantes para el proceso de mantención. Ante esta posibilidad se hace necesario afrontar las debilidades para así erradicar la amenaza, buscando no complejizar el sistema de gestión de mantenimiento. Aunque la solución de las debilidades no es la única forma de afrontar la amenaza, sino que debe generarse una búsqueda constante de posibles debilidades para así contar siempre con las amenazas que pueden surgir a través del tiempo y de esta manera afrontarlas.

Sólo se posee una amenaza que es vital tenerla en cuenta para que el área esté preparada, ya evaluado eso, se deben revisar las fortalezas, que se ven a continuación:

7.2.1.5 Conocimiento de funciones esenciales

En la misma entrevista hecha a cada uno de los operadores, se consultaron sus fortalezas, de los cuales, seis afirmaron conocer todas sus funciones a cabalidad, mientras que los otros dos no conocen todas, pero por el poco tiempo que llevan, van reconociendo rápidamente todas las funciones que deben desarrollar.

Esto es una clara fortaleza del área, en cuanto a su alta participación en el desarrollo de los conocimientos de la operación, provocando que los operadores reconozcan sus funciones dentro de la planta, así integrándose al flujo de trabajo de manera correcta.

El plan de desarrollo no es muy claro, pero es efectivo, entonces debe establecer un plan de recepción de los operadores junto a su respectivo desarrollo, formalizando la etapa inicial de los operadores, mejorando sus conocimientos de la planta y de sus funciones como tal.

7.2.1.6 Respeto a la imagen del supervisor

Entre una de las preguntas realizadas en la entrevista, que buscaba identificar la fortaleza que se aprecia dentro del área, que inclusive fue de respuesta libre, la cual tuvo seis respuestas similares, relacionadas a la imagen del supervisor, donde destaca el conocimiento, la forma

de comunicar las fallas y rápida gestión para problemas que presentan los operadores. Con esas respuestas, se desarrolla la pregunta sobre si considera que el supervisor posee un buen liderazgo, es confiable, etc., tomando de todos, incluido los dos que no habían indicado al supervisor como fortaleza, una respuesta positiva ante la imagen del supervisor como líder dando a entender que es un pilar importante dentro del área.

En este sentido, se hace relevante seguir fortaleciendo la imagen del supervisor dentro del área, a través de cursos, capacitaciones y así seguir empoderándolo dentro del área. Es necesario que la gestión de mantenimiento no solo se desarrolle de buena manera, sino que las personas encargadas de gestionarlo como tal sean totalmente confiables para el sistema, por lo cual, fortalecer a los líderes resulta relevante en la estrategia de mantenimiento.

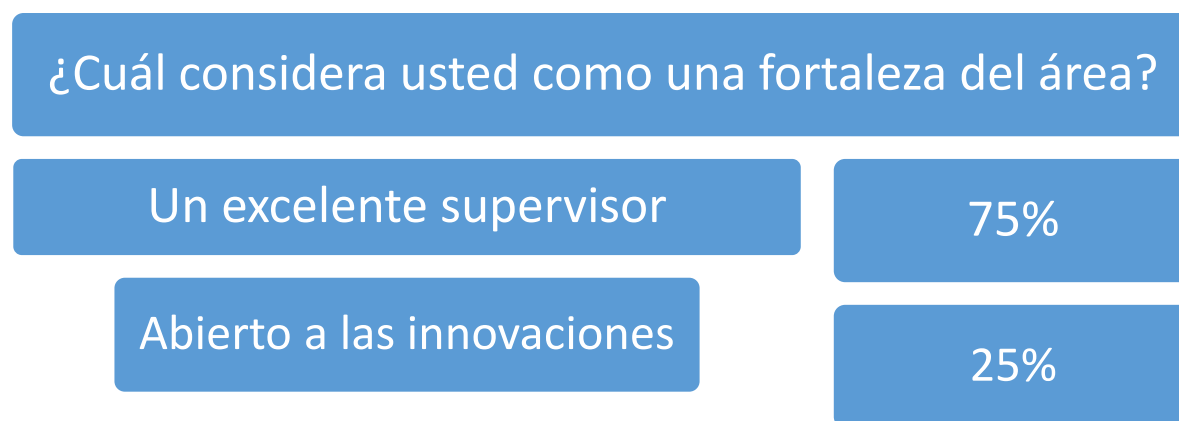


Figura 33: Pregunta sobre fortalezas del área (Respuesta Libre) (Fuente: Elaboración propia, 2021)

Luego de identificar las debilidades, amenazas y fortalezas, es necesario revisar las oportunidades que se presentan para el objetivo de clima laboral, y así abarcar todos los puntos de análisis, que abordan a continuación:

7.2.1.7 Generar instancias de comunicación

Ante la debilidad relacionada a la baja comunicación, que resulta clave en un sistema de gestión, es necesario generar instancias para mejorar este aspecto, y no solo abarcar lo dispuesto en el punto mencionado anteriormente, que serían las novedades o modificaciones en el área y desarrollo de indicadores, sino que también buscar mejoras continuas en el área desde un canal más formal y darle seguimiento, esto por la pérdida de ideas que existen en el

día a día que pueden ser más o menos formalizadas en una instancia fija, además de ir desarrollando herramientas en conjunto a los operadores que se expresan en estas instancias.

Entonces, para seguir con un correcto sistema de gestión, es importante generar instancias de comunicación de manera periódica para cubrir necesidades comunicativas que va presentando el área de manera paulatina, así generando una cultura de comunicación y mejora continua del área.

7.2.1.8 Levantamiento de nuevos indicadores de desempeño para los operadores

En el contexto de la entrevista hecha, al supervisor se levantaron dos puntos importantes a discutir, que resultan ser preocupaciones dentro del área:

- Indicadores para evaluar a los operadores de manera individual
- Como representar la actividad del área hacia el resto de las áreas

El primer punto sugiere buscar nuevos indicadores para gestionar el desarrollo de los operadores, buscando mejorar el desempeño, pero no de manera grupal, como ya se indicaba dentro de las habilidades, sino más bien, de manera individual.

Uno de los indicadores que sería importante desarrollar es la capacidad de ejecución de los operadores, esto en sí mediría de manera constante el desarrollo, conocimiento y experiencia de cada operador que va obteniendo en el área. Además que, al ser un sistema de turnos, es muy variable la rotación de operadores y los problemas o fallas que puedan presentar, por lo cual, se hace necesario que todos los operadores tengan un estándar mínimo eficiente.

En este sentido, la forma de medir este indicador dependerá, en primera instancia, en cómo cada operador maneja cada sistema, los cuales serían los de agua, aire y refrigeración, desde el aspecto técnico hasta el práctico, y así ver si existen conocimientos claros. Posterior a saber el manejo de los sistemas, es necesario reconocer los subsistemas que posee cada sistema definido, y en cada uno de estos es importante que reconozcan el funcionamiento y mantenimiento de cada máquina para así ver el manejo que se tiene por cada uno de los operadores en el área, el cual debe ser distribuido por puntaje de la siguiente manera:

- Conocimiento del sistema
 - 1 punto: No reconoce los elementos esenciales del sistema.

- 2 puntos: Reconoce el sistema y sus elementos esenciales, pero tiene desconocimientos y dudas en aspectos más específicos.
- 4 puntos: Conocimiento total del sistema.
- Conocimiento de los subsistemas
 - 1 punto: No puede diferenciar subsistemas de manera clara.
 - 2 puntos: Reconoce la mayoría de los subsistemas, pero posee dudas en otros.
 - 3 puntos: Reconoce cada subsistema del área.
- Conocimiento operativo de máquinas
 - 0 puntos: No sabe bien el funcionamiento de la máquina.
 - 1 puntos: Reconoce el funcionamiento, pero posee dudas en datos que entrega.
 - 2 puntos: Conocimiento total operativo de la máquina.
- Conocimiento mantención de máquinas
 - 0 puntos: No sabe el proceso de mantención.
 - 1 punto: Posee los conocimientos, pero prefiere no realizar las mantenciones.
 - 2 puntos: No posee conocimientos, pero realiza maniobras para poder realizar la mantención.
 - 3 puntos: Posee conocimientos, pero realiza de manera incorrecta la mantención.
 - 4 puntos: Posee conocimientos y realiza de manera correcta la mantención.

Con esta distribución, se realiza una fórmula para el desempeño, el cual sería de la forma:

$$Desempeño = Cn_{sis} * \left((Cn_{SUB} * Cn_{op}) + Cn_{mant} \right)$$

Ecuación 1: Fórmula de indicador de desempeño (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Donde:

Cn_{sis} = Conocimiento del sistema

Cn_{sub} = Conocimiento de los subsistemas

Cn_{op} = Conocimiento operativo de máquinas

Cn_{mant} = Conocimiento mantención de máquinas

Esta fórmula da como aspecto basal el conocimiento operativo y la noción que se posee de los subsistemas $Cn_{op} * Cn_{sub}$, ya que al ser algo más complejo el último punto, esto generado por el tiempo de aprendizaje requerido, marcará una diferencia inicial en la evaluación de todos los operadores. Además, una correcta operación en conjunto al conocimiento de los subsistemas ayuda de manera relevante al buen manejo termodinámico y mecánico en el área, previniendo minutos de detención en algún equipo por solo conceptos de operación. Es así que ambos se multiplican, por la importancia en el desarrollo operativo.

A ese primer factor se le suma posteriormente el conocimiento en mantención Cn_{mant} , esto porque le otorga al operador no solo la obligación de saber operar, sino que también la responsabilidad y el deber de conocer bien los procesos de mantención para una buena y rápida resolución de problemas.

Finalmente, a todo este factor se le multiplica por el conocimiento de los sistemas Cn_{sis} , ya que conocer los procesos generales y su influencia en los procesos de producción, ayuda a tomar mejores decisiones, además que la operación y la mantención son los factores esenciales de todos los sistemas presentes en planta, dígase, aire, agua y refrigeración.

Todo lo anterior crea un nuevo indicador que le da relevancia a los conocimientos que necesita el operador, en que se multiplican dos factores que van ligados fuertemente en la operación misma, que luego se suma con los conocimientos en mantención para después todo ser aumentado por el nivel de manejo de los sistemas en general que posee cada operador.

Este indicador tendrá una categorización, el cual se visualiza de la siguiente forma:

Tabla 5: Niveles de indicador de desempeño.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4	4	8	16	24	32	40
2	2	4	8	12	16	20
1	1	2	4	6	8	10
	1	2	4	6	8	10

En la *Tabla 5*, se ve como es el nivel de desempeño según los puntos asignados, los cuales se dividen en tres intervalos:

- Buen desempeño (20 – 40 ptos)
- Medio desempeño (8 – 20 ptos)
- Bajo desempeño (0 – 8 ptos)

Con esto el supervisor posee un mayor control respecto al desempeño de los operadores, permitiendo entregar parámetros ideales para el desarrollo de cada uno de ellos, con una medición continua a través del tiempo que significará en decisiones y planes de acción para cada uno de los operadores en específico, ayudando a mejorar la comunicación de desempeño

Otro de los indicadores que se necesitan es individualizar el cumplimiento del mantenimiento para cada uno de los operadores, de los cuales ya se manejan los datos, por lo que solo falta el detalle y comenzar el seguimiento de manera semanal.

Pero además de los indicadores mencionados, otra preocupación que posee el supervisor que se describió anteriormente era sobre cómo visualizar el área hacia afuera, que ya con el desempeño y seguimiento individuales se verá mejor el rendimiento de cada uno de los operadores. Por otro lado, una oportunidad es el diseño con alguno de los clientes interesados del área algún indicador que para ellos resulte relevante, como puede ser el tiempo de respuesta de los operadores ante llamados de fallas en los sistemas de suministros, los cuales resultan ser la mayor queja por parte de las otras áreas que hacen notar al supervisor, lo cual va de manera intrínseca al concepto de mantenimiento correctivo, ya que la mayoría de las

demoras es cuando el operador no entiende o no sabe a qué está asociada la falla. También con respecto a los tiempos que se demora realizando cierta acción, lo cual se puede subdividir de la siguiente manera:

- Leve: Tiempos de respuesta entre 1 a 10 minutos.
- Medio: Tiempos de respuesta entre 10 y 30 minutos, lo cual ya revela una complejidad en la maniobra que puede interferir en el desarrollo de la producción.
- Crítico: Tiempos de respuestas mayores a 30 minutos, en este tiempo interfiere ya en la producción de manera directa y cada minuto más le da aún más criticidad al sistema.

Con estos indicadores definidos y redefinidos, se potencian importantes oportunidades de mejora en el desarrollo y comunicación a los operadores que es lo que más se necesita según las entrevistas realizadas y las encuestas de clima laboral del año 2019, como también mejorar en los procesos de mantención desde la etapa inicial, donde los colaboradores vean reflejadas sus responsabilidades.

7.2.2 Desarrollo Técnico

A continuación, se captan las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades para lo que es el desarrollo técnico, quedando de la siguiente forma:



Figura 34: Análisis FODA de Desarrollo técnico (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Lo primero que se debe analizar son las debilidades que están definidos en la *Figura 34*, los cuales se mencionan a continuación:

7.2.2.1 Pocas capacitaciones

Dentro del levantamiento que se hizo al área, uno de los aspectos que se mencionaban eran la baja cantidad de capacitaciones que se desarrollan dentro del área, inclusive entregando el dato que la última capacitación realizada fue durante mayo del 2019, en la cual no estuvieron la totalidad de los operadores, incluso algunos de los que estuvieron presentes ya no están dentro del equipo de colaboradores.

Ante la falta de capacitaciones, es notoria la necesidad de realizarlas, pero eso también se vuelve relevante cuestionar las necesidades que presenta el área en ciertos temas, por lo cual, se propone realizar una evaluación teórica sobre los aspectos que se ven dentro de sala de

máquinas y así desarrollar un programa de capacitaciones conciso y programado según los resultados que se vayan presentando.

El sistema de evaluación ideal se debe realizar cada mes o dos meses y evaluando contenidos desde los aspectos generales hasta los aspectos más específicos del área, con la siguiente propuesta:

- Detección de equipos esenciales del área de refrigeración
- Definición teórica de refrigeración y asimilación a sala de máquinas
- Descripción de equipos junto a su contraste teórico
- Evaluación en terreno de conceptos técnicos
- Evaluación en terreno de desarrollo de mantenimientos

Estas evaluaciones se deben repetir para todos los sistemas, los cuales llevan un proceso de captación de resultados relativamente extenso, pero que se separarán por etapas, en que las dos primeras evaluaciones darán las primeras matices sobre las capacitaciones a desarrollar.

Este plan no se dará solo por un día, sino que se debe realizar de manera periódica dentro del área para así mejorar y organizar de mejor manera las necesidades que van presentando los operadores a través del tiempo.

7.2.2.2 Bajo conocimiento del alcance operacional

Un punto relevante que se tiene al recibir quejas por parte de las distintas áreas que resultan ser clientes de suministros, es lo lejano que es el área ante problemas que se presentan fuera de sala de máquinas. Esto surge por un mal entendimiento de los operadores, quienes interpretan que su responsabilidad solo recae en sus labores dentro de sala de máquinas, desligándose de cierta forma de todo el sistema de refrigeración, agua y aire que este fuera de dichas dependencias.

El desapropiar parte del sistema que está por fuera de sala de máquinas, provoca un desconocimiento de los operadores con respecto a la criticidad de los procesos, ya que no tienen nociones claras de que máquinas se están abasteciendo por cada línea de suministros, o ante una fuga o filtración que parte de la producción está afectando, provocando demoras o detenciones en la producción.

Ante esto, una de las funciones que debería desarrollar el supervisor, además respaldado por el sistema de evaluaciones, es el capacitar a los operadores con respecto a la producción y el alcance que tiene suministros en este, generando así una conectividad del área al resto, un empoderamiento del área en todo el sistema y en toda la planta. Ayudando de esta forma en el desarrollo de un correcto mantenimiento evaluando la criticidad de los equipos en la producción.

7.2.2.3 Baja confiabilidad en los conocimientos

Un punto levantado por el supervisor es que, al momento de ingresar un operador a su cargo, solo hay una recopilación de sus estudios y documentación personal, no existiendo algún método de evaluación inicial para cuantificar de mejor manera el conocimiento que posee el operador. Ante esto se han provocado situaciones en las cuales ciertos colaboradores realmente no manejan aspectos esenciales del área lo cual, según estudios realizados por la persona, no debiese presentar dichas falencias, generando dudas y baja confiabilidad en dichas personas.

Además de no existir un control al ingreso de los conocimientos que realmente manejan, tampoco hay algún tipo de control a posterior, solo visualizando el desempeño en las rutinas y en las mantenciones. En este sentido, al supervisor le genera incertidumbre sobre sus operadores por los conocimientos que manejan, destinando tiempo a explicar aspectos sencillos o realizar tareas de mantención para poder enseñar de mejor manera los procedimientos, esto tanto para operadores nuevos como antiguos.

En este sentido, nuevamente apoyado por las evaluaciones a desarrollar en el área, es elemental generar un tipo de diagnóstico de las personas que ingresen al área, para así comprender desde un inicio los conocimientos básicos del nuevo colaborador, para así generar un plan de desarrollo acorde a sus necesidades, pero esto no solamente a los operadores nuevos, sino que, los operadores antiguos con sus correspondientes evaluaciones deberán ir cubriendo toda esa incertidumbre que se posee con respecto a su conocimiento, desarrollando además el plan de capacitaciones y desarrollo del sistema de suministros.

7.2.2.4 Poca experiencia ideal en el cargo

Otro aspecto que va muy ligado al punto anterior es la experiencia que poseen los colaboradores con el sistema, en cierto punto todos tienen poca experiencia en el control de aguas y aire, ya que, por lo solicitado por perfil de cargo, se solicitan técnicos en refrigeración, porque la sala de máquinas consta de la mayoría de equipos relacionados a este sistema, pero dentro de la misma materia, sobre refrigeración, de los ocho operadores solo tres han cumplido la experiencia ideal de ingreso, la cual corresponde a la operación y mantención con amoníaco, el refrigerante más crítico del área, debido a lo importante que es en el proceso de producción, como en lo peligroso que puede resultar para los operadores siendo aún más importante dicha experiencia.

Este problema en parte escapa de alguna acción real que pueda cubrir este trabajo de memoria, ya que, ante la falta de operadores en el mercado de refrigeración, hace necesario buscar personal sin experiencia, por lo cual, el plan de desarrollo con el sistema de evaluaciones toma un cuadro protagónico para lidiar de buena manera con la falta de experiencia del personal.

Con las debilidades que presenta el área en cuanto al desarrollo técnico, se procede a comentar las amenazas que surgen de manera externa que pueden causar más de algún problema en el desarrollo técnico de los operadores, que se menciona a continuación:

7.2.2.5 Capacitaciones con certificación a alto coste

En la última debilidad, relacionada a la falta de experiencia, se mencionó que esta falta de experiencia más que ligada al aspecto de refrigeración en general, es asociada al uso, operación y manejo de amoníaco. Al ser un conocimiento más específico, conlleva a tener un programa de desarrollo enfocado a eso, por lo cual, además de todo lo que se puede desarrollar de manera interna se hace importante el realizar capacitaciones con entidades externas con prestigio en el rubro.

Al necesitar de capacitaciones externas, se hace importante el que dichas capacitaciones cuenten con su correspondiente certificación para así ante entidades reguladoras que auditan el área queden conformes con el plan de desarrollo que a los operadores se les realiza. Estas capacitaciones que se piden con certificación pasan a ser limitadas y exclusivas, ya que

dependen de la disponibilidad de los oradores y de programación, además del factor precio, que al ser una materia puntual toma un valor mayor, lo cual incide con uno de los objetivos, el cual es reducir los costos de mantenimiento.

Por esto, es que se hace importante generar un plan de desarrollo consistente y constante, entendiendo que el gasto en ciertas capacitaciones implicaría beneficios en la reducción de trabajos externos ocupando más mano de obra interna, y así generar un ahorro y desarrollo paulatino en el sistema de mantención del área de suministros.

Vista la única amenaza que presenta dicho objetivo, la cual debe enfrentarse, se pasa a ver las fortalezas que presenta el área, como se mencionan a continuación:

7.2.2.6 Operadores con alta experiencia

En el *punto 7.2.2.4* se indicaba la poca experiencia de la mayoría del personal, resultando una debilidad importante dentro del área. Pero de igual manera se mencionó que tres operadores contaban con una experiencia ideal al cargo, refiriéndose a más de diez años de experiencia trabajando en refrigeración con amoníaco, lo cual indica un importante desarrollo de estos operadores de manera interna como externa en el rubro.

El punto por el cual esta alta experiencia se ve como una fortaleza es porque en el plan de desarrollo, los operadores que ingresan al área deben tener un tiempo de adaptación, el cual consiste tres meses en un turno fijo, para aprender y conocer el sistema operativo de sala de máquinas, pero un punto que podría comenzar a desarrollarse es la concepción de “operadores-tutores”, que en este caso, serían los tres operadores con mayor experiencia en el sistema de refrigeración con amoníaco, fijándolos a los operadores nuevos en cada uno de estos turnos, para así asegurar un correcto desarrollo en los trabajos de operación como de mantención siendo tres meses una cantidad de tiempo altamente recomendable. Este sistema debe quedar a evaluación si se logra desarrollar, ya que, también se debe ir evaluando la forma en que dichos operadores-tutores transmiten y desarrollan a los operadores nuevos, además de como asuman esta nueva responsabilidad, entendiendo que es un plus para el desarrollo de carrera que ellos desean.

7.2.2.7 Operadores con manejo alto de los conceptos técnicos de planta

Este punto, en parte va asociado a la fortaleza anterior, pero difiere en que no solo se asocia a la refrigeración con amoníaco, sino que pasa a ser de todos los sistemas que comprometen a sala de máquinas. En este caso, pasa de tener los tres operadores anteriores a cinco, ya que independiente que esos dos que se suman al registro no tengan una alta experiencia con amoníaco si conoce los aspectos esenciales de dicho sistema, siendo así potenciales colaboradores con alta experiencia, pero, además manejan los restos de refrigerantes que se ocupan dentro del área, así como también los procesos de agua y aire, siendo importantes en el desarrollo de mantenimientos complejos en el área.

El hecho de contar con más de cinco operadores con un buen conocimiento basado en sus experiencias, resulta ser un beneficio enorme para el desarrollo del plan de mantenimiento en el área, siendo positivo en los cumplimientos de indicadores definidos de manera inicial.

Además, para potenciar a todos ellos, el plan de desarrollo a idear no debe descartarlos, sino que debe trabajar en sus debilidades vistas en evaluaciones y en el día a día para así seguir desarrollando un estándar alto para los operadores y así ir mejorando de manera personal y técnica el desempeño del área en su totalidad.

Finalmente, ya vista todas las debilidades, amenazas y fortalezas, es necesario comentar las oportunidades que se presentan para el área que deberían desarrollarse, tal como:

7.2.2.8 Alta oferta de capacitaciones

La amenaza presentada, relacionado a las capacitaciones con un coste alto relacionado a su certificación no quita que la oferta de capacitaciones relacionadas al rubro de la refrigeración con amoníaco sea alta, eso sí, carentes de alguna certificación, siendo así no tan apetecidas para la formalidad de los planes de desarrollo.

Aun así, los proveedores estratégicos del área presentan constantemente cursos de diversos productos asociado a alguna característica técnica asociada al tratamiento de aguas, tratamiento de aire o al sistema de refrigeración, lo cual siempre suma al tener en cuenta los nuevos conceptos que pueden ir desarrollando los operadores y supervisor al tomar dichos cursos.

Aprovechando estas oportunidades, se toman estos cursos para ir complementando el plan de desarrollo de los operadores, para así ir mejorando aspectos técnicos que los ayude tanto en las actividades de operación como de mantención, dando así más herramientas y buscando siempre el desarrollo constante de los operadores dentro del área.

7.2.3 Eficiencia de procesos de mantenimiento

A continuación, se muestra el análisis FODA de la eficiencia en los procesos de mantenimiento con sus debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades quedando de la siguiente forma:

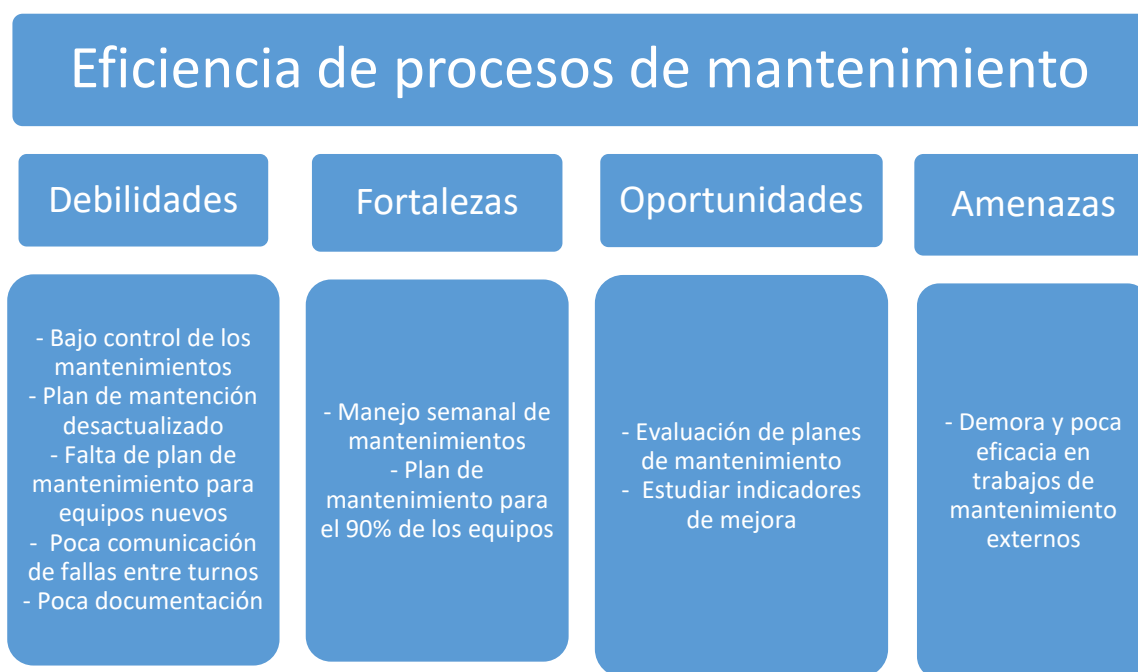


Figura 35: Análisis FODA de Eficiencia de procesos de mantenimiento (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Lo primero a evaluar serán las debilidades presentadas en la *Figura 35*, que se definen a continuación:

7.2.3.1 Bajo control de los mantenimientos

Uno de los aspectos que se visualizó en el levantamiento era el poco control en los mantenimientos hechos por los operadores, ya que independiente del conocimiento que tuviese cada uno de estos, muchos de los mantenimientos correctivos o fallas que surgían en el día a día deberían ser vistos en las acciones de mantenimiento previas, e inclusive, para hacer dicho análisis se hizo un levantamiento de las últimas veinte novedades surgidas en las últimas semanas de marzo 2020, dando los siguientes datos:

Tabla 6: Novedades evaluadas según su última mantención marzo 2020.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Cantidad de novedades evaluadas	20
Novedades con una distancia mayor a 5 meses desde su última mantención, evaluación o inspección	4
Novedades con una distancia menor a 2 meses desde su última mantención, evaluación o inspección	12
Novedades que deberían haberse presenciado en su última mantención, evaluación o inspección según el tiempo	14

Antes de continuar, es necesario indicar la definición de novedad para el área en particular, la cual lo asocia a una irregularidad o rango fuera de lo normal vista en la operación, que indica una acción de revisión y aviso al supervisor en el correspondiente cambio de turno si esta no es de gravedad, o de manera inmediata cuando es grave, dígame así para cuando la faena está en peligro de detención.

Prosiguiendo, según la *Tabla 6*, se ve un aspecto relevante, muchas de las novedades que se veían en el área deberían haber sido vistas en la última inspección, revisión o mantención al equipo o sistema asociado, lo cual conlleva a un bajo control de cómo se desarrollan las tareas de los operadores.

Para este punto es recomendable realizar auditorías al azar por parte del supervisor de manera constante y de esta manera prever que las actividades se vayan cumpliendo a cabalidad y así reducir las novedades que debiesen ser levantadas al momento de realizar una actividad preventiva que al momento de presentar una falla correctiva.

Además de reducir la cantidad de novedades levantadas y generar mayor compromiso en el trabajo por parte de los operadores, se genera una seguridad del trabajo hecho, se corrobora el conocimiento y cuando un trabajo no cumple con lo esperado, el supervisor tiene el deber de enseñar y fortalecer todo lo asociado a este, así generando una cultura de aprendizaje y desarrollo en las actividades de mantención que presenta el área.

7.2.3.2 Plan de mantención desactualizado

Al momento de iniciar el levantamiento del plan de mantenimiento que se desarrollaba en el área, una de las quejas específicas que presentaban los operadores era de existencia de tareas a máquinas que ya no existían o de tareas incongruentes al equipo, como ejemplo, revisión de flotadores para control de nivel de condensador número 1, siendo que este no cuenta con flotadores sino más bien con un sistema de rebalse que a través de sensores de ultrasonido hacen el control de nivel, entre otros.

En ese momento, un operador asumía el rol de planificador del área para mejorar los procesos de mantenimiento dentro de sala de máquinas, al cual ya habían levantado estos problemas, pero ante la falta de experiencia con el manejo con el software de mantención y con la composición de cada uno de los equipos no había hecho de momento una revisión general al plan de mantenimiento del área.

Ante esto, es importante como punto inicial evaluar por completo el plan de mantenimiento del área, el cual se podría sectorizar para realizar una revisión mucho más acabada al respecto, como, por ejemplo:

EQUIPOS	S1	S2	S3	S4
MÁQ. HIELO				
CONDENSADORES				
COMPRESORES				

Figura 36: Ejemplo de Carta Gantt Levantamiento Plan de Mantención (Fuente: Elaboración propia, 2021).

El beneficio que genera la revisión y actualización del plan de mantenimiento, es mucho más allá de un simple arreglo o eliminar ciertas tareas fuera de lugar, esto genera un plan de mantenimiento mucho más completo, con una asignación de hora hombres ideal y con un claro panorama de todas las actividades de control que deben existir en dicho plan de mantenimiento, e inclusive, lleva a cuestionar y reevaluar las tareas existentes como también proponer nuevas tareas si esta actualización se va llevando de manera periódica.

7.2.3.3 Falta de plan de mantenimiento para equipos nuevos

Esta debilidad va fuertemente asociada a la debilidad anterior, pero con una diferencia importante, ya que todo sistema nuevo agregado a la operatividad de sala de máquinas posterior al 2017 no ha sido creado con todas sus componentes, sino más bien, es creado como un sistema o subsistema obviando todos los equipos que pueden estar presentes en el mismo.

Un claro ejemplo de esto en el plan de mantenimiento son los sistemas de sanitización de aguas existente en la planta, es decir, todo el sistema asociado a ácido peracético y cloración se ve como un todo y no revisa equipos por separado, mientras que el sistema de ablandamiento es mucho más antiguo y posee un desglose importante de sus componentes para su revisión. Para el caso del ácido peracético y el cloro, solo se mencionan inspecciones generales, no apuntando a ningún tipo de componente en específico, que al fin y al cabo apunta a la experiencia de los operadores para realizar una revisión más relevante.

En ese sentido, el hacer un plan de mantenimiento para todo equipo del sistema, apuntará a una revisión mejor y una detección más pronta conociendo las acciones relevantes a revisar en el sistema. Pero aparte de los sistemas más nuevos, las máquinas nuevas que llegan a sala de máquinas no suelen tener un plan de mantenimiento inmediato, sino más bien, suelen considerarse el plan de equipos similares, por lo cual, en estos casos puntuales es importante generar contacto con los proveedores de los equipos para así poder generar el plan adecuado a cada uno de estos y tener claro las componentes o rangos críticos de la máquina.

7.2.3.4 Poca comunicación de fallas entre turnos

Uno de los inconvenientes del desarrollo de novedades, que fueron anteriormente mencionadas, es la constante rotación de turnos que se posee en la estructura de trabajo, esto porque el sistema de turnos consiste en 3x1, donde los operadores trabajan tres días y posteriormente viene un día de descanso. Además de esa rotación, se cuenta con tres turnos en el día, los cuales consisten en turno día, tarde y noche donde existen dos horas de traslape en que los turnos pueden trabajar en conjunto.

En dicho período debiese existir un informe por parte del turno saliente hacia el turno entrante de todas las observaciones vistas en el sistema, el cual, al momento de hacer el levantamiento,

existía un procedimiento de cambio de turno que en dicho momento no se estaba cumpliendo. También el supervisor muchas veces sobrecargado por las tareas pendientes en el área obviaba el cumplimiento de este.

El hecho de no hacer un correcto cambio de turno provoca que muchas veces no se comunique de manera clara las fallas, anormalidades o novedades que se han presentado en turnos anteriores, así genera que la novedad no tenga un correcto seguimiento con el riesgo de que se agrave provocando problemas mayores para alguno de los sistemas presentes en sala de máquinas.

La forma de solucionarlo es la más clara de todas las dichas anteriormente, la cual es renovar y aplicar el procedimiento para los cambios de turno muy enfocado en el desarrollo de novedades tanto del supervisor como los operadores presentes, cambiando así una cultura despreocupada en la comunicación interna, a una altamente preocupada, buscando la resolución rápida y eficiente de las novedades, fallas o irregularidades en el área.

7.2.3.5 Poca documentación

Este punto, que está muy ligado a los puntos anteriores viene a reforzar un problema enorme en el área, el cual es la falta de documentación, pero la documentación a la cual se refiere es asociada no a los manuales de las máquinas o información de estos, sino más bien, corresponde a la documentación a los procesos de mantenimiento o desarrollo de fallas.

En este sentido, la falta de documentación es un problema basal dentro de sala de máquinas, esto porque existen muchas actividades de mantenimiento que si se discute, cada uno de los operadores posee una forma distinta de hacerlo, inclusive esta diferencia puede llevar a que un trabajo sea hecho de manera correcta, que no cumpla lo solicitado o incluso es visto como un sobredimensionamiento de lo que fue realmente solicitado, por lo cual, urge de cierta manera la estandarización de los procesos de mantenimiento que ejecutan los operadores, ya que así habrá una mayor tranquilidad y control de lo que realmente desarrollan, y además se genera una mejora en los tiempos de ejecución de los trabajos, ayudando así también a la planificación de estos.

Ante esto, se debe generar un plan de desarrollo en colaboración directa de los operadores de ir desarrollando y creando procedimientos elementales para el área. Esto debe ser planteado

entre sus objetivos de desarrollo, que, en conjunto al supervisor, deberán ir buscando mejoras continuas en el sistema partiendo ya con la asignación de un estándar ideal a cada uno de estos trabajos.

Con todas las debilidades expuestas anteriormente, es necesario evaluar las amenazas presentes, la cual solo se ve una, que corresponde a:

7.2.3.6 Demora y poca eficacia de trabajos externos

Esta amenaza va reflejada en el nivel de trabajo de los contratistas, ya que se entiende que una gran gama de actividades la cubren los operadores, una cantidad no menor depende de gente externa al área. Por lo mismo, la gran mayoría de los trabajos hechos por contratistas resultan ser trabajos críticos para la producción.

En ese sentido, los factores que son elementales tener en cuenta es cuando los contratistas son demorosos, ya que ciertas veces el arreglo debe ser inmediato y el contratista o mano de obra externa no posee disponibilidad inmediata, conllevando a una administración de problemas o novedades que puede resultar grave.

Dicho lo anterior, otro aspecto que se debe abordar es la eficacia con que se hace el trabajo, entendiendo que esta es la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera (RAE, Real Academia Española, 2021), que en este sentido se evalúa como fue el trabajo hecho por el contratista, el cual, independiente de una buena planificación, asegurar los repuestos para la actividad acordada o la disponibilidad de este, el hecho de que ejecute mal el trabajo o quede de manera irregular, provoca problemas en el área y en la producción.

Con lo expuesto, resulta importante el ir apropiando los trabajos externos, que ciertamente implica en un mayor desarrollo en el área sobre los trabajos de mantenimiento, mejorando así la calidad, el conocimiento y desarrollo de los trabajos de los operadores.

Vista la amenaza, se pasa a ver las fortalezas del área, que se repasan a continuación:

7.2.3.7 Manejo semanal de mantenimientos

El único control presente en el desarrollo del mantenimiento es el cumplimiento semanal del plan de mantenimiento, el cual va revelando una cuantificación del desempeño de los operadores correspondiente a como se ejecutan los trabajos de manera semanal.

Eso sí el cumplimiento semanal se comenzó a revisar de dicha manera desde la semana 6 ya que el supervisor lo solicito al programador ante la necesidad de ver ese rendimiento en el área. Eso sí, ese rendimiento siempre se había calculado para la evaluación de una bonificación puntual que dependía de dicho indicador pero que no se comunicaba directamente al supervisor para evaluar junto a su equipo de trabajo, sino más bien se veía sólo por lo económico.

A continuación, se representa el nivel de cumplimiento del área:

Tabla 7: Tasa de cumplimiento periódica.
Fuente: Elaboración propia, 2021

Período	2015	2016	2017	2018	2019	ENERO	FEBRERO
Tasa	32%	46%	58%	63%	68%	70%	70%

Desde que se iniciaron las labores de mantenimiento por parte de los operadores el 2015, el porcentaje ha ido aumentando progresivamente a través del tiempo, pero aún lejos de las expectativas definidas (80% de cumplimiento). Pero para el área dicho indicador es relevante tenerlo, para así ir mejorando y hacer un seguimiento real del desempeño de los operadores.

7.2.3.8 Alta cobertura del plan de mantenimiento

Una fortaleza importante en el área es el nutrido plan de mantenimiento que tiene, cabe destacar que anteriormente se expuso para los sistemas y equipos nuevos carecían de actualización y normalización, pero eso no quita que el plan que se desarrolla en el área sea bastante completo entendiendo que cubre a casi el 90% de los equipos presentes en sala de máquinas, como también el hecho de que nacen desde el plan de mantenimiento propuesto por los proveedores, pero según la experiencia que se va tomando con respecto a cada uno

de los equipos se ingresan tareas que vayan satisfaciendo las necesidades de mantención de estos, lo que nutre de manera positiva el plan de mantenimiento del área.

El hecho de que el plan de mantención se haya ido mejorando se ve reflejado en el indicador de minutos de detención del área, no presentando altos índices en los últimos años, lo cual revela que el manejo del plan y sus actividades es bastante completo para las necesidades reales que tiene sala de máquinas.

Con las debilidades, amenazas y fortalezas vistas, emergen las oportunidades que se toma como área, que se revelan a continuación:

7.2.3.9 Evaluación de plan de mantenimiento

En las debilidades y fortalezas se comentó sobre la evaluación del plan de mantenimiento, enfocando en la actualización como aspecto a mejorar y como fortaleza el tener un plan nutrido. Pero la oportunidad, además de lo dicho anteriormente, es ir buscando de manera constante el mejoramiento del plan, el hecho de que una máquina lleve bastante tiempo en el área, no quita que los proveedores o la industria en general vaya incluyendo actividades y mejoras a este con el fin de hacer una mantención mucho más completa, o que ciertas empresas relacionadas al rubro ofrezcan servicios de mantención mucho más concisos.

Todo lo dicho anteriormente es una oportunidad de desarrollo continuo, no quedarse en la estabilidad de lo que ya existe, sino que cuestionar y avanzar, alcanzar mejores estándares de mantención, que si se realizan de manera correcta ayudarán a que el cumplimiento, los minutos de detención y el desarrollo de los operadores vayan en crecimiento buscando satisfacer los dos indicadores presentes en el área siempre enfocado hacia la excelencia del área.

7.2.3.10 Estudiar indicadores de mejora

Una oportunidad clara en el área es la falta de indicadores que ayuden a la evaluación del área, como también en este caso, sería encontrar indicadores de mejora para así gestionar y trabajar en ese sentido. En este caso, existen dos indicadores interesantes a evaluar, tales como:

- **Minutos de detención efectivos de la máquina:** Al momento de realizar el estudio no existe un control o un registro de los minutos de detención efectivo de la máquina, lo cual en teoría podría ayudar para obtener dos indicadores importantes del mantenimiento, como lo son el MTTR o el MTBF, por lo cual se hace relevante considerar esta métrica para cuantificar de manera independiente los equipos sin necesidad de parar la producción.
- **Cumplimiento de plan correctivo:** Un aspecto que no se toma en cuenta, es cuantas tareas correctivas se hacen a la semana, no existe un registro, con el cual se puede hacer un análisis de la máquina asociada, que de igual manera con los tiempos de detención se podrían ver consolidados, pero es relevante entender que pueden existir condiciones de operación de la planta que puede generar más acciones correctivas, o que muchas fallas sean dependientes de una temporada del año, como también el ir viendo el conocimiento de los operadores ante estas situaciones, que resultan relevantes en todo momento.

Con los indicadores mencionados anteriormente, se puede iniciar un plan de mejora y desarrollo dentro de sala de máquinas, buscando siempre que los operadores, los equipos y los sistemas estén dentro de los estándares ideales impactando así en el nivel de mantenimiento que se lleva en el área.

7.2.4 Aumento de disponibilidad de equipos

El siguiente objetivo, que es el aumento de la disponibilidad de los equipos se muestra junto a su análisis FODA presentando sus debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades propuestos en la siguiente figura:



Figura 37: Análisis FODA de Aumento de disponibilidad de equipos (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Entonces, comprendiendo la figura anterior, se presentarán en primera instancia las debilidades del objetivo, tal como:

7.2.4.1 No hay medición de disponibilidad

En esta debilidad, es necesario definir el concepto de disponibilidad, el cual según el estándar ISO/DIS 14224 – 2004 lo define como la capacidad de un activo o componente para estar en un estado en que pueda realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

Con lo indicado anteriormente, se hizo un seguimiento en el área de los registros, novedades y otros, en los cuales no existía una claridad de dicho indicador, o sea, no hay un manejo claro de las máquinas que no han podido cumplir con sus funciones determinadas en un rango de tiempo cualquiera, y tampoco registros de cuánto tiempo llevan en una condición de no cumplimiento.

Todo lo que se menciona anteriormente es atribuido a la cultura del indicador por el cual se mide el área, que es asociado a los minutos de detención de faena por un factor asociado a suministros, el cual, si una detención no genera problemas para la faena, se soluciona y no se hace un seguimiento, se basa solo en la memoria del supervisor, lo cual no es un dato concreto y confiable.

Por lo cual, se hace relevante generar un registro y el desarrollo del indicador dentro del área, para no solo garantizar que no se provoquen minutos de detención de faena, sino disponer de una sala de máquinas con un desarrollo del mantenimiento enfocado a la alta disponibilidad.

La idea es que dicho indicador, enfoque otro ritmo y otra forma de trabajo en sala de máquinas, buscando un desarrollo relevante en el área no sólo como su rol de proveedor de suministros, sino más bien, de manera interna pensando en cómo ser un proveedor de excelencia trabajando por un servicio que tenga un margen de error muy bajo.

7.2.4.2 Equipos muy antiguos

Uno de los aspectos más importantes a destacar, pero de manera negativa, es la antigüedad que presentan las máquinas dentro del área, sobre todo las máquinas más relevantes asociadas al sistema de refrigeración, las cuales un 70% alcanzan una periodicidad de 15 años y de ese 70%, al menos un 40% está sobre los 20 años, lo cual es sumamente crítico, ya que lo recomendable es ir cambiando los equipos cada cierto intervalo de tiempo por sugerencia de los proveedores.

Pero el hecho de contar con equipos viejos, no es un ahorro como se puede pensar, sino más bien es una doble complejidad que se va asumiendo ya que, se arriesga que el equipo esté en un estado tal de deterioro que se hace necesario su cambio, lo cual requiere de una inversión no menor, y todo depende del flujo de caja que posea la empresa en dicho momento, lo que puede llevar a un problema grave para el área o la planta según sea la rapidez del cambio del

equipo, asumiendo el tiempo de estudio, cotización, proceso de compra y llegada de este que puede afectar de manera directa a la productividad de la planta.

El otro punto a considerar es el hecho del aumento progresivo de los costos de mantenimiento que van teniendo los equipos, ya que, tal como se comentaba antes, el desgaste es mucho más crítico a medida que pasa el tiempo, lo que resulta importante para los levantamientos de reparación de dichos equipos ya que alberga un mayor concepto de costos, como también una mayor complejidad en la búsqueda de repuestos o trabajos que demanden una cantidad de tiempo mayor a lo que se presupuestaba. Todo esto siempre en desmedro de la planificación que se posee con respecto a la máquina, ya que independiente del plan de mantenimiento que puede cumplir con una cobertura bastante importante de todos los componentes del equipo, ello no evita que existan fallas inesperadas importantes en el equipo por el peso que provoca su desgaste.

En este sentido, con todo lo levantado, es relevante hacer una planificación sobre el cambio progresivo de los equipos según los desgastes asociados e ir generando una cultura de inversiones dentro del área buscando la eficiencia continua de todos los equipos de suministros en la planta y no apelar a la falla catastrófica de estos como tal.

7.2.4.3 No existen procesos de análisis de falla

Tal como en un punto anterior, es necesario definir a que corresponde un análisis de falla antes de continuar con el análisis dispuesto. Según Bernoconi, el análisis de falla es una actividad destinada a descubrir y eliminar la causa raíz de esta y se destaca que es una tarea compleja que requiere de muchas etapas, agentes y metodologías (Bernoconi, 2012). Entendiendo que falla, la cual según la norma COVENIN 3049 (1993:4) se define como un evento no previsible, inherente a los sistemas productivos que impide que estos cumplan función bajo condiciones establecidas o que no la cumplan (COVENIN 3049, 1993).

Con lo dicho anteriormente, se debe insistir en la falta de este proceso de análisis de falla, entendiendo que la mayoría de los problemas que surgen en las máquinas durante el día a día son soluciones al paso, sin ningún tipo de análisis de por medio mayor que la toma apresurada de decisiones para poder lidiar con el problema.

Es por esto, que para todo tipo de falla o novedad en alguna máquina, dispositivo o condición del sistema general se hace relevante ocupar herramientas ligadas al análisis de falla, tales como diagrama causa-efecto o Ishikawa, la técnica de los 5 por qué, entre otros. Con ese desarrollo habrá un mayor análisis al momento de gestionar las novedades, generando mayor conocimiento y destreza en los operadores al momento de presentar fallas el sistema y así trabajar de una manera mucho más eficiente para una sala de máquinas con una alta disponibilidad en sus equipos.

Dentro de los factores externos, que resultan ser amenazas, se ve el siguiente punto:

7.2.4.4 Alta dependencia de mano de obra externa

Tal como se menciona, una amenaza relevante para el concepto de disponibilidad de equipos es que todos los que son de mayor complejidad dependen de una empresa externa más que la mano de obra interna, lo cual provoca que, independiente de la calidad de falla que se presente, dependen si o si de mano de obra externa, además depende del tipo de trato que se posee con la empresa externa, ya que algunos tratan de un trato rápido y otros más lento, generando consecuencias directas a la disponibilidad de los equipos.

En cuanto a esto, existen dos formas de lidiar de buena manera esta amenaza, una es generando una red de proveedores y mano de obra confiable y rápida a través de convenios y contratos, con tal de tener respuestas eficientes y rápidas a cualquier problema que surgiese dentro de sala de máquinas. La otra alternativa es generar cursos, capacitaciones y derivados al personal de sala de máquinas con respecto a las labores de mantención o desarrollo de fallas que lleva la empresa externa, en este sentido se entiende que el personal esté muy lejano al desarrollo del mantenimiento como tal, pero si pudiera generar nociones importantes del problema que podría estar ocurriendo, provocando así una reacción más rápida que partir de foja cero con el desarrollo del problema.

En ambos recursos se ven tópicos muy distintos, uno es completamente de gestión, asociado a la comunicación y respuesta de la mano de obra externa, mientras que el otro es meramente operacional, es gestionar oportunidades de desarrollo y crecimiento de los operadores del área, pero ambos con el mismo fin, que es no ser víctimas de la alta dependencia de la mano de obra externa sobre todo para equipos de mayor complejidad, además de los beneficios que

contraería el desarrollo de personal económicamente por la reducción en solicitudes de trabajos que puede ir desarrollando de manera progresiva el área en sí.

Ya con las debilidades y amenazas asociadas, se definirán las fortalezas con respecto al aumento de la disponibilidad de los equipos:

7.2.4.5 Alto conocimiento operacional

Según puntos abordados anteriormente, es de saber que no todos los operadores manejan un total conocimiento del área, pero lo que si cabe destacar es la alta preparación con las acciones normales de operación. En este sentido, conocen todas las regulaciones, condiciones y ejecuciones que presenta el sistema, es decir, en condiciones normales de trabajo, poseen una estructura operativa y de trabajo totalmente efectiva.

Esto se refiere al inicio correcto de faena, control de parámetros, apagado de máquinas y otros, lo cual, como fortaleza se ve en que mientras se va desarrollando la operación diaria se comunica de manera rápida las novedades o incidencias que presenta el sistema, que en sí a veces carece de un análisis profundo por parte de los operadores, pero si es comunicado de manera rápida al supervisor para manejar su desarrollo.

El promedio de novedades que deben ser evaluadas por el supervisor es de 0,8 diaria, es decir que cada diez días se presentan ocho novedades en sala de máquinas, lo cual, es un promedio alto de novedades desarrolladas e informadas por los operadores revelando su alto conocimiento en la regularidad del sistema, y así afectando de manera positiva la disponibilidad de los equipos ya que al tener un alto retorno de novedades hace posible evitar en algunos casos la detención del equipo.

7.2.4.6 Comunicación rápida y directa con proveedores

Un aspecto importante que presenta el supervisor es la buena gestión ante repuestos críticos del área, específicamente, todo lo relacionado a generación de agua (bombas de pozo y bombas de distribución) como todo lo que afecta al sistema de refrigeración. Esta buena gestión de repuestos se refiere al tiempo de disposición de repuestos en planta, ya que en promedio para los equipos de frío se demoran en 2,4 días, mientras que todo lo relacionado a generación y distribución de agua es en promedio de 4,2 días. Esto se genera por la alta

confianza ante la agilidad de los procesos que realiza el supervisor, además de coordinar vínculos de garantía y ejecución de contratos con distintas empresas relacionadas al rubro. Esto influye potencialmente en la disponibilidad de los equipos en planta, ya que reduce los procesos de cambio de repuestos. Mientras que, en el concepto de servicios, es decir, cuando el equipo requiere de mano de obra externa, la rapidez de gestión con terceros también es alta, pero al ser dependiente de la planificación y mano de obra disponible por parte de las empresas que prestan dichos servicios, lo cual conduce a una mayor variabilidad en la disponibilidad de todos los equipos que necesiten ser reparados por mano de obra externa.

Vistas las fortalezas, se termina viendo la oportunidad que presenta este punto, el cual sería:

7.2.4.7 Aplicar planes de mejora y renovación de equipos

Con respecto a la disponibilidad, una oportunidad asociada a este es desarrollar mejoras en los sistemas que posee sala de máquinas, sobre todo entendiendo que, si la mejora extiende períodos de mantención, determina cambios rápidos de piezas o elementos, o el simple hecho de mejorar el rendimiento de las máquinas hace un efecto potencial a la disponibilidad del equipo.

Hay aspectos que se han ido avanzando a través de los años, tales como los sistemas stand-by, sistemas de recuperación de refrigerante, sistemas de control, entre otros, pero aun así la planta por su antigüedad representa un campo importante para el desarrollo de mejoras sistemáticas.

Es así como toda mejora, aunque ínfima que sea, hace posible mejorar la disponibilidad de los equipos a través del tiempo, por ese mismo rumbo está el concepto de la renovación de los equipos, sobre todo entendiendo que los equipos nuevos poseen un proceso de mantención mucho más planificado y controlado que los equipos viejos, en donde existe una administración de fallas importante a través del tiempo generando incertidumbre en cuanto a su proceso de mantención, llegando a tener procesos muy cortos, no planificados, afectando de la disponibilidad y de cierta manera la gestión de recursos dentro de la misma área.

7.2.5 Disminuir costos de mantenimiento

El último objetivo estratégico para tratar es la disminución de los costos de mantenimiento dentro del área, objetivo elemental para cumplir con las expectativas que posee el departamento sobre el área en particular, y del cual se hace el siguiente análisis FODA:



Figura 38: Análisis FODA de Disminuir costos de mantenimiento (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Tal como en los objetivos anteriores, se analizarán en primera instancia las debilidades, tales como:

7.2.5.1 Presupuesto bajo del área

Tal como se mencionó en la situación de sala de máquinas, el cumplimiento del presupuesto comenzaba de manera negativa, con un gasto cercano al 108% de lo presupuestado hasta marzo del 2020. En este sentido, el presupuesto se maneja según proyecciones del mantenimiento preventivo y programado que maneja el área, lo cual sería lo ideal para evaluar cualquier tipo de presupuesto, pero haciendo una revisión del flujo de gastos del 2019 uno observa que la mayoría del tiempo el cumplimiento se va desarrollando de manera correcta, pero se desordena al momento de tener gastos correctivos importantes. Esto se puede ver reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 8: Cumplimiento de presupuesto 2019.**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

MES	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIÓN
ENERO	94%	Cumplimiento OK
FEBRERO	102%	Se adelantan tareas de abril por fallas en equipos de agua
MARZO	88%	Cumplimiento OK
ABRIL	87%	Cumplimiento OK
MAYO	114%	Alta contaminación de aceite en compresores, se cambia aceite y filtros (tarea proyectada para 2020)
JUNIO	123%	Falla en bomba de pozo, se realiza modificaciones (tarea proyectada para octubre)
JULIO	89%	Cumplimiento OK
AGOSTO	92%	Cumplimiento OK
SEPTIEMBRE	117%	Falla en purgador de gases del sistema de amoníaco, se hace cambio de equipo (No estaba presupuestado su cambio)
OCTUBRE	91%	Cumplimiento OK
NOVIEMBRE	105%	Se hacen cambios de cañerías en sistema de amoníaco (Análisis de espesores con un alto riesgo, no estaba presupuestado)
DICIEMBRE	113%	Se hace reparaciones en condensador por fuga prominente y pérdida de rendimiento (No estaba presupuestado)

Por lo que se puede observar en la *Tabla 8* se observa que hubo seis meses que estuvieron dentro de la meta proyectada y otros seis meses fuera de dicha meta. En ese sentido, al momento de confeccionar el presupuesto, los meses en los cuales se cumplieron se toma como base y se reduce una parte para el siguiente año, mientras que para los meses que no cumplen se toma la meta asignada y no el gasto real. Dicho esto, independiente del gasto

hecho, se toma como base presupuestaria el presupuesto del año antecesor, lo que ya se hace una cifra ajustada para todo tipo de mantención no programada. Es ahí que donde surge la necesidad de realizar un presupuesto mucho más cercano a la realidad, no en el sentido de inflar el mantenimiento programado, sino más bien, el manejar un monto relevante para contener los gastos que surjan de mantenciones correctivas.

Con ese concepto, la idea es comenzar a presupuestar renovaciones y mejoras para los equipos más antiguos, con los que se posee mayor incertidumbre en el desarrollo del control de gastos, para así evitar incumplimientos y saber valorizar el costo real que involucra a los activos asociados a sala de máquinas, comprendiendo su antigüedad y su rendimiento a la baja.

7.2.5.2 Bajo control de gastos instantáneo

Otra debilidad asociada a los gastos es no tener un manejo instantáneo de los gastos asociados al área, es decir, que en días en los cuales se necesita saber el nivel de gasto en comparación al presupuesto para definir alguna reparación o solicitar repuestos que no estaban dentro del mantenimiento preventivo o programado para el mes actual se hace complicada dicha definición y genera un tiempo de desarrollo por parte del supervisor para tener un panorama más claro en cuanto a los costos levantados.

Con lo anterior, se entiende que afecta de manera directa a otros puntos mencionados con anterioridad, aun así un elemento que sería ideal para poder lidiar con esta debilidad es poder generar un sistema de control inmediato con respecto a los gastos del área, de esta manera poder planificar con mucha más información y ser capaz de mover las programaciones y mantenciones según se vayan presentando la necesidad de cada máquina. En este caso, independiente que esté ligado a la gestión del área, un mejor control afectará si o si a un mejor manejo de costos y así mejorar el mantenimiento de la manera correcta.

7.2.5.3 Reducida oferta y costosa mano de obra externa

Otra debilidad determinante, sobre todo pensando en lo que respecta a refrigeración de amoníaco, es su alto costo y su baja oferta en el mercado, en ese sentido, el cierre paulatino de empresas que eran referentes en el tema como por ejemplo Madef, han hecho que casi la única empresa referente del rubro sea Mycom en cuanto a maquinarias pesadas, mientras que

para válvulas no sobresalen de lo que ofrece Danfoss o Hansen, siendo esta última una empresa que ha disminuido su variedad de alternativas a través del tiempo.

Con empresas referentes ya con una baja oferta, provocando que los precios del mercado sean los que ellos definan, las empresas de servicios ajustan sus precios cercanos a lo que ofrece Mycom por ejemplo, lo que para un presupuesto mensual puede llevar a un 60% de un servicio normal de cambio de filtros coalescentes para un compresor de tornillo, lo que genera un desorden en los costos si surge una urgencia en dicho sistema.

Ante esto, la necesidad de generar conocimiento en servicios esenciales de los equipos de amoníaco en los operadores se hace relevante, para así poder ir reduciendo los costos de mano de obra, independiente de los costos asociados a repuestos y mantenciones mayores, hay actividades que si se puede ir reduciendo los costos los cuales son relevantes que los operadores vayan desarrollando.

Definidas las debilidades, se procede a definir la amenaza que puede afectar el objetivo estratégico:

7.2.5.4 Alza de costos de repuestos y mano de obra

Una variable que escapa en ciertos momentos en la planificación de costos del área, sobre todo en lo relacionado a refrigeración tal como se mencionó en el punto anterior, ya que al ser proveedores exclusivos, el manejo de los precios puede provocar una alza relevante, que no puede ser manejada por el plan de presupuesto y la empresa en sí, ya que poseen un lazo de dependencia con la empresa sobre todo en concepto de equipos y repuestos.

Aparte de los repuestos, la mano de obra también puede sufrir una variación en los costos de mercado, pero este concepto, tal como se mencionó en puntos anteriores, si puede trabajarse como área para reducción de costos.

Como ejemplo se tiene dos trabajos sencillos que pueden realizarse en un mes con respecto a los equipos de amoníaco:

- a. **Trabajo de cambio de filtros coalescentes:** Un equipo ve una reducción importante de rendimiento con respecto al retorno de aceite. Se hace la evaluación correspondiente infiriendo un problema en los

filtros coalescentes. El camino normal que se toma es contactar a la empresa pertinente, solicitar revisión y ejecución del trabajo que sea necesario. Todo ese trabajo que sería hacer la revisión correspondiente, detectar problemas en los filtros y finalmente cambiarlos, según la *Tabla 9* el costo total sería de \$1.950.000.-. Por lo cual, en este caso se hizo una definición de ejecución distinta, en la que los operadores hicieron la revisión y cambio de filtros, generando un ahorro bajo, pero relevante, abarcando un 17,9% de ahorro.

Tabla 9: Costos asociado a cambio de filtros.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Ítem	Costo
Filtros coalescentes	\$400.000.- unidad
Revisión	\$175.000.-
Cambio de filtros	\$175.000.-

- b. **Trabajo de reparación de sensor de descarga:** En este caso, un equipo no hace su partida normal, revisando se encuentra que el sensor que detecta la presión de descarga está quebrado por alguna mala maniobra. En este caso, al ya haber detectado el problema, el camino normal es solicitar repuesto y mano de obra para la instalación del sensor. Todo ese trabajo, el cual es el costo del sensor y el costo de la mano de obra para la instalación, según la *Tabla 10* el costo total sería por \$375.000.-. En este caso se procedió con la ejecución normal, pero el operador si hubiese tenido el conocimiento suficiente para realizar dicha instalación, el ahorro hubiese sido del margen del 46,6%.

Tabla 10: Costos asociados a cambio de sensor.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Ítem	Costo
Sensor de membrana	\$200.000.-
Cambio de sensor	\$175.000.-

Con los dos ejemplos expuestos anteriormente, hay una variable que no se puede controlar cuando existe un alza de precios, que es en torno al costo de los repuestos, mientras que para la mano de obra se puede ir haciendo un trabajo y desarrollo con tal de que las tareas correctivas no sumen un costo, influyendo en un potencial 20% de los costos totales que en una proyección de gasto cercano a los \$5.000.000.- por mes, abarcando \$60.000.000.- de manera anual, el ir trabajando en la mano de obra podría ser una reducción de \$12.000.000.- que es una cifra importante, más aun considerando alzas de precios sería un impacto aún mayor.

Con la amenaza analizada, se procede a revisar una fortaleza relacionada a la disminución de los costos de mantenimiento, el cual es:

7.2.5.5 Existen registros de los gastos hechos

En un punto anterior, que estaba relacionado a las debilidades, se hablaba de un bajo control de gastos instantáneo, pero eso no quita de que exista un registro de gastos hechos por el área, en este sentido, se dividen en tres secciones relevantes, las cuales son:

- a. **Informes de servicio:** Todos los informes de servicio están relacionados a los trabajos hechos por contratistas, servicios de hojalatería, soldaduras, gasfitería, arreglo y modificación de cañerías, entre otros. En este sentido, esta se actualiza solo una vez al mes, pero de manera completa. El manejo de costos de este ítem es variable.
- b. **Facturas:** Todos los trabajos agendados, solicitudes de repuestos e insumos, corresponden a esta sección, en la cual, depende en una proporción mayor al programa de mantenimiento preventivo
- c. **Contratos:** Finalmente, el único costo que es fijo durante el mes a mes y si es algo que se tiene actualizado al momento son los contratos con empresas que hagan revisiones, levantamientos y mantenciones de manera periódica para así ir desarrollando el cumplimiento de tareas claves del mantenimiento preventivo en el cual se enfoca el área.

Con toda la información anterior, se entiende que, a pesar de no existir un control instantáneo, si existen los registros de costos, lo cual hará fácil que ante cualquier implementación de

manejo de costos no resulte tan complejo, resultando una enorme fortaleza para un control de costos mucho más planificado en busca de la disminución de los costos de mantenimiento. Finalmente, después de haber definido las debilidades, amenaza y fortaleza, se procede a analizar las oportunidades:

7.2.5.6 Usar software para manejo de costos

Uno de los grandes avances de la industria a través de los últimos años es la ayuda del internet en conjunto a sus herramientas en la mejora de los sistemas de control que se usaban de manera normal dentro de cualquier área de la industria, por lo mismo, uno de los grandes ejemplos de esa consolidación es el uso de softwares de mantenimiento, que generan una adaptación de los programas de mantenimiento definidos para el área, llevando el aspecto de control de valores, la generación de OT según cumplimiento de horómetros o de avisos correctivos, como también la asignación de recursos y repuestos, ayudando a la gestión con respecto a cada tarea.

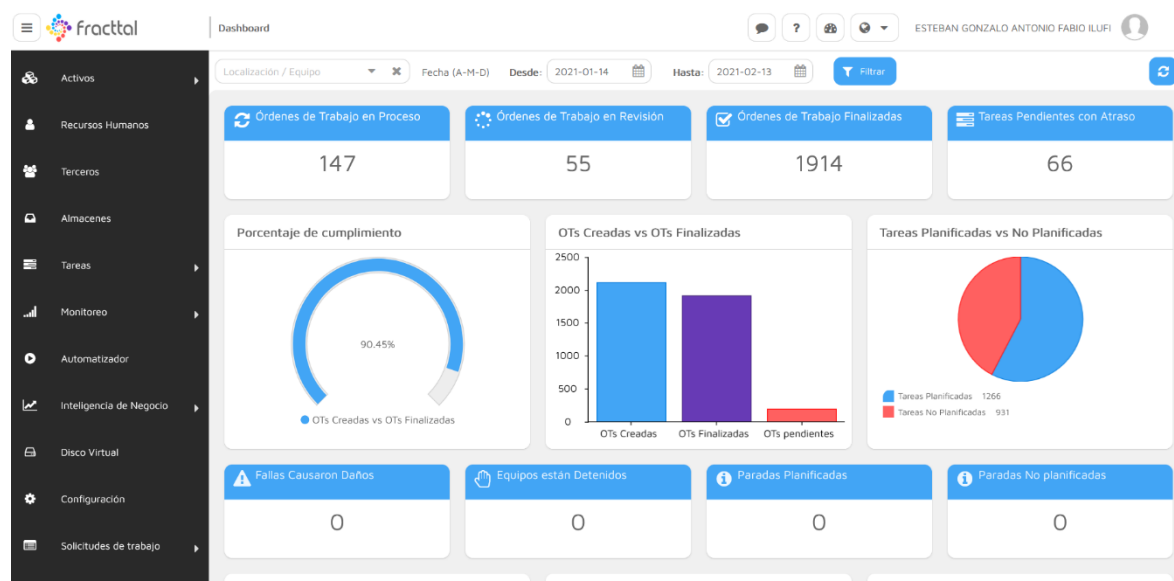


Figura 39: Ejemplo de software de mantenimiento (Fuente: Fractal, 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior, el software también abre la opción de que se obtenga un desarrollo relacionado a los conceptos económicos que está relacionado a cada OT. En primera instancia, es un proceso tedioso, pero si se le da el tiempo y la rigurosidad que corresponde a la subida de información, puede resultar un aporte esencial para la dinámica

de trabajos en el área y sobre todo en la evaluación del plan de presupuestos, que hará un trabajo ideal en el objetivo central que apunta a la disminución de los costos de mantenimiento.

7.3 Evaluación de oportunidades

Con todo el análisis hecho a cada uno de los objetivos estratégicos, se hace necesario el levantar las oportunidades que presenta cada uno para así poder evaluarlo en el plan de propuesto final y así irlos implementando. Para definir las oportunidades que se levantaron, se hará con la estructura 5W+2H, para así abarcar la mayor información posible y así se pueda revisar en la propuesta final.

7.3.1 Clima Laboral

Para este objetivo estratégico, se elevaron las siguientes oportunidades:

- Reestructuración de cargos

Tabla 11: Oportunidad N°1
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°1	
What	Reestructuración de cargos en el área de suministros
When	Durante año 2020
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros – RR.HH.
Why	Existe un malestar generalizado en el área por el poco desarrollo de carrera
How	En este caso, se debiese hacer una categorización de los operadores, es decir, definir tres categorías con distintas estructuras de sueldo, como también de responsabilidades, enfocando así una carrera dentro del área donde el máximo cargo sigue siendo el supervisor, pero el recorrido es muy distinto para llegar a dicho punto.
How Much	Todo costo a la proyección y variación de sueldos.

- Generar instancias de comunicación sobre indicadores del área

Tabla 12: Oportunidad N°2.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°2	
What	Generar instancias de comunicación sobre indicadores del área
When	Esta instancia debiese generarse de manera semanal, para indicar minutos de detención y cumplimiento de plan de mantenimiento del área. Abril 2020
Where	Sala de reuniones Planta
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros
Why	Uno de los aspectos más críticos en las encuestas de clima laboral, es la poca comunicación de desempeño que se entrega.
How	Se debe iniciar una reunión de carácter semanal que entregue información de desempeño, esta debe ser al momento de cambio de turno y debe dilucidar dudas de la última semana con respecto al plan de mantención y los minutos de detención en faena.
How Much	Sin costo.

- Generar instancias de información sobre modificaciones en el área

Tabla 13: Oportunidad N°3.
Fuente: Elaboración propia, 2021

Oportunidad de Mejora N°3	
What	Generar instancias de información sobre modificaciones en el área
When	Este debiese ser formato bisemanal, o semanal según sea el acumulado de novedades y modificaciones. Abril 2020
Where	Sala de reuniones de Planta.
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros
Why	Existe un malestar generalizado en el área por la poca transmisión hacia operadores de la información correspondiente a modificaciones o proyectos a desarrollar en el área.

How	Para definir esta reunión, se debe generar una acumulación de información a entregar, si es pequeña o poco relevante en una semana, se almacena para comentar en el formato bisemanal.
How Much	Sin costo.

- Creación y desarrollo de indicador de desempeño

Tabla 14: Oportunidad N°4.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°4	
What	Creación y desarrollo de indicador de desempeño del operador
When	Mayo 2020 con una renovación trimestral
Where	Sala de máquinas
Who	Ingeniero de Suministros
Why	Surge una necesidad del operador como del supervisor, de saber el desempeño que posee en el área para así poder ir viendo falencias técnicas que posee cada uno de los operadores.
How	Primero es definir los tópicos a medir, que en este caso son conceptos no cuantificables que se deben llevar a un proceso de cuantificación. En este sentido, lo que se debe medir es: • Conocimientos • Destreza en los procesos de mantención Con esos dos, se deben generar herramientas para hacer la cuantificación, con eso medirlo y posteriormente ejecutar fórmula para obtener un valor y establecerlo en un rango entre bajo, medio y bueno.
How Much	Sin costo.

- Creación y desarrollo de indicador de tiempos de respuesta

Tabla 15: Oportunidad N°5.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°5	
What	Creación y desarrollo de indicador de tiempos de respuesta.
When	Junio 2020 con una renovación semanal
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros – Supervisor de Producción
Why	Surge la necesidad por parte del cliente principal, de mejorar los tiempos de solución por parte de Suministros.
How	En este caso, junto al apoyo de producción se debe controlar los tiempos de respuesta que presenta el área con respecto a fallas que exista por parte de suministros, en los cuales el operador debe entregar toda la información disponible. Posterior a la creación se debe controlar y disminuir los tiempos de respuesta según las novedades que vayan surgiendo.
How Much	Sin costo.

7.3.2 Desarrollo Técnico

Para el caso del desarrollo técnico, según análisis previo se desarrollaron las oportunidades que se mencionan a continuación:

- Implementación de capacitaciones internas

Tabla 16: Oportunidad N°6.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°6	
What	Implementación de capacitaciones internas
When	Junio 2020 en adelante.
Where	Sala de capacitaciones Planta.
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros
Why	Existe una alta necesidad por parte de los operadores nuevos por ir adquiriendo conocimientos, además de ir fortaleciendo las debilidades de la mayoría e ir avanzando a una estructura de conocimiento ideal.
How	Para esta oportunidad, lo ideal es comenzar a desarrollar el conocimiento en los problemas generales, y de ahí ir ocupando herramientas que ayuden a definir conceptos, materias, contenidos, etc. Que sean necesarios a considerar dentro de las capacitaciones.
How Much	Sin costo.

- Implementación de capacitaciones externas

Tabla 17: Oportunidad N°7.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°7	
What	Implementación de capacitaciones externas.
When	Agosto 2020 en adelante.
Where	Sala de capacitaciones Planta.
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros.

Why	Existe una necesidad como área de ir sumando conocimientos relevantes en torno a lo que se maneja dentro de sala de máquinas
How	En este caso, se deben definir las capacitaciones externas, por parte de proveedores o instituciones asociadas, con o sin certificación, pero siempre cumpliendo las necesidades basales de conocimiento que necesitan los operadores.
How Much	Costo asociado a capacitaciones.

- Creación y desarrollo de sistema de evaluación

Tabla 18: Oportunidad N°18.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°8	
What	Creación y desarrollo de sistema de evaluación
When	Mayo 2020 en adelante de manera trimestral
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros
Why	Esta evaluación sirve como herramienta para cuantificar los conocimientos generales de los operadores.
How	En este caso, se debe desarrollar una evaluación siguiendo los estándares de lo que alberga el perfil o la normativa asociada a operadores de refrigeración, aire, agua, etc. Posterior a su desarrollo se debe ejecutar con periodos no mayores a dos semanas desde el primer operador hasta el último, y no más dos días para su desarrollo. Con este viene el proceso de revisión y posterior entrega de resultados con feedback y sugerencias a desarrollar.
How Much	Sin costo.

- Generar un plan de desarrollo

Tabla 19: Oportunidad N°9.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°9	
What	Generar un plan de desarrollo para los operadores
When	Durante año 2020
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros
Why	Para operadores nuevos no existe un plan de ingreso para que vayan cumpliendo según una planificación las actividades a aprender e ir desarrollando. Como también el hecho de existir un cambio en la estructura del área, se debe tener en cuenta el desarrollo que cada operador debe ir desarrollando para ir ascendiendo.
How	Se debe definir los conocimientos que se requieren como base dentro del operador nuevo o antiguos, de ahí se deben definir y desarrollar actividades para que el operador haga de manera efectiva el desarrollo de dichos conocimientos.
How Much	Sin costo.

7.3.3 Eficiencia de procesos de mantenimiento

A continuación, se destacan las oportunidades ligadas a la eficiencia de los procesos:

- Desarrollo de programa de auditorías internas de mantención

Tabla 20: Oportunidad N°10.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°10	
What	Desarrollo de programa de auditorías internas de mantención
When	Mayo 2020
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor de Suministros.
Why	Se generan ciertas fallas en los diversos sistemas, que según planificación debería existir alguna evidencia en alguna tarea designada en ese momento, provocando una baja confiabilidad de los procesos de mantenimiento.
How	Para este caso, el supervisor debe: • Elegir tareas elementales hechas por los operadores durante la última semana. • Revisar cada una de las tareas. • Registrar vía fotografía la actividad para levantarlo en reunión semanal de comunicación de indicadores. • Si detecta alguna falla en el proceso de mantención, solicitar reunión con operador que realizó el trabajo para hacer feedback de la tarea mal realizada.
How Much	Sin costo.

- Reevaluación de plan de mantenimiento

Tabla 21: Oportunidad N°11.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°11	
What	Reevaluación del plan de mantenimiento
When	Abril 2020 en adelante
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros – Planificador de Mantenimiento
Why	Existe un plan desactualizado.
How	El proceso de reevaluación se debe hacer: • Reunión entre los tres encargados de la revisión del plan. • Evaluar los equipos que están fuera de sala de máquinas • Estructuración de plan de trabajo • Estandarización por tipo de máquinas • Revisión semestral de plan de mantenimiento
How Much	Sin costo.

- Creación y desarrollo de indicadores para plan de mantenimiento

Tabla 22: Oportunidad N°12.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°12	
What	Creación y desarrollo de indicadores para plan de mantenimiento
When	Junio 2020
Where	Sala de máquinas
Who	Planificador de Mantenimiento.
Why	Se deben originar indicadores para un mejor desarrollo del plan de mantenimiento.
How	Para planificar tareas de una mejor forma, debe existir unos criterios o indicadores que ayuden de mejor manera al desarrollo de este, por lo cual debiese ser:

	• Revisión de cumplimiento • Determinar mayores problemas para el desarrollo • Fijar indicadores para mejorar el desarrollo • Desarrollarlos y medirlos En este caso se levantarían los indicadores asociados al tiempo de ejecución, horas hombre disponible por turno, definir tareas complejas y normales, además de la logística de repuestos (tiempos, nacional o internacional)
How Much	Sin costo.

- Potenciar el cambio de turno

Tabla 23: Oportunidad N°13.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°13	
What	Potenciar el cambio de turno
When	Abril 2020
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros
Why	Existe un mal desarrollo del cambio de turno, no se respeta el procedimiento existente, la herramienta de transmisión de información, la cual es un correo, no suele ser la ideal, el supervisor ocupado en el día a día no desarrolla de manera correcta dicho traspaso.
How	Lo primero a realizar es: • Evaluar procedimiento existente del cambio de turno • Actualizar o modificar según las necesidades del área • Crear una herramienta para controlar de mejor manera las novedades • Con esa herramienta generar un indicador • Generar cultura de responsabilidad en la transmisión de información y novedades

How Much	Sin costo.
-----------------	------------

- Mejorar desarrollo de procedimientos, instructivos y LUPS

Tabla 24: Oportunidad N°14.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°14	
What	Mejorar desarrollo de procedimientos, instructivos y LUPS.
When	Agosto 2020 en adelante
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor, Ingeniero y Operadores de Suministros
Why	Falta de documentación en torno a las actividades de operación y mantenimiento, provocando diferencias entre los distintos operadores en la forma de ejecutar cualquier tipo de trabajo.
How	Para comenzar a generar procedimientos, es necesario generar una cultura de documentación: • Definir necesidades de procedimientos • Crearlos en conjunto de todas las partes • Iniciar e identificar mejoras a procedimientos o nuevos instructivos y LUPS para su desarrollo
How Much	Sin costo.

- Creación y desarrollo de indicador ligado al mantenimiento correctivo

Tabla 25: Oportunidad N°15.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°15	
What	Creación y desarrollo de indicador ligado al mantenimiento correctivo
When	Septiembre 2020
Where	Sala de máquinas

Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros – Planificador de Mantenimiento
Why	No hay registros u indicadores de los mantenimientos correctivos que se hacen en el área para representar el uso de tiempo en dichos trabajos
How	El único dato por obtener es la cantidad de tareas correctivas hechas por los operadores cada día, ingresarlas al software de apoyo de mantención, y consolidar un plan preventivo si es que resultase necesario. Pero en el solo hecho del indicador, es disponer de cuantas tareas correctivas se hacen a la semana.
How Much	Sin costo.

7.3.4 Aumentar Disponibilidad de equipos

En el caso del aumento de la disponibilidad de los equipos, se mencionan las siguientes oportunidades:

- Creación y desarrollo de indicador de disponibilidad de equipos en el área

Tabla 26: Oportunidad N°16.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°16	
What	Creación y desarrollo de indicador de disponibilidad de equipos en el área
When	Abril 2020
Where	Sala de máquinas
Who	Ingeniero de Suministros
Why	Existe un objetivo estratégico sin indicador existente.
How	Al no existir registros de detenciones, tiempos de detención, etc. Solo dependientes a la memoria del supervisor, se debe formalizar una herramienta de registros para: • Informar detenciones • Registrar detenciones • Definir causas • Inicio de detención • Seguimiento de recuperación de equipo • Término de detención • Tiempo de detención • Cálculo de disponibilidad Al tener esta herramienta, se puede ir calculando de manera constante y periódica la disponibilidad de cada uno de los equipos con la fórmula. $D = \frac{\text{tiempo total} - \text{tiempo detenido}}{\text{tiempo total}}$ Tiempo total se refiere a todo el tiempo en que el equipo necesita estar disponible para labores de producción.

	Se considerará tiempo detenido todo aquel intervalo de tiempo en que el equipo no pueda ejecutar su función por motivos de mantenimiento programado como para mantenimientos no programados (preventivo y correctivo). No se asigna a esta calidad al tiempo por desabastecimiento de energía, el cual se descuenta del tiempo total también.
How Much	Sin costo.

- Renovación de equipos

Tabla 27: Oportunidad N°17.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°17	
What	Renovación de equipos
When	Durante año 2020
Where	Sala de máquinas
Who	Ingeniero de Suministros
Why	Existen equipos con muchos años encima, que superan lo recomendado por proveedores o auditores del sistema, por lo cual nace la necesidad de un plan de renovación.
How	El plan de renovación debe poseer las siguientes etapas: • Levantar equipos que están en un rango fuera del ideal • Priorizar equipos fuera de rango según estado actual • Realizar cambios de dichos equipos • Visualizar equipos que están cercano a cumplir su vida útil • Generar planificaciones anuales según la obsolescencia de los equipos.
How Much	Costos cercanos a los \$70.000.000 - \$100.000.000 según la cantidad y complejidad de cada equipo. Dato visto de manera anual.

- Uso de análisis de fallas

Tabla 28: Oportunidad N°18.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°18	
What	Uso de análisis de fallas
When	Septiembre de 2020
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor, Ingeniero y Operadores de Suministros
Why	En el área no existe un análisis como tal ante las fallas que se presentan, ya que el esfuerzo solo se realiza para resolver el problema.
How	En esta situación, solo queda dilucidar cual será el tipo de análisis que se ocupará. Dado el bajo manejo de los operadores con este tipo de herramientas, se iniciará con los 5 por qué, así al menos exista un cuestionamiento por parte de los operadores del problema sucedido. Para poder generar esa cultura del análisis de falla se procede con: • Generar documento sencillo de análisis • Capacitar a supervisor y operadores para el desarrollo • Mejorar el sistema con un registro continuo, asignando máquinas y sistemas y así ir generando una base de análisis importante • Si la cultura ya genera análisis por si solo, se buscan nuevos métodos de análisis para ir creciendo en esa perspectiva.
How Much	Sin costo.

- Generación de documentación de fallas

Tabla 29: Oportunidad N°19.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°19	
What	Generación de documentación de fallas
When	Abril 2020
Where	Sala de máquinas

Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros
Why	No existen registros de fallas, solo se envían novedades por correo que se pierden a través del tiempo.
How	El generar un documento de fallas, asigna fechas, tiempos, máquinas y causas del problema, aportando información relevante en todos los sentidos de las fallas, quedando la asignación de datos de la siguiente forma: • Fecha Inicio • Hora Inicio Falla • Fecha Término • Máquina asociada • Sistema asociado • Causa
How Much	Sin costo.

- Plan de mejoras en instalaciones y equipos

Tabla 30: Oportunidad N°20.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°20	
What	Plan de mejoras en instalaciones y equipos
When	Octubre 2020
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros
Why	En algunas fallas se evidencia la necesidad de generar mejoras en el sistema pero que, por costo, o por no formalizar las necesidades reales, etc. No se hace el trabajo de mejora.
How	Esto, junto a recopilación de fallas, generará ideas de mejoras dentro del área, las cuales deben formalizarse con cotizaciones y con análisis adecuado de proyectos, para así visualizar si la mejora aportará realmente al funcionamiento de sala de máquinas, siguiendo el paso a paso que está a continuación:

	• Visualización de falla • Revisar preponderancia en el proceso • Asignar un rol a desarrollar • Realizar viabilidad de la mejora • Solicitar cotizaciones • Presentación y desarrollo del plan de mejora.
How Much	El costo es variable, pero para mejoras complejas puede rondar los \$5.000.000 por máquina.

7.3.5 Disminuir costos de mantenimiento

Finalmente, para el último objetivo, se tienen las siguientes oportunidades:

- Generar sistema de control de gastos

Tabla 31: Oportunidad N°21.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°21	
What	Generar sistema de control de gastos
When	Junio 2020
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros.
Why	Existe un descontrol en los gastos involucrados al área, ya que no hay un sistema de control de manera instantánea, generando problemas en la toma de decisiones.
How	En este punto, es generar una herramienta para regularizar los gastos asociados al área y disponer de la información de manera inmediata, teniendo en cuenta: • Informes de servicio • Contratos • Facturas al día
How Much	Sin costo.

- Uso de software de mantención en torno a los gastos

Tabla 32: Oportunidad N°22.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidad de Mejora N°22	
What	Usar software de mantención en torno a los gastos
When	Abril 2020 en adelante
Where	Sala de máquinas
Who	Supervisor e Ingeniero de Suministros – Planificador de Mantención
Why	No existe un registro de cuanto son los costos en repuestos o mano de obra externa para el mantenimiento preventivo.

How	Se asignará costos y sugerencia de repuestos para cada tarea que se vaya desarrollando, para así generar un feedback y al momento de levantar necesidad de mantención salga un costo aproximado para así evaluar en conjunto al presupuesto de manera directa.
How Much	Costo asociado al uso del software.

7.4 Efectividad del mantenimiento

La efectividad es un indicador que se crea en este trabajo, el cual según lo visto en el análisis debe ser capaz de considerar los cinco objetivos estratégicos que presenta el área para así ir en búsqueda del constante desarrollo y mejora de estos.

En este sentido, se evaluó si lo mejor era hacer un indicador nuevo, adaptando una fórmula para llevar la efectividad a un número único, pero viendo la potencialidad que podría presentar cada indicador por si solo hace que la mejor opción es que se evalúe cada uno de manera individual. Pero la idea de este trabajo es poder abarcar todo lo visto, por lo cual, se decide trabajar con una forma de agrupación tipo araña. La definición de que este indicador se vea de tipo araña, aglomerando a los indicadores dando un estado actual del área, hace la definición ideal, ya que efectividad, según Aedo, se mide como la relación entre los resultados, previstos y no previstos, y los objetivos (Rojas, Jaimes, & Valencia, 2018). Con la definición de anterior se puede definir que, para este trabajo la efectividad del mantenimiento es la relación entre los resultados y los objetivos relacionados al mantenimiento en el área y sus objetivos estratégicos.

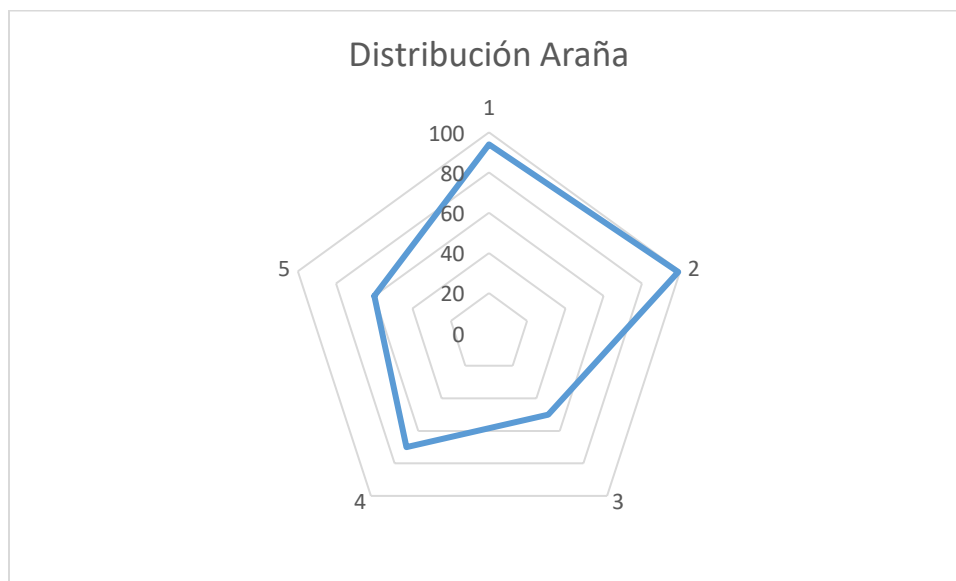


Figura 40: Ejemplo de distribución tipo araña (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Ahora, es elemental saber cuáles serán los cinco indicadores que entrarán a evaluación, como será su medida de representación y asignar la forma en que se abordará la medición de este.

7.4.1 Asignación de indicadores

En primera instancia, es necesario evaluar cuales son los indicadores que serán parte de la efectividad del mantenimiento, quienes deberán ir satisfaciendo las necesidades de cada objetivo estratégico, entonces se tiene:

7.4.1.1 Clima Laboral

A pesar de que en primera instancia se ve como un concepto difícil de cuantificar en números, el clima laboral a nivel de empresa se mide el desarrollo de carrera, aspectos de comunicación, entre otros, los cuales conllevan al nivel de aprobación que presenta el área. Este elemento ya medido previamente será un indicador importante para la efectividad del mantenimiento, ya que, el desarrollo y la comodidad del personal en su área de trabajo es muy importante para que la ejecución de tareas de mantenimiento sea el ideal.

Tabla 33: Definición de indicador aprobación del área.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Nombre del indicador		Aprobación del área	
Tipo de medición	Porcentual	Rango	0 – 100
Responsable	Área RRHH	Diagnóstico	Anual

7.4.1.2 Desarrollo Técnico

Para este caso, dentro de lo discutido en el análisis de este punto, surge una oportunidad relacionada a la creación de un indicador ligado al desempeño de los operadores, que se ve según el nivel de conocimiento y ejecución de trabajos que ellos realizan, pero se ve un desempeño de manera personal de cada uno y se mide según puntajes, por lo cual, para pasar a una escala porcentual se considerará que el ideal de operadores es contar con ocho operadores, de los cuales se puede obtener un buen, medio y bajo desempeño asignándose de la siguiente manera, un operador con buen desempeño corresponderá a un 12,5%, lo cual, si los ocho cumplen con ese requisito el área tendrá un 100% en desempeño, pero, pero para el caso de los operadores que sumen un desempeño medio, se les asignará un 6,25%, es decir, que si todos los operadores estuviesen en esta zona, solo se alcanzaría un máximo de 50% de

desempeño, mientras que los operadores con bajo desempeño se les asignará un 0% ya que escapa de todo lo que se quiere desarrollar.

Con eso definido, el indicador será el desempeño general de los operadores el que se tomará en cuenta en la efectividad del mantenimiento, entendiendo que los conocimientos como la calidad de los trabajos de mantención y operación son importantes para un buen desarrollo de mantenimiento dentro del área.

Tabla 34: Definición de indicador desempeño general de los operadores.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Nombre del indicador		Desempeño General de los operadores	
Tipo de medición	Porcentual	Rango	0 – 100
Responsable	Ingeniero/Supervisor	Diagnóstico	Trimestral

7.4.1.3 Eficiencia en procesos de mantenimiento

Para el caso de la eficiencia de los procesos de mantenimiento, existe un indicador que ya se maneja en el área y que no es necesario crearlo como el del punto anterior, además el indicador a evaluar ya se originaba de manera porcentual, por lo cual tampoco es necesario llevarlo a una nueva escala. El indicador en sí es el cumplimiento del plan de mantenimiento, acogiendo actividades de maneras preventivas como correctivas, que mide de manera grupal el desarrollo de las ordenes de trabajo para el área. El hecho relevante es que el cumplimiento afecta de manera a la efectividad del mantenimiento, ya que por si solo, es el desarrollo de las acciones de mantenimiento diseñadas para el área.

Tabla 35: Definición de indicador cumplimiento plan de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Nombre del indicador		Cumplimiento Plan de Mantenimiento	
Tipo de medición	Porcentual	Rango	0 – 100
Responsable	Planificador	Diagnóstico	Semanal

7.4.1.4 Aumento de disponibilidad de los equipos

En este caso, el nombre del objetivo deja con claridad cual es el indicador ideal para tener en consideración, el cual no se crea, pero a comparación del resto es un factor que no se maneja en el área. Teniendo en cuenta lo importante y vital que es cada máquina en el proceso, no se lleva un manejo y control de la disponibilidad, por lo cual, una de las mejoras es recoger ese dato que será relevante en el desarrollo del área. En este caso, se verá la disponibilidad por equipo, se sacará un promedio y este dato se reflejará en la efectividad del mantenimiento, que claramente se ve expuesto en cuanto a las labores de mantenimiento, mejoras y otros para llegar a buenos números.

Tabla 36: Definición de indicador disponibilidad del área.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Nombre del indicador		Disponibilidad del área	
Tipo de medición	Porcentual	Rango	0 – 100
Responsable	Ingeniero	Diagnóstico	Semestral

7.4.1.5 Disminución de los costos de mantenimiento

Finalmente, para la disminución de los costos de mantenimiento lo más fácil es compararlo con el presupuesto en cuanto a los montos gastados, pero surge una disyuntiva en esta comparación, porque habrá meses en que se supere el presupuesto valorado y en otros esté por debajo, por lo cual se podría ver un cumplimiento arriba del 100%, por lo cual, para este caso se evaluará de la siguiente manera:

- Del 0 al 100% se verá el cumplimiento del presupuesto si este es menor al 100%.
- Si el cumplimiento del presupuesto lo supera, quedará en 0% ya que no se cumple objetivo de reducir costos.

Tabla 37: Definición de indicador cumplimiento de presupuesto.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Nombre del indicador		Cumplimiento del presupuesto	
Tipo de medición	Porcentual	Rango	0 – 100
Responsable	Ingeniero	Diagnóstico	Mensual

Con lo dicho anteriormente, se ve mejor aún compensado todo el espectro que va a cubrir la efectividad del mantenimiento, ya que si se ve un buen cumplimiento del plan de mantenimiento pero la disponibilidad del área está baja, provoca un cuestionamiento del desarrollo de mantenimiento dentro del área, o si se ve un buen número en cuanto al cumplimiento del presupuesto pero un bajo cumplimiento del plan de mantenimiento, quiere indicar un mal desarrollo del plan, falta de repuestos, entre otros.

La forma en que se verá la efectividad del mantenimiento será de manera anual, ya que el valor más lejano en que se entrega uno de los indicadores es en ese intervalo de tiempo, que resulta ser el clima laboral. Pero ese concepto no quita que durante el año se vaya visualizando los avances en cada uno de los indicadores, para así mejorar o asignar tareas con mayor impacto dentro de lo que se mide.

En ese sentido, se hizo un levantamiento del área durante marzo del 2020, asignando la siguiente medición con respecto al año 2019.

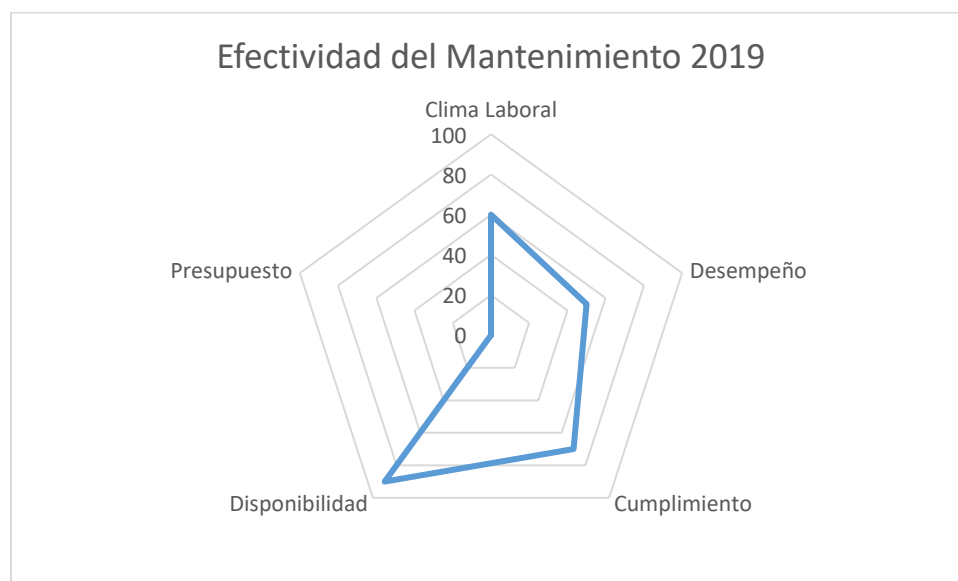


Figura 41: Efectividad del Mantenimiento 2019 (Fuente: Elaboración propia, 2021).

En la *Figura 41* se observa los cinco indicadores basales que harán representación de la efectividad del mantenimiento, idealmente, el mejor estado de la efectividad será cuanto mas cercanos a 100% esté cada uno de los indicadores. Para este caso puntual el único indicador que puede ser mejor que no esté tan cercano a su valor máximo es el uso del presupuesto de mantenimiento.

En síntesis, para el año 2019 se obtuvieron los siguientes valores:

- Tal como se mencionó anteriormente, el clima laboral alcanzó un 60%, en desmedro del 75% aprobado durante el 2018. El próximo levantamiento del indicador será en febrero 2021.
- Para el caso del desempeño, presento un valor de 50%, que según la asignación mencionada indica la presencia de dos operadores con buen desempeño, cuatro operadores con un desempeño medio y el resto con mal desempeño, para este indicador no se puede hacer una comparación con respecto al 2018 ya que no existía dicho sistema de medición.
- El cumplimiento del plan de mantenimiento presento un valor promedio del 70% para el año 2019, presentando un mejor nivel de cumplimiento que el 2018, el cual fue cercano a un 67%.
- La disponibilidad para el año 2019 fue calculada a través de recordatorios por parte del supervisor que por datos registrados como tal. El valor es de un 90% pensando en subsistemas, lo cual deberá arreglarse su método de análisis del 2020 para adelante. El dato no se puede calcular en 2018 por no poseer registros de detenciones de los equipos, solo se podrían observar la más importantes, pero no sería un dato ideal para comparar.
- El cumplimiento de presupuesto que se recogen de la *Tabla 8* indica que el promedio anual para el 2019 de cumplimiento de presupuesto fue de 101,25% dando un valor de 0% en la efectividad del mantenimiento por estar fuera del rango definido. En el 2018 se tuvo como valor un 99,5% resultado mejor que el visto en el último año.

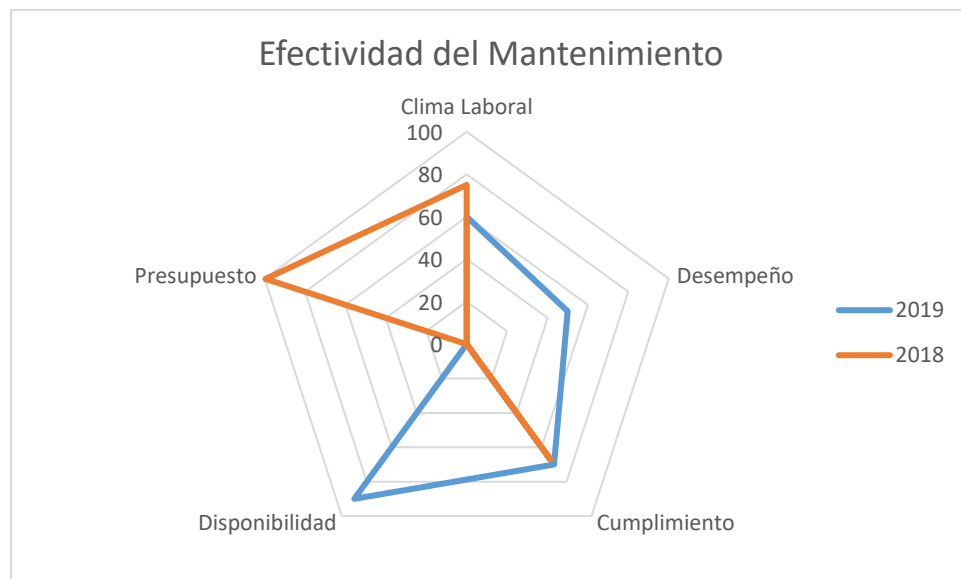


Figura 42: Comparativo Efectividad del Mantenimiento 18-19 (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Los datos de la *Figura 42* están consolidados en *Anexos* en la *Tabla 47*.

8 PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Al haber definido la efectividad del mantenimiento y también analizando las oportunidades que debiesen ingresar a la propuesta, se seguirá con la priorización de las oportunidades, plasmar en que consistiría el plan resultante de este trabajo y por último, seleccionar algunas oportunidades para desarrollar en la implementación. Tomando en cuenta lo anterior, se terminará contrastando la efectividad del mantenimiento entre el año 2019 y 2020.

8.1 Priorización de oportunidades

Luego del análisis hecho a los objetivos estratégicos de mantenimiento, resultando en el levantamiento de oportunidades de mejora a nivel de área, se debe continuar con la priorización de estas oportunidades lo cual se llevará cabo con una matriz de causa – efecto y la probabilidad de éxito para cada oportunidad sugerida.

8.1.1 Probabilidad de éxito

Para esta evaluación se contó con el apoyo del supervisor, pues posee los conocimientos suficientes para comprender y elaborar un plan lo más cercano a la realidad, y con el respaldo otorgado en todo el proceso de análisis. Esta probabilidad será evaluada con un puntaje mínimo de 0 y un máximo de 10, considerando los siguientes factores:

- Factibilidad de implementación
- Costos asociados
- Tiempo requerido para su desarrollo
- Percepción del personal
- Conocimientos necesarios

Estos cinco factores, se describen a continuación junto a su escala de puntajes:

- **Factibilidad de implementación:** Este factor, se mide con los valores 0 y 2. Se evalúa con 0 cuando la propuesta depende de alguien ajeno al área, o presenta entrapamiento porque necesita vistos buenos de otros seres, mientras que suma 2 si puede resultar exclusivo del área, sin ningún tipo de interferencia.

- **Costos asociados:** Esta característica evalúa los costos asociados a una posible implementación, en la cual se le asigna 2 a aquella propuesta que de por sí no conlleva ningún costo asociado. El valor 1 es para aquella que proyecte un costo menor a \$5.000.000 anuales, mientras que el valor 0 es para toda propuesta que supere esa cifra.
- **Tiempo requerido para su desarrollo:** El tiempo que se evalúa en esta característica es el requerido para desarrollar la propuesta, obteniendo 2 para alguna propuesta que lleve de uno a dos meses su consolidación en el desarrollo, 1 para aquellos que superen los seis meses para la consolidación y 0 para los que necesiten un año aproximadamente.
- **Percepción del personal:** En este aspecto se analiza la resistencia al cambio esperada por el desarrollo de la implementación. Se asignará el valor 2 a toda propuesta que no presente resistencia por alguna de las partes del área (supervisor y operadores), 1 a la propuesta que tenga resistencia alguna de las partes (supervisor u operadores) y finalmente 0 cuando ambas partes presenten problemas.
- **Conocimientos necesarios:** Este factor evalúa los conocimientos que requiere la propuesta por parte de cada uno de los participantes, en la cual se asigna 2 para aquella tarea en que no necesita ningún tipo de desarrollo de conocimientos ya que lo ve en el día a día, el valor 1 se otorga a aquella en que no necesita reforzamiento pero es un concepto extra a desarrollar en el día a día que puede representar algo de complejidad mientras que 0 es para aquellas tareas en que se necesita un proceso previo de capacitación para el desarrollo de la propuesta.

Luego de haber definido los factores, y en base a lo visto junto al supervisor del área, la priorización se presenta de la siguiente forma:

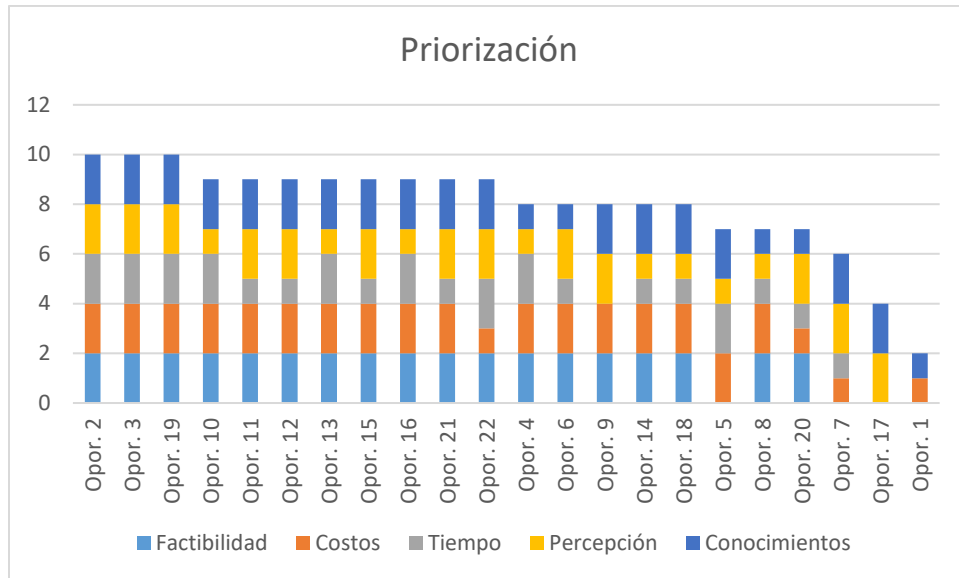


Figura 43: Priorización según probabilidad de éxito (Fuente: Elaboración propia, 2021).

8.1.2 Matriz causa – efecto

En esta matriz, se analizarán tanto las causas como las oportunidades que presenta y el efecto estará asociado a los cinco indicadores presentes en la efectividad del mantenimiento, para así determinar cómo se verá afectado el proceso y determinar cuáles son las más probables de realizarlo. La matriz consta con una ponderación para cada uno de los indicadores, entregándoles más preponderancia al cumplimiento del plan de mantenimiento y la disponibilidad de los equipos, los cuales este trabajo busca desarrollar de mejor manera. En un segundo escalón se encuentra el desempeño, que idealmente es la base de un buen desarrollo del plan de mantenimiento, y por último, las prioridades más bajas se otorgan al clima laboral y el presupuesto.

Tabla 38: Matriz Causa – Efecto priorización de oportunidades.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

MATRIZ C&E		CL	DES	CM	DIS	P	Total
Objetivo	Op.	1	2	3	3	1	10
Clima Laboral	1	X				X	2
	2	X	X				3
	3	X	X				3
	4	X	X				3
	5		X				2
Desarrollo Técnico	6		X	X	X		8
	7		X	X	X	X	9
	8		X	X			5
	9	X	X	X			6
Eficiencia Procesos Mantenimiento	10		X	X	X		8
	11			X	X		6
	12			X			3
	13	X		X			4
	14			X			3
	15		X	X	X		8
Aumentar Disponibilidad	16			X	X		6
	17				X	X	4
	18		X	X	X		8
	19				X		3
	20			X	X	X	7
Disminuir Costos	21					X	1
	22					X	1

8.1.3 Priorización final

Posterior a las priorizaciones según probabilidad de éxito y lo que define la matriz causa – efecto, se obtiene el siguiente gráfico de distribución, en la que mientras más hacia arriba y a la derecha este ubicada la oportunidad es la que se debe dar mayor prioridad como propuesta. Resulta ser al revés para el caso de las que estén ubicados más hacia abajo y a la izquierda, quedando de la siguiente manera:

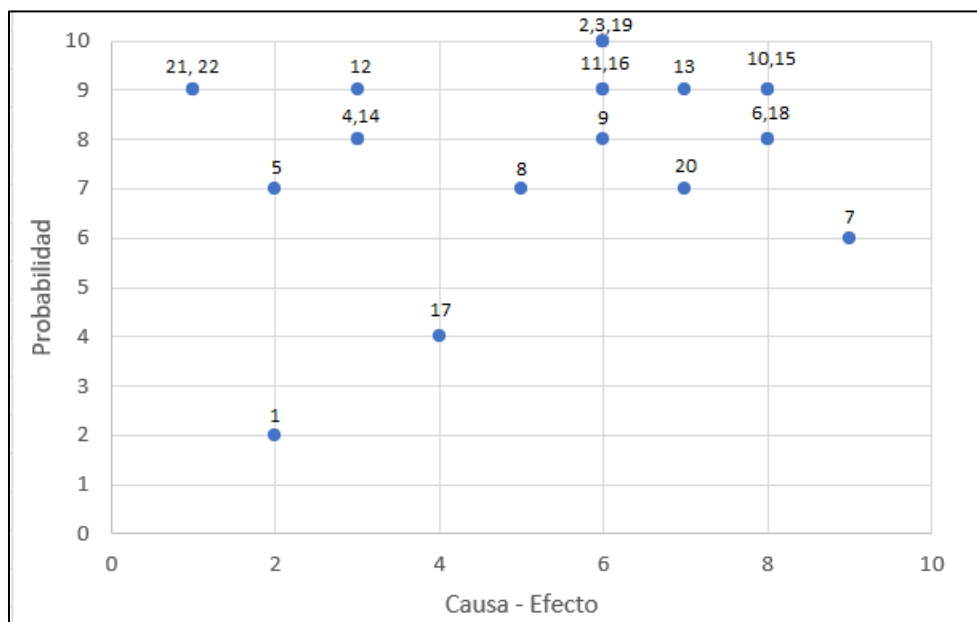


Figura 44: Priorización Final (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Para este caso, se omite la oportunidad 1, 17, 21 y 22, por encontrarse fuera del rango ideal, mientras que para el resto su priorización dará el orden para su uso en la propuesta a presentar.

Para consolidar esta priorización se contrasta con una matriz impacto – esfuerzo, en el cual se subdividirá en cuatro recuerdos que definen Alto Impacto y Alto Esfuerzo (AE / AI), Alto Impacto y Bajo Esfuerzo (BE / AI), Bajo Impacto y Alto Esfuerzo (AE / BI) y el Bajo Impacto y Bajo Esfuerzo (BE / BI).

En este caso se asume el esfuerzo como todo tiempo aplicación mayor a un año, costos mayores de \$10.000.000, necesidad de capacitaciones. Mientras que el impacto se ve una asignación de rol de influencia en un determinado objetivo o más.

Todo lo dicho queda referenciado de la siguiente forma:

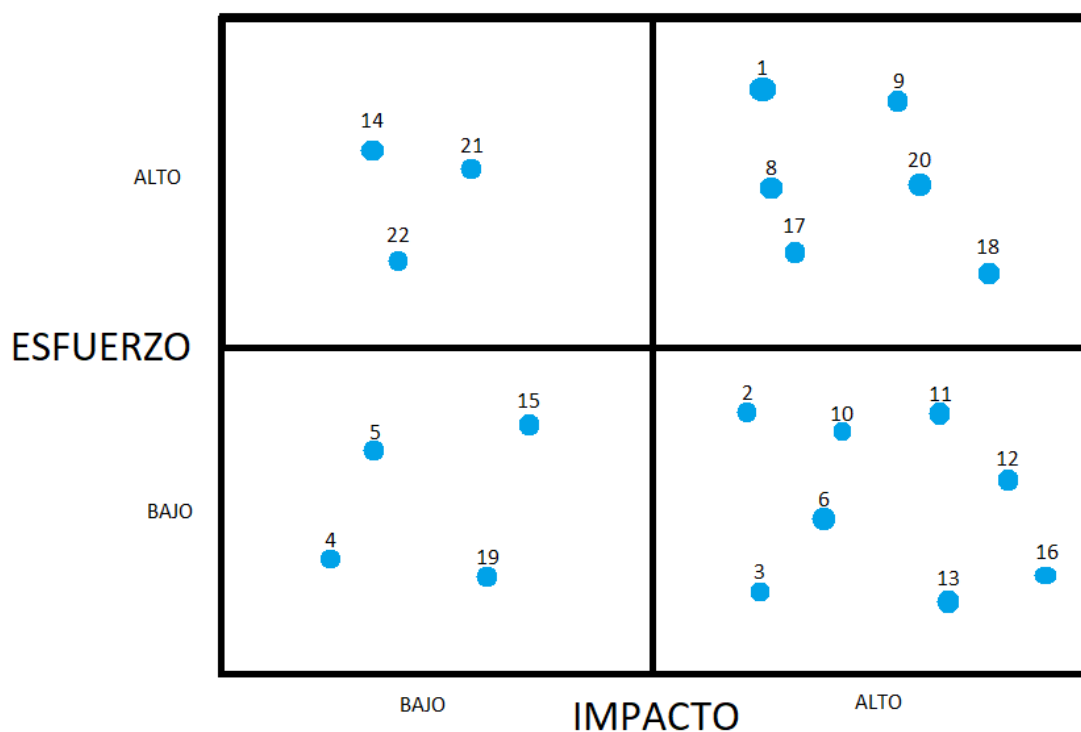


Figura 45: Diagrama Esfuerzo Impacto para priorización oportunidades (Fuente: Elaboración propia, 2021).

El orden no es definido en cada cuadrante, sino que solo se hizo la diferencia entre alto y bajo impacto, como también el alto y bajo esfuerzo posicionando cada oportunidad en el cuadrante que definiera según su nivel de esfuerzo e impacto.

8.2 Plan de propuesta a desarrollar

Con el levantamiento y priorización de las diferentes oportunidades que fueron presentadas a través del análisis, se llega al punto de definir cuál será la propuesta de estrategia de mantenimiento a desarrollar en el área, el cual, tal como fue definido anteriormente, busca diferentes decisiones o acciones que afecten de manera positiva los objetivos estratégicos que involucran al área.

Por lo tanto, todas las oportunidades descritas en la *Tabla 39* buscan una mejora en los indicadores estratégicos, las cuales no poseen una durabilidad corta como se ve en la Carta Gantt, sino más bien, es el tiempo que debiese demorar la consolidación de sus actividades dispuestas, resultando así en 18 acciones que serán constantes a través del tiempo, afectando de cierta manera todo lo relacionado a mantenimiento en Suministros.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

[illegible]

9 IMPLEMENTACIÓN

Finalmente, la implementación de este plan, al tener un tiempo de trabajo similar a todo el 2020, se procede a realizar de manera general las 18 actividades propuestas como estrategia dentro del año, lo cual, junto al levantamiento de la efectividad del mantenimiento, busca resultados claves en febrero de 2021 cuando se actualice el indicador asociado al clima laboral.

Por lo cual, antes de iniciar el desarrollo del plan, se hace una reunión informativa entre el jefe del área, ingeniero, supervisor, planificador y operadores, entregándoles la información sobre el proyecto a desarrollar. Se definieron los objetivos estratégicos, los indicadores existentes y por definir, estructuras y nuevas responsabilidades, generando compromisos en el grupo para lograr resultados en la efectividad del mantenimiento, que consiste en el indicador clave de este trabajo.

Al finalizar todo el proceso de difusión inicia el proceso de implementación, el cual comienza con la oportunidad 10, que consistía en el programa de auditorías internas de mantención, en que junto con el supervisor se revisó la metodología propuesta, dando como resultado en visto bueno, en donde se debía elegir tareas al azar de la semana anterior representando un mínimo del 20% de las tareas, encontrando en los primeros dos meses algunas incidencias en los trabajos hechos, pero que a lo largo del año terminó resultando en un 100% de trabajos sin observaciones, en la que, solo 5 semanas de las 32 semanas de desarrollo presentaron incidencias. A partir de la semana 28 del año se comienza a realizar presentaciones por parte del supervisor para exponer las auditorías enfrente de los operadores, para de esta manera ir consolidando más información sobre los trabajos y observaciones.

Auditorías – Daniel Contreras



11

Figura 46: Presentación de auditorías Semana 31 hecha por Supervisor (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Auditorías S30 - Resultados



Esta semana se auditaron 22 actividades de un total de 84, correspondiente al 26 %, las actividades que se sometieron a revisión cumplieron con lo solicitado e informado, si se encontraron 02 observaciones correspondientes a manómetro de conjunto 3 Air Chiller que presión no corresponde a la del sistema y bobina de válvula solenoide de líquido de Madef N° 3 no corresponde a válvula, se deberá cambiar .

14

Figura 47: Resultados de auditoría Semana 30 junto a observaciones (Fuente: Elaboración propia, 2021).

A finales de marzo, ya con la consolidación de tres semanas de auditorías internas, se dio inicio al desarrollo de la oportunidad 15, el cual presentó menor dificultad en su

implementación, pues las tareas correctivas ligadas al área eran levantadas por operadores vía correo, lo cual al iniciarse en marzo, se levantaban las tareas correctivas hechas durante la jornada por el supervisor y el planificador las incluía como ordenes de trabajo hechas, entrando en el cumplimiento de cada semana aparte del preventivo, dando mayor información al resto del personal sobre la cantidad de tareas hechas semana a semana.

Con las dos primeras oportunidades consolidadas, se inicia con la oportunidad 18, la cual se refiere al análisis de falla. En este caso se observó mucha resistencia por parte de supervisor y operadores al representar una nueva responsabilidad que no estaba dentro de lo que ellos manejaban. Durante extensas jornadas de desarrollo junto al supervisor se fue desarrollando la herramienta de los 5 por qué, consolidando su uso a finales de mayo, mientras que recién en julio algunos operadores iniciaron su uso, con la ayuda de tres capacitaciones desarrolladas en tres meses distintos, logrando la consolidación en solo tres operadores desde el mes de agosto en adelante, ya que la mayoría del personal apelaba falta de tiempo para su desarrollo. Finalmente, en septiembre se logra que todos los operadores inicien su uso, al ver mejoras importantes en el sistema y una mayor adquisición de conocimientos. Se espera en 2021 variar la metodología, pero el inicio al ser tan lento resulta mejor consolidar por más tiempo dicho análisis. A continuación, se deja una tabla con la cantidad de análisis entregados por mes:

Tabla 40: Recepción de análisis de fallas.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Mes	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE
Cant.	5	8	10	11	15	21	28

Esta cantidad de análisis de fallas, referidos en la *Tabla 40* fueron los análisis hechos y recibidos a lo largo del transcurso de la implementación, los cuales iban desde fallas simples como desconexiones en botoneras, hasta fallas mayores como retornos de líquido a los compresores. Hay que destacar que el alto número en diciembre y enero, no son por la cantidad de fallas puntuales en esos meses, sino que se hizo análisis de fallas de fallas antiguas con el fin de no perder el seguimiento de los desarrollos de fallas que necesita el área. El formato de estos análisis está en *Anexos* en la *Figura 65*.

A partir de octubre, surge la iniciativa de proyectar los análisis hechos por los operadores en la reunión semanal del área, en la que cada uno de los operadores debe presentar cada semana la falla más relevante, junto a sus cuestionamientos y desarrollo de la falla, para así hacer partícipes al resto de los operadores. Esta iniciativa se llamó **“Crianza de Falla”**.



Figura 48: Operador presenta su crianza de falla (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Cabe destacar que, durante noviembre el supervisor inició el uso de análisis de causa raíz, el cual consistió inicialmente con una capacitación hecha por el jefe de área, para que así el supervisor pudiese ejecutar esa herramienta y también capacitar a los operadores del área para su desarrollo durante el año 2021.

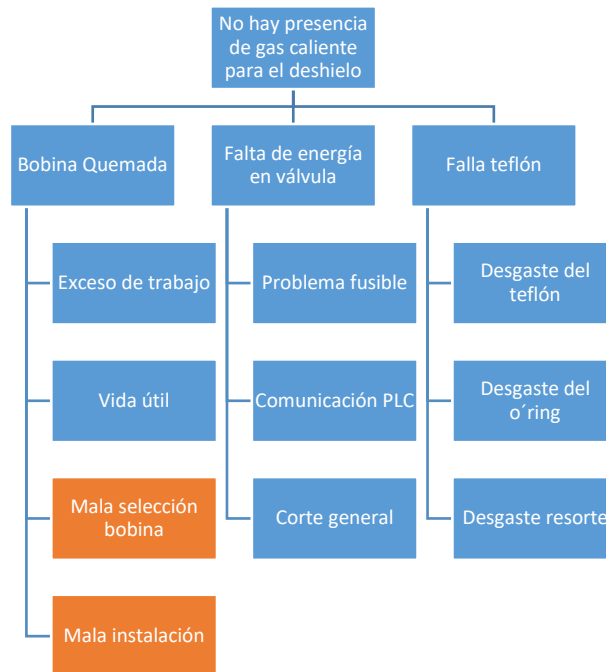


Figura 49: Extracto de análisis de causa raíz en máquinas de hielo (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Durante las últimas semanas de mayo, se hizo un programa breve de capacitaciones internas, en el cual se enfocaba en los ciclos de refrigeración, propiedades, definición teórica de componentes, proceso que duró dos meses para reforzar conceptos. El contenido fue propuesto por el supervisor al ver errores teóricos al momento de hacer análisis del sistema, para también así ayudar a los análisis de fallas de este. Este programa consistía en treinta minutos de charla y consultas todos los martes para así abarcar al total de los operadores. Posteriormente, en octubre se realizaron capacitaciones sobre tratamientos de agua, con peracético y cloro, esto por la inclusión de nuevos operadores al área, para así lograr la estandarización de conocimientos técnicos. Quedando la estructura de capacitaciones del 2020 de la siguiente forma, con operadores participantes incluido:

- Mayo
 - Ciclo de refrigeración: Definición, propiedades, componentes y adaptación a planta. (7 participantes)
- Octubre
 - Tratamiento de agua: Definición, ácido peracético y cloro, ablandamiento, propiedades y equipos presentes. (11 participantes)

Finalmente se genera propuesta de capacitaciones internas 2021, con la experiencia de las hechas durante el transcurso del 2020, que serán hechas por supervisor e ingeniero de la siguiente forma:

Tabla 41: Capacitaciones 2021.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Contenido	ENE	FEB	MAY	JUN	SEP	OCT
Amoniaco						
Compresores y Condensadores						
Aire						
Compresores de aire						
Ácido Peracético						
Sistema de Bombas Planta						

En junio, con un mes de atraso según programación, se inició la oportunidad 13, relacionada con potenciar el cambio de turno dentro del área. Primero se hizo una evaluación de este, en donde no existía una dinámica relevante haciendo el contraste, que de por sí ya no se cumplía, con todo lo anterior, junto al supervisor se hizo la revisión del procedimiento encontrando aspectos interesantes como otros que no.

Ante esto, se generó un nuevo sistema de novedades, los cuales debían ser por Excel, en desmedro de los correos que se enviaba, además de indicar si ciertas novedades ameritaban atención del supervisor según el punto de vista de los operadores. También se otorgó mayor responsabilidad al cambio de turno, ya que, se basaba en la conformidad del turno entrante en cuanto a la información entregada y trabajos, como para el turno de salida, el cual debía estar con confianza de que el operador estuviese asimilando todo lo descrito. Con eso se firman conformidades en documento aparte físico, como también vía correo.

Este cambio de herramienta y responsabilidades entregó cambios de turno mucho más dinámicos, con alta información y con la necesidad de que los operadores no escondan o no mencionen fallas o errores que pudiesen perjudicar a la producción.

En julio, aprovechando las oportunidades 2 y 3, se generó una reunión semanal de área en la cual se debían comunicar los indicadores correspondientes al área e informar todos los proyectos y modificaciones que se harían en el corto plazo, además de agregar las auditorías que desarrollaba el supervisor. En ese sentido, las reuniones inicialmente presentaban la siguiente estructura:

- Cumplimiento Plan de Mantenimiento
- Auditorías
- Gestión y desafíos

El cumplimiento del plan de mantenimiento se enfoca en entregar las cifras de cumplimiento a los operadores, con motivo de llevar a cabo una comunicación transparente de dicho indicador, pero, además se hacían observaciones con respecto a las tareas pendientes, es decir, aquellas tareas que no se hicieron durante la semana. Se comunicaba el porqué de aquello y como se lidiaría con el problema, y también se indicaban aquellas observaciones relevantes que generaban nuevas tareas ligadas a la orden de trabajo con el fin de mejorar el desarrollo del mantenimiento como tal.



Figura 50: Cumplimiento Plan de Mantenimiento Semana 28 (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Observaciones

ORDEN DE TRABAJO EJECUTADA	ORDEN DE TRABAJO O TAREA PENDIENTE GENERADA
LA OT 52206 EJECUTADA POR PATRICIO ORIA E IVÁN ORTEGA CORRESPONDIENTE A REVISIÓN GENERAL DE GENERADORES GENERA LA SIGTE OBSERVACIÓN: "SE CARGAN 15 LTS DE AGUA POR PÉRDIDAS EN EL RADIADOR"	SE REvisa EQUIPO Y CUENTA CON DIFERENTES OBSERVACIONES LO CUAL LLEVA A SOLICITAR SERVICIO DE MANTENCIÓN GENERAL INCLUYENDO RADIADOR, ESTE PRESUPUESTO YA ESTÁ EN PROCESO DE COMPRA.
SE EJECUTA LUBRICACIÓN DE EXTRACTORES E INYECTORES POR DANIEL CONTRERAS EL CUAL REALIZA LA OBSERVACIÓN DE EXCESO DE GRASA EN RODAMIENTOS	SE DECIDE CAMBIAR LA LUBRICACIÓN DE 4 A 8 SEMANAS PARA TENER UNA MANTENCIÓN MUCHO MÁS EXACTA. ESTO TAMBIÉN PERMITE UN AHORRO EN GRASA AZUL.

Figura 51: Observaciones que crean nuevas tareas desde una orden de trabajo (Fuente: Elaboración propia, 2021).



Figura 52: Planificador exponiendo sobre el desarrollo del plan de mantenimiento (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Para el caso de las auditorías, como se mencionó anteriormente, dicha sección la presentaba el supervisor donde comentaba las actividades más relevantes de las que hizo revisión, además de generar las observaciones correspondientes a algunas tareas no hechas con prolijidad o por desconocimiento.

Finalmente, en la sección gestión y desafíos se trataba de validar una de las quejas de los operadores que consistía en la poca comunicación en cuanto a trabajos en el área. Por esto se informaban los trabajos mayores que se estaban gestionando y sobre la ejecución de otros, además de comentar algún indicador de producción en que como área presenta influencia.

Reinstalación de Superheater

- Instalación se hizo durante el domingo 15 de Noviembre, sin problemas, con prueba sobre la marcha, así volviendo el agua tibia (40°C) a los procesos de faena (peladoras y escaldadora).



15

Figura 53: Gestión de mantenimiento mayor (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Posteriormente, solo se agregó la crianza de falla a la estructura de la presentación, generando así la presentación de cada uno de los integrantes del área, operadores, planificador, supervisor e ingeniero, generando una responsabilidad por parte de todos en el constante desarrollo del área.

A finales de julio, en conjunto al supervisor, planificador e ingeniero, se inició el proceso de reevaluación del plan de mantenimiento, en el cual, se dispuso los objetivos esenciales, que consisten en:

- Eliminar máquinas que ya no existen del plan
- Seccionar revisión por tipo de máquinas (Ej. Máquinas de hielo, Compresores, Condensadores, etc.)
- Estandarizar tareas según tipo de máquinas
- Eliminar tareas específicas según la necesidad del plan
- Desarrollar tareas nuevas según comportamiento de los equipos

Con dicho proceso iniciado, se programó una reunión bisemanal para revisar el trabajo hecho por el planificador y así proceder a dar el visto bueno a todas las modificaciones. Las tareas nuevas que se sugieren son según novedades que presente algún equipo para así fortificar el plan preventivo de cada equipo.

Tabla 42: Planificación de revisión plan de mantenimiento.**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

Equipos	S30	S32	S34	S36	S38	S40
Condensadores de Amoniaco						
Compresores de Amoniaco						
Máquinas de Hielo						
Evaporadores						
Bombas de Amoniaco						
Estanques Recirculadores						

En este sentido, por ejemplo, para el primer caso, que fueron los condensadores, se estandarizaron trabajos, y se vieron problemas con un condensador en específico porque poseía otro tipo de tecnología y material, por lo cual, se consiguió el plan de mantenimiento ideal del equipo, se generaron discusiones con respecto a los tiempos de cada actividad y revisiones que no estaban consideradas, además de hacer un contraste con el plan de resto y evaluar tarea por tarea acerca de cual se podría ir adhiriendo al plan de mantenimiento final.

SEGUIMIENTO DE ACCIONES					
N°	ACCIONES	RESPONSABLE	PRIORIDAD	PROGRESO	FECHA COMPROMISO
1	Planes de mtto condensadores homologados	M. Cruz			
2	Disponer HH de mtto condensadores y compresores	M. Cruz			
3	Desarrollo de minutas de trabajo	E. Fabio			
4	Generar carpeta de respaldo capacitaciones	R. Cisterna			
5	Generar registro de capacitaciones para fallas	R. Cisterna			

Figura 54: Extracto de Minuta Reunión SADEMA S30 (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Otro aspecto para tener en consideración en el desarrollo de la reevaluación del proceso de mantenimiento es una oportunidad que estaba planificada para su desarrollo en los meses de noviembre – diciembre, la oportunidad 12, se desarrolló de manera instantánea ya que, con

el fin de generar mejoras en el plan, no solo depende de las tareas del plan, sino que también puede generarse con indicadores nuevos. Tal como se ve en la *Figura 54* se propone crear un indicador por las horas hombres correspondientes a cada tarea del plan preventivo para así gestionar según el tipo de turno la mejor manera en que se desarrolle el cumplimiento.

Por ejemplo, para el caso de los operadores, existen tres tipos de turnos, día, tarde y noche, además de que, en cada turno, a lo menos, existen dos operadores. En ese sentido, se inició la discusión de sobre cómo debe ser la programación según rol, ya que existen dos roles, los cuales son:

- Operador: Colaborador solamente enfocado a labores operativas.
- Mantenedor: Colaborador solamente enfocado a labores de mantención.

Dicho esto, varía el rol varía según turno, por lo cual también las horas hombres disponibles para realizar el trabajo, quedando de la forma:

Tabla 43: Indicador de HH Plan de Mantenimiento.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Turno	Rol	Horas de Operación	HH Mantención
M	O	8	0
M	M	3	5
T	O	4	4
T	M	0	8
N	O	8	0
N	M	6	2

Con este desarrollo simple del indicador, el planificador comenzó a elaborar el cumplimiento semanal de manera mucho más controlada, mejorando cumplimiento y sobre todo mejorando un aspecto que era un asunto complejo pero silencioso, las tareas reasignadas, las cuales entre los propios colaboradores hacían notar quejas sobre la arbitrariedad en que algunos no desempeñaban labores y se reasignaban sin cuestionamiento, lo cual mejoró notablemente dicho aspecto.

A finales de agosto se inició la documentación de fallas, que era la oportunidad 19 sugerida, la cual nace de la necesidad de generar registros relevantes en cuanto a las detenciones de cada uno de los equipos, para así hacer un seguimiento correcto, determinar causas, los tiempos de respuestas, entre otros.

La forma en que se creó el consolidado de detenciones, se planteó con detectar tiempo de detención con días y horas, definir la máquina involucrada con su sistema, tipo de falla, la observación y las acciones correspondientes, lo cual generó los siguientes indicadores que se deben tener en cuenta:

- **Fecha Registro:** Fecha en que se ingresa la detención al sistema, indicando los tiempos de respuesta y comunicación que presenta el área ante cada suceso.
- **Fecha Detención:** Fecha efectiva en que ocurrió la detención según novedades o relato de los operadores.
- **Hora Inicio:** Hora efectiva aproximada en que se produjo la detención según novedades o relato del operador.
- **Hora Término:** Hora efectiva de término de la detención, es decir cuando el equipo quedó cumpliendo su función.
- **Sistema Asociado:** Sistema al cual es dependiente la máquina detenida. Posee tres categorías, aire, frío y agua.
- **Número de Máquina:** Según sistema interno, las máquinas se definen por números, asociándolos de mejor manera en el software de mantenimiento.
- **Detención:** Descripción leve del hecho, indica la falla encontrada en términos simples.
- **Tipo de Detención:** Define el tipo de detención, existiendo dos categorías, Mecánica o Eléctrica.
- **Observación:** Posterior al cierre de la detención se hace una descripción breve de la justificación de esta.
- **Días Detenidos:** Refleja según cálculo los días detenidos asociados a la máquina por el evento.
- **Horas Detenidos:** Aparte de los días, define cuantas horas extras dura detenido.
- **Acción Correctiva:** Se describe la acción inmediata en la máquina.

- **Acción Preventiva:** Se describe la acción analizada para reducir el riesgo de que ocurra nuevamente la detención

Resultando con estos indicadores en el siguiente documento tipo:

FECHA REGISTR	FECHA DETENID	HORA INICIO	FECHA TÉRMINO	HORA TÉRMINO	SISTEMA	N DE MÁQUINA	MÁQUINA	DETENCIÓN	TIPO DE DETENCIÓN	OBSERVACIÓN	DÍAS DETENIDO	HORA DETENIDO	ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN PREVENTIVA
04-nov	29-oct	12:15	30-oct	17:00	REFRIGERACIÓ	1400	COMPRESOR N°1	FALLA DE CORREA	MECÁNICA	FALLA CORREA POR VIDA ÚT	1	4:45	SE CAMBIA CORREAS	SE CREÓ TAREA DE REVISIÓN DE CORREAS DE MANERA MENSUAL

Figura 55: Extracto Consolidado de Detenciones (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Con el consolidado generado y con la ayuda del supervisor se inició la oportunidad 16, la cual se relaciona con la creación y desarrollo del indicador de disponibilidad de equipos en el área, el cual fue calculado según días de detención en primera instancia, con el fin de generar una mejora en unos de los problemas que presentaba el área, que es cuando se dependía de mano de obra externa muchas veces solía demorarse mucho más de lo esperado, por la solicitud de repuestos, la planificación del trabajo, entre otros y la baja criticidad por poseer en algunos subsistemas equipos stand-by, ya que llegan algunos equipos a estar por periodos mensuales detenidos. Entonces con la finalidad de desarrollar esa baja en los días de detención, se aplicó a la unidad días y no minutos u horas que debiese ser más real.

Por ejemplo, para el caso del compresor N°1 que se presenta en la *Figura 55*, aquella detención fue la única de este equipo durante todo el 2020, lo cual entrego el siguiente valor:

$$D = \frac{\text{tiempo total} - \text{tiempo detenido}}{\text{tiempo total}}$$

Teniendo como valores:

- Tiempo total = 315 días = 3.150 hrs.
- Tiempo detenido = 2 días = 20 hrs.

Para el compresor N°1, posee un uso diario de 10 horas, por lo cual se multiplican los días por la cantidad de horas diarias en las cuales se necesitan y donde no está disponible.

Resultando:

$$D = \frac{3150 - 20}{3150} = 99,36\%$$

Esto se fue calculando con cada equipo que presentó detenciones y se expresó el nivel de disponibilidad de cada uno:

Tabla 44: Extracto de planilla de Disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Equipo	Horas Totales Uso	Horas Totales Detenido	Disponibilidad
Compresor N°1	3.150	20	99,36%
Condensador N°3	7.560	1.104	85,39%
Compresor MADEF	2.520	2.400	4,76%

Para el caso anterior, se ejemplifican tres casos, los cuales se tomaron diferentes decisiones:

- **Compresor N°1:** Se presentó corte de correas, se inició proceso de revisión en plan de mantenimiento preventivo.
- **Condensador N°3:** Por vibración se ve daño en estructura y en ventiladores, se hacen planes de mejora volviéndolo a la normalidad. Se proyecta cambio del equipo por sobrepasar la vida útil.
- **Compresor MADEF:** Por análisis de vibraciones, presentaba parámetros fuera de rango, se solicita revisión a externo para reparación, quedando en peor estado, durante diciembre se decide finalmente dar de baja el equipo.

Lo cual, se ve la influencia de medir los tiempos de detenciones, e inclusive, llegando a dar de baja ciertos equipos que no cumplen las necesidades del área. Se proyecta para 2021 el seguir calculando disponibilidad, pero llevando el indicador a horas, pues esto daría resultados más exactos en los valores asociados.

Al comienzo del mes de agosto, en conjunto con el supervisor del área, se inició uno de los desafíos más relevantes del área, el cual era un plan de desarrollo para los operadores, oportunidad 9, este plan va de la mano, en parte, con la reestructuración de los cargos, pero en un principio y ante el ingreso de personal nuevo se observó un déficit importante en el

plan de desarrollo de los nuevos colaboradores en el área, que consistía en no poseer la experiencia necesaria en refrigeración industrial.

Es así como se tomó al primer colaborador nuevo que hizo ingreso y se inició el primer proceso, que fue la asignación inmediata de un operador – tutor, que en dicho momento solo se presentaban dos operadores con la experiencia y manejo de conceptos suficientes para ello, ante esto, se hizo una entrevista a los potenciales operadores – tutores para evaluar la opción de asignar una persona completamente inexperta bajo su tutela.

Uno de esos operadores quiso asumir la responsabilidad, por la cual se dio inicio a la segunda etapa, la planificación de contenidos, el cual se trazó en conjunto al ingeniero del área, el supervisor y el operador tutor definiendo semana a semana los aspectos que iría viendo el nuevo colaborador dentro de la sala de máquinas.

Posterior a las dos primeras etapas de inserción, se lleva la responsabilidad al supervisor de controlar los conocimientos adquiridos, en este caso, un día cada dos semanas se juntaba el supervisor con el colaborador a solas a discutir aspectos técnicos del área y cuando ya se hubiese evaluado todas las preguntas técnicas según pautas, se haría un recorrido práctico en que se iría evaluando preguntas más analíticas.

Etapas Plan de Desarrollo:

- Asignación
- Proceso de aprendizaje
- Evaluación

En este sentido, el proceso de que un operador pasara a ser independiente era después de seis meses, pero con el nuevo proceso de desarrollo, el primer colaborador que entró en el plan se asignó su independencia después de cuatro meses, resultando un desarrollo enorme de dos meses de diferencia, reflejando mejoras sustanciales en el desarrollo de colaboradores nuevos.

En 2021 a la espera de reestructuración de cargos, se espera desarrollar un plan de formato similar para que los operadores vayan avanzando en un mayor manejo de conocimientos y además que puedan adquirir mayores responsabilidades dentro del área.

A finales de agosto, se comenzó con el desarrollo de la oportunidad 20, el cual contempla el diseño de mejoras en los equipos e instalaciones dentro del área. En este sentido, con la gran cantidad de novedades acumuladas a través del año, junto al supervisor se realizó un levantamiento de mejoras críticas que necesitaba el sistema que, junto al apoyo del ingeniero con la evaluación económica, se fue dando una priorización de las mejoras para poder generar un plan de trabajo en torno a estas.

Entre las mejoras sugeridas, se realizaron:

- Aire
 - Mejora en sistema de filtros para reducir humedad del aire
 - Cambio de trazos para optimizar los procesos de secado
- Refrigeración
 - Mejora en cañerías del sistema
 - Recuperación de purgador de gases no condensables
- Agua
 - Realizar sistema independiente de agua sin cloro para mejorar rendimiento de ablandadores
 - Cambio de cañerías y asignación de válvulas para sectorizar ante fallas

Los ejemplos anteriores de mejora, que se ejecutaron con su correspondiente evaluación técnica y económica, no nacieron de idea del supervisor sin más, sino que nacen del largo proceso mencionado con anterioridad. Los análisis de fallas significaron no solo la solución inmediata del problema, sino que también el desarrollo de proyectos muy rentables para el área, en búsqueda de disminuir la cantidad de mantenimientos correctivos, que de cierta manera reduce los costos por alguna posible detención de la producción o por el sobre precio de la mano de obra externa.



Figura 56: Mejora de tramos de cañerías de NH₃ (Fuente: Elaboración propia, 2021).

En septiembre, se procedió con el desarrollo de la oportunidad 8, que consistía en la creación y desarrollo de un sistema de evaluación, el cual en un principio fue difícil de diseñar, pero una empresa externa extendió una invitación sobre un conjunto de charlas relacionadas al rubro de la refrigeración a partir de octubre. En ese sentido, aprovechando dicho impulso, se originó una planificación de evaluaciones relacionadas a lo mismo, pero con evaluaciones que relacionaban aspectos teóricos a conceptos prácticos, y viceversa, con el fin de cuantificar los conocimientos de manera estándar de cada uno de los operadores.

Este programa se apoyó posteriormente en los conocimientos que solicita la cámara chilena de refrigeración para que un operador según norma se le asigne su certificación, así que el plan consistía en el desarrollo completo del operador según lo referido por las instituciones más importantes sobre los conceptos mínimos que debiese manejar.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

		S40	S41	S42	S46	S47	S50	S51
	Contenidos a evaluar	SEPT	OCT	OCT	NOV	NOV	DIC	DIC
EV. 1	1. Ciclo de refrigeración SADEMA -Glicol -Freón -Amoníaco 2. Descripción breve de componentes de cada ciclo							
EV. 2	1. Fundamentos básicos de refrigeración industrial 2. Ciclo de la refrigeración 3. Tipos de sistemas de refrigeración							
EV. 3	1. Definición de Compresor -Componentes -Función -Condiciones de trabajo en SADEMA 2. Definición de Condensador -Componentes -Función -Condiciones de trabajo en SADEMA							

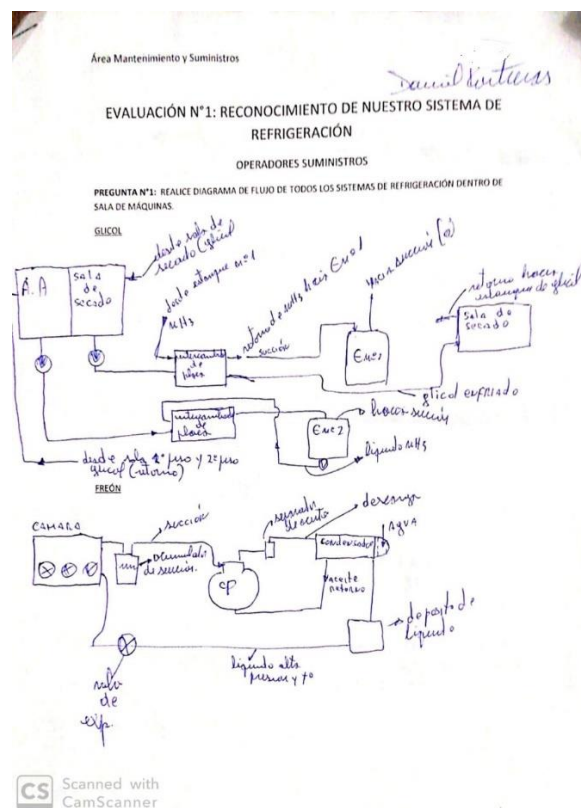


Figura 57: Evaluación a operadores del área (Fuente: Elaboración propia, 2021).

En *Anexos* en la *Figura 64* está la segunda evaluación a los operadores reflejada.

Este desarrollo de evaluaciones generó un feedback importante, ya que se veían reflejadas las principales debilidades teóricas por parte de los operadores, que se podrían ir apaciguando a través del tiempo a través de capacitaciones, charlas o cursos. Pero a la vez generó un gran interés en los operadores en desarrollar su conocimiento, generando discusiones interesantes en las reuniones semanales al tratar la crianza de falla e ir cuestionando lo teórico con problemas prácticos.

Tal como se mencionó en el punto anterior, se inició un ciclo de capacitaciones en el mes de octubre de manera online con uno de los proveedores estratégicos que posee el área en cuanto a refrigeración. En este caso se aprovechó de desarrollar la oportunidad 7, con un alto interés de los operadores posterior a los resultados de las evaluaciones previas.

La participación de los operadores en al menos una charla fue de 100%, pensando en diez operadores, por la suma de dos colaboradores nuevos. Posterior a este ciclo de capacitaciones, durante el mes de noviembre se consiguieron con respecto al aceite y tribología como también en cuanto a los tratamientos de agua y sus definiciones generando en todo un mayor conocimiento sobre temas puntuales, mejores procesos de análisis y mayor compromiso en solucionar problemas, al menos, en lo que respecta a refrigeración.

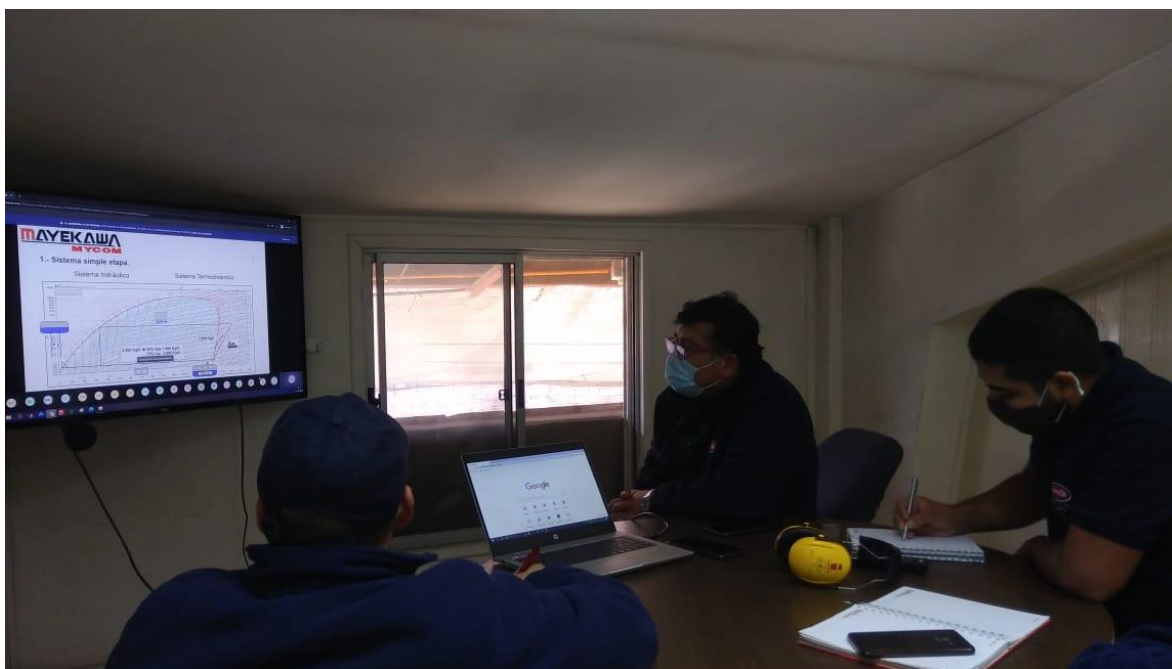


Figura 58: Capacitación online Refrigeración (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Para 2021 se esperan capacitaciones a partir de marzo en adelante, ya que en este período de tiempo muy pocos trabajadores se encuentran en vacaciones y de esta manera la mayoría puede participar.

Finalmente, la última oportunidad designada según el plan fue la 4, que se definía como la creación y desarrollo del indicador de desempeño del operador. Dicho indicador fue creado en este trabajo de título y definido con anterioridad, por lo cual, según la *Ecuación 1* y con la asignación de puntos propuesta en el apartado 7.2.1.8, junto al supervisor se desarrollaron los cálculos y asignaciones obteniendo a tres operadores con un buen desempeño y siete con desempeño medio, logrando sacar los operadores con bajo desempeño vistos durante el año 2019. Esta oportunidad se desarrolló en el mes de diciembre y le dio mayor claridad al supervisor al momento de evaluar al personal para asignaciones de mejores colaboradores del mes y anual que era otro de los inconvenientes del supervisor, el hecho de no poder cuantificar las labores de sus operadores, generando mejores retroalimentaciones sobre fortalezas y debilidades de cada uno, mejorando así la comunicación de todos.



Figura 59: Colaborador del mes, primera elección según indicador de desempeño (Fuente: Elaboración propia, 2021).

9.1 Resultados Implementación

Finalmente, con todas las oportunidades implementadas, en febrero 2021 y con todos los procesos consolidados en el día a día del área de Suministros se procede a evaluar la

Efectividad del Mantenimiento resultante para el año 2020 en comparación con el año 2019, el cual analizando indicador por indicador se vería de la siguiente forma:

- **Clima Laboral:** Durante la encuesta hecha por el año 2020, se observó un alza en distintos puntos, subiendo de un 60% a un 68%, generando un cambio importante entendiendo que el área elevó en dos el número de operadores e indicando que los problemas de comunicación que mencionaban con anterioridad fueron correctamente administrados a través de las instancias de comunicación realizadas.
- **Desempeño:** En el aspecto de desempeño, se integró un operador a los dos que estaban desde el 2019 con un alto desempeño, mientras que los que estaban en un bajo desempeño pasaron a un desempeño medio. Eso sí, dos operadores estuvieron cerca de pasar a un nivel alto, lo que indica que las instancias de aprendizaje, análisis y un buen flujo de comunicación con las auditorías, aportó para mejorar el desarrollo en el cual todos los operadores conllevaron un incremento en ese sentido. Este factor pasó de un 50% a un 65% dando un alza importante del rango del 15%
- **Cumplimiento Plan de Mantenimiento:** Este indicador fue el que presentó el mayor incremento porcentual dentro de todos los factores, ya que de un cumplimiento promedio del 2019 del 70%, el año 2020 pasó a un 92%, reflejando un alto nivel de desarrollo de los planes, e inclusive se llegó en los meses de agosto, octubre y noviembre a un 100% de cumplimiento, indicando aspecto de mejora de manera sustancial, además que ningún mes bajo del 75% siendo marzo el valor menor. Datos consolidados en *Anexos en Tabla 51*.
- **Disponibilidad de Equipos:** Tal como se mencionó anteriormente, la disponibilidad calculada para el año 2019 fue hecho sin mayores registros más que correos con alta relevancia o por la memoria del supervisor, quedando en un 90%, mientras que la disponibilidad de todos los sistemas, con consolidado de detenciones otorgó un 93% dando una mejora, pero debiese llevarse un seguimiento para lo que se demuestre durante el 2021 para así con registros otorgar mayor severidad a la disponibilidad entregada.
- **Presupuesto de Mantenimiento:** Este factor, fue el que tuvo menor variación con respecto al año 2019, ya que pasó de un 101,25% a un 98%, pero es el que se ve con un mayor impacto dentro de la efectividad del mantenimiento, dado que, el pasar un

100% castiga con un 0%, mientras que, si es menor que eso, aumenta el nivel, lo que refleja una buena administración de los gastos. Toda oportunidad de mejora, una mejor crianza en los operadores, una planificación más acertada a las condiciones del área conlleva a una reducción de gastos que se ve en la Efectividad del Mantenimiento.

En resumen, con todos los indicadores vistos y contrastados se observa una mejora importante en todos los puntos, sobre todo al existir procesos o herramientas más formales, persiste aún más la mejora, indicando un balance positivo del plan estratégico elaborado, generando un impacto de mejora en gastos de un 3%. Igualmente es necesario comentar que el presupuesto 2019 era un 28% mayor que el proyectado para el año 2020, por lo cual, el ahorro real es de un valor cercano a los \$40.000.000.- entre año y año, lo que es un monto no menor a considerar. Además de todo el conocimiento, herramientas, capacitaciones y planes de mejora desarrolladas en el área otorgan una mejora relevante con respecto al nivel de mantenimiento que presenta el área.

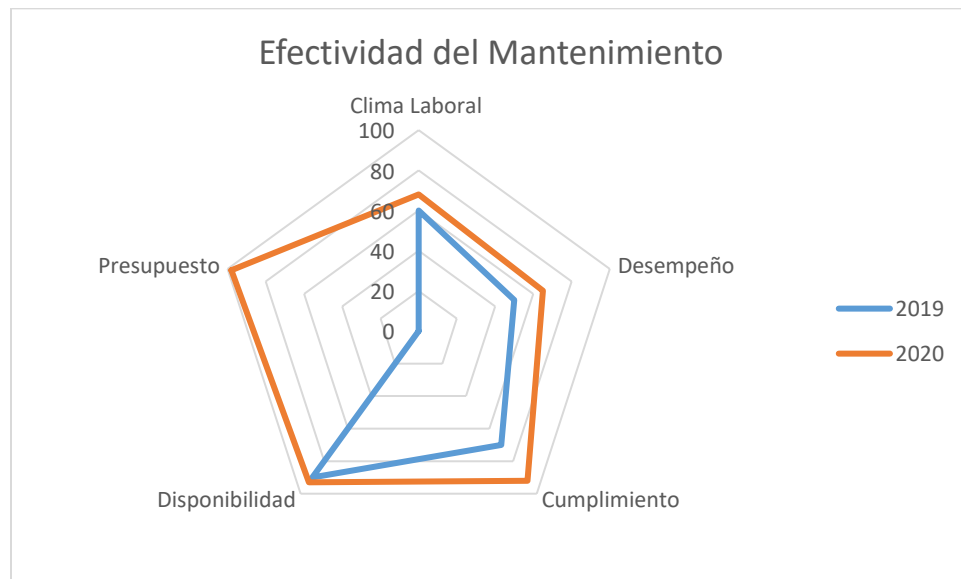


Figura 60: Comparativo de la Efectividad del Mantenimiento 19-20 (Fuente: Elaboración propia, 2021).

10 CONCLUSIONES

Con el trabajo concluido, se toma el objetivo general de este trabajo de título, el cual resulta ser el diseño de una propuesta de un plan estratégico de mantenimiento en la sala de máquinas de una empresa faenadora avícola buscando mejorar la efectividad del mantenimiento dentro de la misma. En este caso, el diseño del plan fue correctamente hecho, dándose entrega a la empresa o al área en cuestión de todas las propuestas evaluadas para desarrollar. Todo este plan fue validado en conjunto a la implementación hecha con dieciocho de las oportunidades trabajadas, que finalmente fueron dieciséis, en donde finalmente se observaron mejoras sustanciales en la efectividad del mantenimiento como indicador clave para el trabajo.

Para el caso de los objetivos específicos y las tareas asociadas se comenta lo siguiente:

- **Realizar levantamiento de información para definir la situación actual en la cual se encuentra la sala de máquinas.** Se comprende en este punto el inmenso rol que cumple sala de máquinas a nivel de planta, a tal grado de tener la capacidad directa de influir en el desarrollo o impedir que se continúe con un proceso de faena. Es de vital importancia un correcto desarrollo de mejoras para un servicio que debe existir de modo 24/7
- **Determinar el marco estratégico que rige en la empresa y trabajar bajo su lineamiento para realizar el plan de mantenimiento adecuado.** Para este caso, se comprende que el tipo de estrategia era solamente sistemático, pero según los objetivos estratégicos existentes a nivel de mantenimiento se entendía que el nuevo tipo de estrategia debía estar enfocado a la alta disponibilidad o alta disponibilidad y confiabilidad, lo cual estaba lejano en un primer momento, pero con el desarrollo de indicadores, acciones y definiciones se comenzó a llevar a cabo el cuestionamiento de la estrategia inicial, afectando en planes de mantenimiento, estructuras de trabajo, entre otros mejorando así los cumplimientos en las tareas de mantenimiento como también el aumento del valor de la disponibilidad.
- **Evaluar y definir el concepto de efectividad del mantenimiento en sala de máquinas.** En un principio la idea de este punto era crear un indicador desde cero, lo cual en el desarrollo del trabajo se observó que muchos indicadores que ya eran parte

del día a día podían satisfacerlo, por lo cual, se asignaron cinco indicadores que fueran capaces de definir a cada uno de los objetivos estratégicos del área, satisfaciendo así a un nuevo indicador global que se veía influenciado de la misma manera por todo el resto dejando así una mejor evaluación del mantenimiento con todos los aspectos esenciales a considerar.

- **Definir problemáticas y priorizarlas para el desarrollo de un plan de mejora de la efectividad del mantenimiento.** En este punto, gracias al análisis FODA se fueron evaluando los distintos problemas que presentaba el área para cada uno de los objetivos estratégicos, y estos problemas presentaron oportunidades y propuestas de mejora que fueron evaluados de manera técnica y económica con el fin de realizar una priorización relevante. Dicha priorización da margen a la propuesta del plan a presentar.
- **Presentar un plan estratégico de mantenimiento a realizar en sala de máquinas con las tareas y acciones relevantes a mejorar.** El plan finalmente fue presentado, con dieciocho oportunidades según evaluación previa hecha. Todo este plan en sí no fue hecho para realizar acciones puntuales para un determinado día ni período, es un cambio estructural y operacional por completo, siendo vital en este punto el modelo de gestión del cambio aplicado ya que debe perdurar en el tiempo para el cumplimiento constante de los nuevos lineamientos que presenta el área.
- **Implementar un plan piloto para visualizar el efecto que producirá en la efectividad de mantenimiento, así pudiendo validar el plan presentado.** El plan piloto en primera instancia sería evaluado por un período breve de tiempo, pero al aumentar el tiempo a un año, se decidió que en vez de ocho acciones se hicieran dieciséis de estas, abarcando por casi completo el plan propuesto de dieciocho acciones, para que finalmente comparando la efectividad del mantenimiento del año 2020 con la del 2019, se viera mejoras en todos los puntos, alza de 8 puntos en clima laboral (60 a 68%), 15 puntos mejor en cuanto a desempeño de los operadores (50 a 65%), 22 puntos de alza en el cumplimiento del plan de mantenimiento (70 a 92%), 3 puntos de alza en la disponibilidad de los equipos (90 a 93%) y un cumplimiento bajo el 100% del presupuesto de mantenimiento (98%), indicando así que el cambio

estructural y de ideales como empresa con el plan levantado fuera validado por el dato de los indicadores.

10.1 Recomendaciones

Después de todo el proceso, resulta relevante seguir levantando aspectos que puedan hacer pasar de una estrategia de alta disponibilidad, que fue el marco estratégico destino al cual apuntaba este plan, a una estrategia de alta disponibilidad y confiabilidad, ejecutando así una mejora ostensible en el desempeño del mantenimiento como área.

Otros aspectos para considerar son el manejo y desarrollo de documentación operacional, que son apoyos importantes al momento de generar cambios culturales ya que son los únicos que pueden regular la estandarización ante cualquier cambio en el área.

El orden y limpieza es un punto importante para implementar dentro del área, ante la constante búsqueda de la excelencia, ejemplo de esto es aplicar la metodología 5S, que resulta un cambio relevante en la estructura operacional.

Una propuesta importante también sería aplicar conocimientos de Lean al área, el hecho de que esta filosofía ataque a las mejoras buscando como base el desarrollo desde el operador, la base de cada acción, hacia arriba lo hace sumamente interesante por el importante rol que presentan cada una de las personas que componen el área.

Finalmente, como último comentario, uno de los aspectos que dio un alto interés y motivación para desarrollar esta memoria, fue la constante búsqueda del desarrollo integral del área, no solo enfocado en las máquinas, sus indicadores y proyectos, sino que el desarrollo de todo el personal para ir en crecimiento continuo, por lo cual, recomiendo incansablemente el poder desarrollar metodologías o planes siempre buscando el crecimiento de las personas, ya que estas son las que dan siempre vida a todo el proceso.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Baza, A. (24 de Julio de 2018). *Agenda Innovación: El Mostrador*. Obtenido de El Mostrador: (<https://www.elmostrador.cl/agenda-pais/2018/07/24/experto-sobre-mejora-continua-empresarial-las-mejores-decisiones-nacen-en-el-terreno-y-no-solo-de-la-mente-de-un-gerente/>)
- Bernoconi, E. (2012). *Analizando Fallas*. Obtenido de Información en línea: <http://analizandofallas.blogspot.com>
- Calidad Total. (31 de Marzo de 2018). *Calidad Total sitio web*. Obtenido de Modelo Lewin: <http://ctcalidad.blogspot.com/2018/03/modelo-de-lewin-gestion-del-cambio.html>
- Cero grados celsius. (23 de Diciembre de 2014). *Caro grados Sitio Web*. Obtenido de Ciclo básico de la refrigeración: <https://0grados.com.mx/ciclo-basico-de-la-refrigeracion/>
- Cheyre, J. E. (22 de Septiembre de 2015). *Estrategia y Focalización: Medios*. Obtenido de Centro de Estudios Internacionales UC: <http://centroestudiosinternacionales.uc.cl/medios/1088-estrategia-y-focalizacion>
- Chiavenato, I. (2008). *Gestión del Talento Humano*. México: McGraw-Hill.
- COVENIN 3049. (1993). *Mantenimiento. Definiciones*. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- COYDO. (28 de Febrero de 2021). *Control y dosificación Sitio Web*. Obtenido de BOMBA TEKNA EVO TCK: <https://controlydosificacion.com/367-bomba-dosificadora-temporizada-tekna-evo-tck.html>
- Cross, B. &. (17 de Abril de 2017). *Blackberry & Cross*. Obtenido de Herramientas Blackberry & Cross: http://i4is.blackberrycross.com/app/cms/www/index.php?pk_articulo=861
- Dical Miami. (28 de Febrero de 2021). *Dical Miami Sitio Web*. Obtenido de Válvulas de expansión manual: http://www.dicalmiami.com/portfolio_page/valvulas-de-expansion-manual/
- E-Manuales. (s.f.). *E- Manuales Sitio WEB*. Obtenido de Ciclo PDCA: <https://www.e-manuales.com/ciclo-pdca/>
- FAO. (2010). ¿Qué es una política Forestal Nacional? Elaboración de una política forestal eficaz., (págs. 5-16).
- Flores, C. (2018). *CREACIÓN DE UN PROYECTO DE MEJORA EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LA UNIDAD DE MANTENCIÓN DE LA UTFSM CAMPUS SAN JOAQUÍN*.
- Fractal. (28 de Febrero de 2021). *Fractal Web Site*. Obtenido de <https://app.fractal.com/#login>

- García, S. (2014). *Ingeniería del Mantenimiento - Manual Práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*. Renovetec.
- GUENTNER. (28 de Febrero de 2021). *GUENTNER WEB SITE*. Obtenido de Manual de operación condensador: https://www.guentner.com.mx/fileadmin/literature/america/Evaporative_Condenser/ECOSS_Brazil_Info_BRO_102_V3.6_POR_07.2015_web.pdf
- Gutierrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. McGraw-Hill.
- Hidrosoluciones. (28 de Febrero de 2021). *Hidrosoluciones Sitio Web*. Obtenido de Provisión de Ablandadores Automáticos de Agua : <http://www.hidrosoluciones.com.ar/ablandadores.php>
- ISO. (2014). *ISO 55.000: Gestión de activos*.
- isolucion. (29 de Septiembre de 2017). *isolucion Web Site*. Obtenido de La forma más poderosa de hacer análisis de causa raíz: <https://web.isolucion.com.co/la-forma-mas-poderosa-de-hacer-analisis-de-causa-raiz/>
- KRACK. (28 de Febrero de 2021). *Krack Sitio Web*. Obtenido de Coils for Walk-Ins: <https://www.krack.com/es/node/20116>
- Manuales Frigoríficos. (20 de Febrero de 2017). *Manuales Frigoríficos Sitio Web*. Obtenido de Manual de servicio Mycom serie V: <https://manualesfrigorificos.com/index.php/manuales/file/162-manual-de-servicio-mycom-serie-v>
- Mintzberg, H., Quinn, J. B., & Voyer, J. (1991). *El Proceso Estratégico*. Prentice Hall Hispanoamericana.
- Osorio, G. (2012). *Diagnóstico integral al área de mantenimiento de una empresa del sector servicios en aire acondicionado del Valle de Aburrá*. Repositorio Universidad EAFIT.
- Prominent. (28 de Febrero de 2021). *Prominent Sitio Web*. Obtenido de Bomba dosificadora peristáltica DULCO flex Control – DFXa: Bomba de Ácido Peracético.
- RAE. (13 de Febrero de 2021). *Definiciones: Mantenimiento*. Obtenido de Real Academia Española Sitio Web: <https://dle.rae.es/mantenimiento>
- RAE. (20 de Febrero de 2021). *Real Academia Española*. Obtenido de Definición: Eficacia: www.rae.es
- Rojas, M., Jaimes, L., & Valencia, M. (2018). Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. *Revista Espacios*, 11.
- Suministros, S. (2020). *Análisis de causa raíz Máquinas de Hielo*. Santiago.
- UNE-EN 13306. (2018). *EN 13306:2018*. UNE.

Wellford. (28 de Febrero de 2021). *Wellfor Sitio Web*. Obtenido de Bombas sumergibles WORTHINGTON : <http://www.wellford.cl/productos/bombas-sumergibles/bombas-sumergibles-worthington>

12 Anexos

Tabla 46: Indicadores y sus porcentajes 2018 - 2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Indicadores	2018	2019
Clima Laboral	75	60
Desempeño	0	50
Cumplimiento	67	70
Disponibilidad	0	90
Presupuesto	99,5	0

Tabla 47: Indicadores y sus porcentajes 2019 – 2020.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Indicadores	2019	2020
Clima Laboral	60	68
Desempeño	50	65
Cumplimiento	70	92
Disponibilidad	90	93
Presupuesto	0	98

Tabla 48: Tabla de priorización según probabilidad de éxito.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidades	Factibilidad	Costos	Tiempo	Percepción	Conocimientos	Total
Opor. 2	2	2	2	2	2	10
Opor. 3	2	2	2	2	2	10
Opor. 19	2	2	2	2	2	10
Opor. 10	2	2	2	1	2	9
Opor. 11	2	2	1	2	2	9
Opor. 12	2	2	1	2	2	9
Opor. 13	2	2	2	1	2	9
Opor. 15	2	2	1	2	2	9
Opor. 16	2	2	2	1	2	9
Opor. 21	2	2	1	2	2	9
Opor. 22	2	1	2	2	2	9
Opor. 4	2	2	2	1	1	8
Opor. 6	2	2	1	2	1	8
Opor. 9	2	2	0	2	2	8
Opor. 14	2	2	1	1	2	8
Opor. 18	2	2	1	1	2	8
Opor. 5	0	2	2	1	2	7
Opor. 8	2	2	1	1	1	7
Opor. 20	2	1	1	2	1	7
Opor. 7	0	1	1	2	2	6
Opor. 17	0	0	0	2	2	4
Opor. 1	0	1	0	0	1	2

Tabla 49: Tabla comparativa de oportunidades entre valores de causa-efecto y probabilidad de éxito.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Oportunidades	Causa - Efecto	Probabilidad
7	9	6
10	8	9
15	8	9
6	8	8
18	8	8
13	7	9
20	7	7
2	6	10
3	6	10
11	6	9
16	6	9
9	6	8
8	5	7
17	4	4
19	6	10
12	3	9
4	3	8
14	3	8
5	2	7
1	2	2
21	1	9
22	1	9

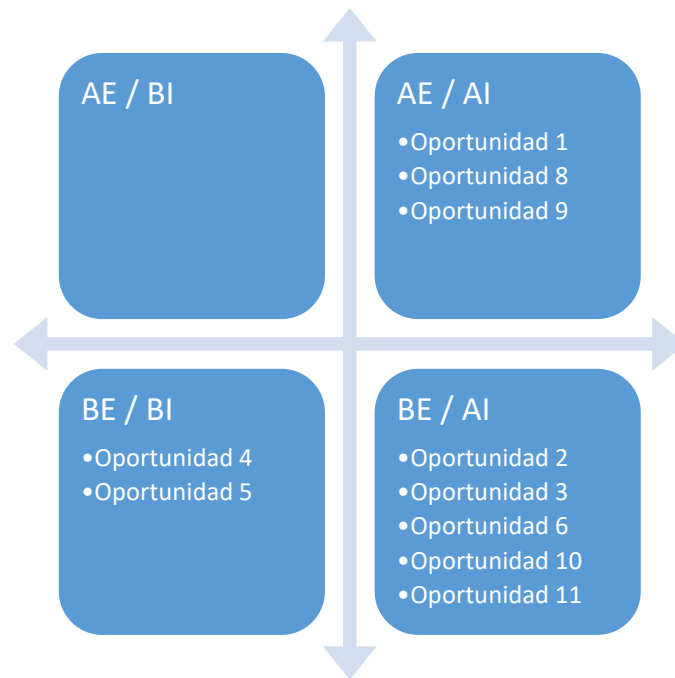


Figura 61: Matriz Impacto - Esfuerzo para priorización desde oportunidad 1 - 11 (Fuente: Elaboración propia, 2021).

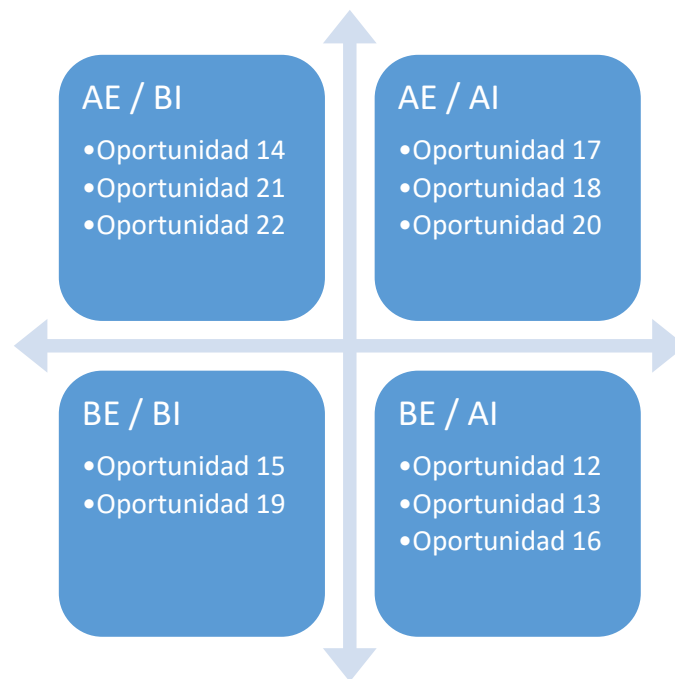


Figura 62: Matriz Impacto - Esfuerzo para priorización desde oportunidad 12 - 22 (Fuente: Elaboración propia, 2021).

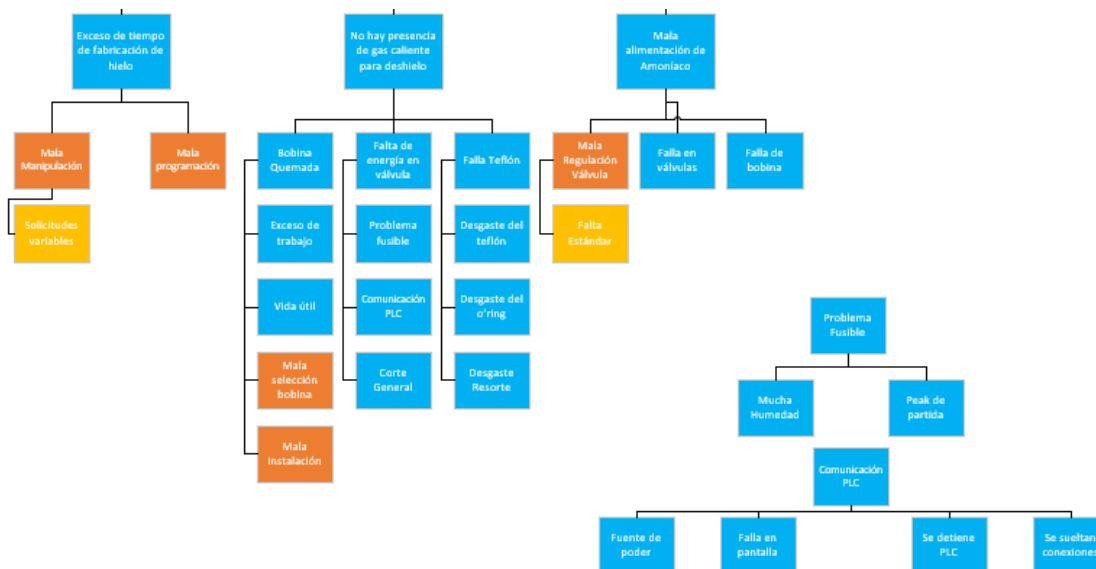


Figura 63: Extracto de análisis de causa raíz con distintos tipos de fallas. (Fuente: Supervisor Sala de máquinas, 2020).

Tabla 50: Cumplimiento Mantenimiento Semana 28.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Operadores	OT HECHAS	OT DESIGNADAS
RICHARD DÍAZ	22	22
NICOLÁS SALAZAR	7	7
PATRICIO ORIA	12	12
MARCO RAMOS	18	18
DANIEL CONTRERAS	10	10
MARCOS CRUZ	9	9
DANIEL LAGOS	3	3
CARLOS BENAVIDEZ	2	2
EXTERNO	28	28
SIN OPERADOR	0	14
TOTAL	111	125

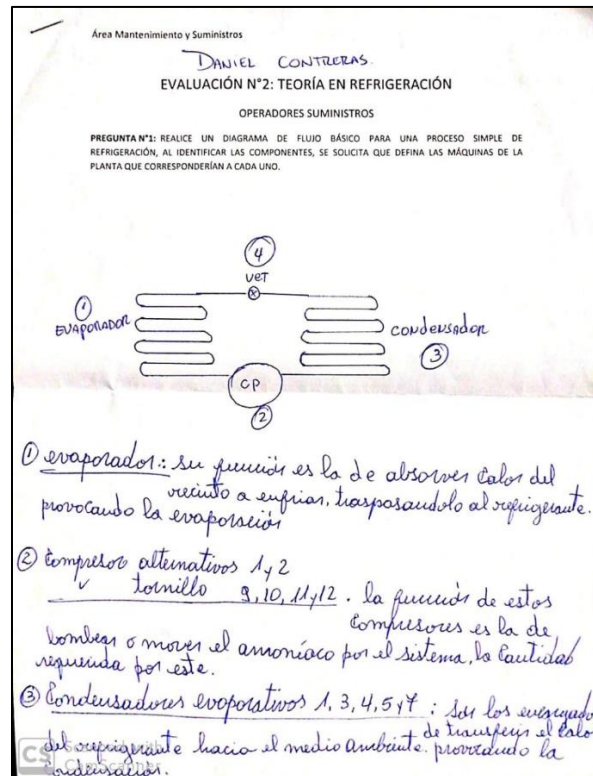


Figura 64: Evaluación Operadores 2 (Fuente: Elaboración propia, 2021).

ÁNALISIS DE FALLA		Folio:
Máquina		Operadores involucrados
Fecha de falla		
Hora de falla		
Sistema		
Falla		
Antecedentes		
Análisis de 5 por qué		
¿Por qué?		
¿Por qué?		
¿Por qué?		
¿Por qué?		
¿Por qué?		
Acción correctiva		
Sugerencias		

Figura 65: Formato de análisis de falla (Fuente: Elaboración propia, 2021).

Tabla 51: Nivel de cumplimiento 2020.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

MES	CUMPLIMIENTO
ENERO	80%
FEBRERO	78%
MARZO	75%
ABRIL	95%
MAYO	90%
JUNIO	94%
JULIO	98%
AGOSTO	100%
SEPTIEMBRE	95%
OCTUBRE	100%
NOVIEMBRE	100%
DICIEMBRE	93%
TOTAL	92%