

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

**PROPUESTA DE MEJORA PARA ÁREA DE MANTENIMIENTO
DE GODREJ CHILE**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Ingeniero en
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:

Sr. José Benjamin Uribe Alvear

Profesor Guía:

Ing. Pablo Andrés Duque Ramírez

Dedicatoria

Quisiera dedicar este proceso a mi madre, ya que, fue, es y será un pilar fundamental para mí. Agradecer al profesor Pablo Duque Ramírez por ser un gran docente, cuyo compromiso y dedicación a logrado inspirarme a alcanzar nuevas metas en la vida.

RESUMEN

Keywords: AUDITORIA DE MANTENIMIENTO, BRECHAS CON OPORTUNIDAD DE MEJORA, PROPUESTAS DE MEJORA, ANALISIS CUANTITATIVO, ANALISIS CUALITATIVO.

El presente trabajo de título está enfocado en propuestas de mejora para el área de mantenimiento de la empresa Godrej Chile. En una primera instancia, se procedió a conocer el contexto operacional en los que se encuentran operando los activos de la empresa en las áreas de servicios, fabricación y envasado, por consiguiente, se llevó a cabo una auditoria de mantenimiento llamada “AMORMS” propuesta por Carlos parra y Crespo, con el fin de, encontrar las respectivas brechas con oportunidades de mejora, enfocándose en las fases de eficacia (fase uno, dos y tres) del modelo de gestión de mantenimiento, obteniendo como resultado general “proceso debajo del promedio” en la totalidad de las fases.

En el capítulo dos se procedió a analizar los resultados específicos de los puntos de la fase de eficacia de la auditoria y un análisis de la entrevista personal de Godrej Chile, para así realizar las propuestas de mejora aterrizadas al contexto operacional de la empresa. Se propuso estrategias y herramientas efectivas de mantenimiento para las fases anteriormente mencionadas, para alinear los objetivos de mantenimiento con los objetivos corporativo del negocio, jerarquizar los activos por criticidad de riesgo y aplicar un análisis causa raíz a los activos críticos, con el objetivo de llevar los resultados obtenidos en la auditoria de mantenimiento a un “proceso estándar promedio”, aumentar la disponibilidad y maximizar la rentabilidad los activos.

En el capítulo tres se llevó a cabo tanto un análisis cualitativo como cuantitativo para las propuestas realizadas en el capítulo dos, con el fin de, demostrar el potencial éxito de las estrategias, herramientas y la nueva filosofía de trabajo implementada

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

INTRODUCCIÓN 9

 OBJETIVO GENERAL 10

 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....10

CAPÍTULO 1: CONTEXTO OPERATIVO Y APLICACIÓN DE AUDITORIA
.....11

 1. CONTEXTO OPERATIVO Y APLICACIÓN DE AUDITORIA 12

 1.1. CONTEXTO OPERACIONAL 12

 1.1.1. Turnos y horarios de producción de Godrej Consumer product:.....13

 1.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL 13

 1.2.1. Descripción de cargos.....15

 1.2.2. Descripción de áreas 19

 1.3. APLICACIÓN DE LA AUDITORIA AMORMS 31

 1.3.1. Resultados generales de la auditoria AMORMS 33

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE AUDITORIA Y PROPUESTAS DE MEJORA .35

 2. ANÁLISIS DE AUDITORIA Y PROPUESTAS DE MEJORA.....36

 2.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ESPECÍFICOS DE LA
AUDITORIA.....36

 2.1.1. Resultados específicos fase uno 36

 2.1.2. Resultados específicos fase dos.....38

 2.1.3. Resultados específicos fase tres.....39

 2.2. ANÁLISIS DE LA ENTREVISTA PERSONAL DE GODREJ CHILE40

 2.3. PROPUESTAS DE MEJORA.....41

 2.3.1. Fase 1 41

 2.3.2. Fase 2 57

 2.3.3. Fase 3 62

CAPÍTULO 3: Evaluación Técnica y económica de las propuestas.....72

3. Evaluación técnica y económica de las propuestas.....73

3.1. ANÁLISIS Cualitativo 73

3.1.1. Formación Norma ISO 55000. 73

3.1.2. Indicadores del BSC 75

3.1.3. Matriz Cualitativa de criticidad de riesgos.....78

3.2. ANÁLISIS Cuantitativo 79

3.2.1. Escenario Nominal 79

3.2.2. Escenario Real y Sensibilización.....80

3.2.3. Costos de inversión para la implementación 82

CONCLUSIONES 86

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN 87

Anexos.....88

Anexo A.....88

ÍNDICE DE ECUACIÓN

Ecuación 2-1 Calculo de porcentaje de costo de mantenimiento frente al costo de producción.....44

Ecuación 2-2 Calculo de disponibilidad 45

Ecuación 2-3 Calculo de tiempo promedio para reparar.....45

Ecuación 2-4 Calculo de tiempo promedio entre fallas 46

Ecuación 2-5 Calculo de índice de capacitación.....46

Ecuación 2-6 Calculo del porcentaje del presupuesto semestral del área de mantenimiento utilizado.....47

Ecuación 2-7 Calculo del valor económico agregado.....48

Ecuación 2-8 Calculo de la confiabilidad 49

Ecuación 2-9 Calculo del porcentaje de cumplimiento de Mantenimiento Preventivo ...49

Ecuación 2-10 Calculo del porcentaje de repuestos críticos pedidos a tiempo.....50

Ecuación 2-11 Calculo de la tasa de retención del personal 50

Ecuación 2-12 Matriz de criticidad de riesgos 57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1 Gráfico Radial con los resultados generales de la auditoria de mantenimiento.....34

Gráfico 2-1 Grafico Radial con los resultados específicos (FASE 1) 37

Gráfico 2-2 Grafico Radial con los resultados específicos (FASE 2) 38

Gráfico 2-3 Grafico Radial con los resultados específicos (FASE 3) 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Modelo de Gestión del Mantenimiento	32
Figura 2-1 Símbolos del Árbol de falla.....	63

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1-1 Organigrama de las áreas de Mantenimiento y producción	14
Diagrama 1-2 Funcionamiento de la Caldera.....	20
Diagrama 1-3 Funcionamiento de la Planta de Osmosis	21
Diagrama 1-4 Funcionamiento de los Tratamientos de residuos	22
Diagrama 1-5 Funcionamiento del Túnel de Perlas	24
Diagrama 1-6 Funcionamiento de la maquina TGM1 y TGM 3.....	26
Diagrama 1-7 Funcionamiento de la maquina TGM2	27
Diagrama 1-8 Funcionamiento de la maquina Tema 4	28
Diagrama 1-9 Funcionamiento de la maquina TECMAR.....	29
Diagrama 1-10 Funcionamiento de la maquina MEWES.....	30
Diagrama 2-1 Mapa estratégico	43
Diagrama 2-2 Matriz de priorización de problemas	65
Diagrama 2-3 Árbol de falla	66
Diagrama 2-4 Árbol de falla	67
Diagrama 2-5 Árbol de falla	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Horarios de turnos de empresa Godrej Chile	13
Tabla 1-2 Numero de operarios del turno de día (Fraccionamiento, Fabricación y Envasado).....	18
Tabla 1-3 Numero de operarios del turno de noche (Fabricación y Envasado) ...	18
Tabla 1-4 Resultados generales de la auditoria AMORMS.....	33
Tabla 2-1 Niveles de utilización	52
Tabla 2-2 BSC propuesto para Godrej Chile.....	53
Tabla 2-3 BSC propuesto para Godrej Chile. (Continuación).....	54

Tabla 2-4 BSC propuesto para Godrej Chile. (Continuación).....55

Tabla 2-5 BSC propuesto para Godrej Chile. (Continuación).....56

Tabla 2-6 Factor de frecuencias de fallas de la matriz MCCR.....58

Tabla 2-7 Factor de consecuencias de la matriz MCCR 59

Tabla 2-8 Impacto en producción de la matriz MCCR 59

Tabla 2-9 Impacto por baja mantenibilidad de la matriz MCCR 60

Tabla 2-10 Impacto en costos de mantenimiento (CM) de la matriz MCCR.....60

Tabla 2-11 Criticidad 5 x 5 61

Tabla 2-12 Impacto en costos de mantenimiento (CM) de la matriz MCCR.....64

Tabla 3-1 Contenido de la Formación de Norma ISO 55000.....73

Tabla 3-2 Contenido de la Formación de Norma ISO 55000 (Continuación).....74

Tabla 3-3 Contenido de la Formación de Norma ISO 55000 (continuación) 75

Tabla 3-4 Criticidad 5 x 5 con equipos priorizados.....78

Tabla 3-5 Escenario Nominal Equipo TGM1.....79

Tabla 3-6 Escenario Nominal Equipo TGM1.....81

Tabla 3-7 Costos de inversión para la implementación.....83

Tabla 3-8 Costos de inversión para la implementación.....84

INTRODUCCIÓN

En un entorno empresarial en constante evolución y competitividad, el área de mantenimiento es fundamental para asegurar que las operaciones se realicen de manera eficiente y continua para así asegurar la disponibilidad de los activos. Para lograr esto, es necesario mejorar y fortalecer los objetivos y estrategias de mantenimiento existentes, de manera que estén alineadas de forma efectiva con los objetivos estratégicos de la organización.

Godrej Chile, empresa dedicada al consumo masivo, especializada en el sector de cuidado y belleza, surge la necesidad de evaluar y abordar las brechas en el área de mantenimiento, ya que cuentan con un plan de mantenimiento, pero no saben si realmente es el óptimo, lo que se logra traducir como un desconcierto respecto a la efectividad real, en consecuencia, a lo anteriormente mencionado, trabajan solo con planes de acción correctivos. Cuentan con herramientas de mantenimiento como el software “SAP” que no son utilizadas, esto quiere decir que no se generan datos históricos fiables respecto a los planes de acciones que se realizan en las áreas de servicio y producción, lo que limita la medición y la visibilidad de los procesos.

En respuesta a esta problemática se lleva a cabo una auditoria de mantenimiento AMORMS para poder conocer el estado actual de la planta. Los resultados de los pilares de la auditoria en su mayoría fueron de un “proceso por debajo del promedio”, por lo tanto, se visualizan brechas con oportunidad de mejora. Este trabajo de título aborda las fases de eficacia del modelo de gestión de mantenimiento propuesto por Parra y Crespo con el fin de generar propuestas viables y aterrizadas al contexto operacional actual de Godrej Chile, evaluando las propuestas de manera técnica-económicamente para así asegurar la disponibilidad y rentabilidad de los activos de las áreas de servicio y producción.

OBJETIVO GENERAL

Proponer mejoras mediante la auditoria de mantenimiento mejorando la fase de eficacia del modelo de gestión de mantenimiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la planta a través de la auditoria de mantenimiento para la determinación de oportunidad de mejora.
- Proponer planes de mejora en función de los resultados de la auditoria de mantenimiento para la optimización de la eficacia del modelo de gestión de mantenimiento.
- Evaluar a través de un análisis técnica y económicamente las propuestas planteadas para la generación de un plan de acción.

CAPÍTULO 1: CONTEXTO OPERATIVO Y APLICACIÓN DE AUDITORIA

1. CONTEXTO OPERATIVO Y APLICACIÓN DE AUDITORIA

A modo de introducción al capítulo, es de vital importancia tener bien definido el contexto operacional, ya que, se obtienen datos e información relevante para llevar a cabo propuestas de mejoras aterrizadas a dicho contexto operacional respecto de las brechas descubiertas en la auditoria de mantenimiento aplicada, a continuación, se presenta una serie de información entregada por la empresa y la aplicación de la auditoria.

1.1. CONTEXTO OPERACIONAL

Cosmética Nacional, empresa que compró “Godrej consumer products”, se encuentra ubicada en Vargas Fontecilla 3830, Quinta Normal, región Metropolitana. Con respecto a la condición climática de trabajo se encuentra en un clima mediterráneo con estaciones bien definidas. El área de servicios y producción están bajo temperaturas ambientes.

Godrej Chile se encuentra en la industria de consumo masivo, donde se dedica a la producción y comercialización de productos de cuidado personal y cosméticos que son adquiridos y utilizados regularmente por la población en general. Se dedica al negocio del cuidado y la belleza, ofreciendo una amplia gama de productos fabricados para satisfacer las necesidades de cuidado personal y realzar la belleza de los consumidores.

En cosmética nacional se fabrica:

- Shampoo
- Acondicionador
- Cera depilatoria en barras y perlas
- Tintura capilar
- Queratina frasco oxidante

Siendo el Core Business los productos marca “Ilicit”.

La empresa se comporta como un proceso por lote, ya que se caracteriza por producir distintos tipos de productos en sus líneas, para esto se debe cambiar el formato de los equipos con respecto a la demanda de productos.

La compañía se rige mediante un documento de buenas prácticas de manufactura y por el ISP (Instituto de salud pública). Las áreas de producción y servicio, se rige bajo el decreto supremo 239 (Legisla plantas cosméticas el instituto de Salud Pública). Trabajan con la norma ISO 22716, que ayuda a la empresa a establecerse sobre las buenas prácticas de fabricación para productos cosméticos.

1.1.1. Turnos y horarios de producción de Godrej Consumer product:

A continuación, se dan a conocer los horarios de Godrej Chile, cabe destacar que los días feriados no se trabajan en la empresa.

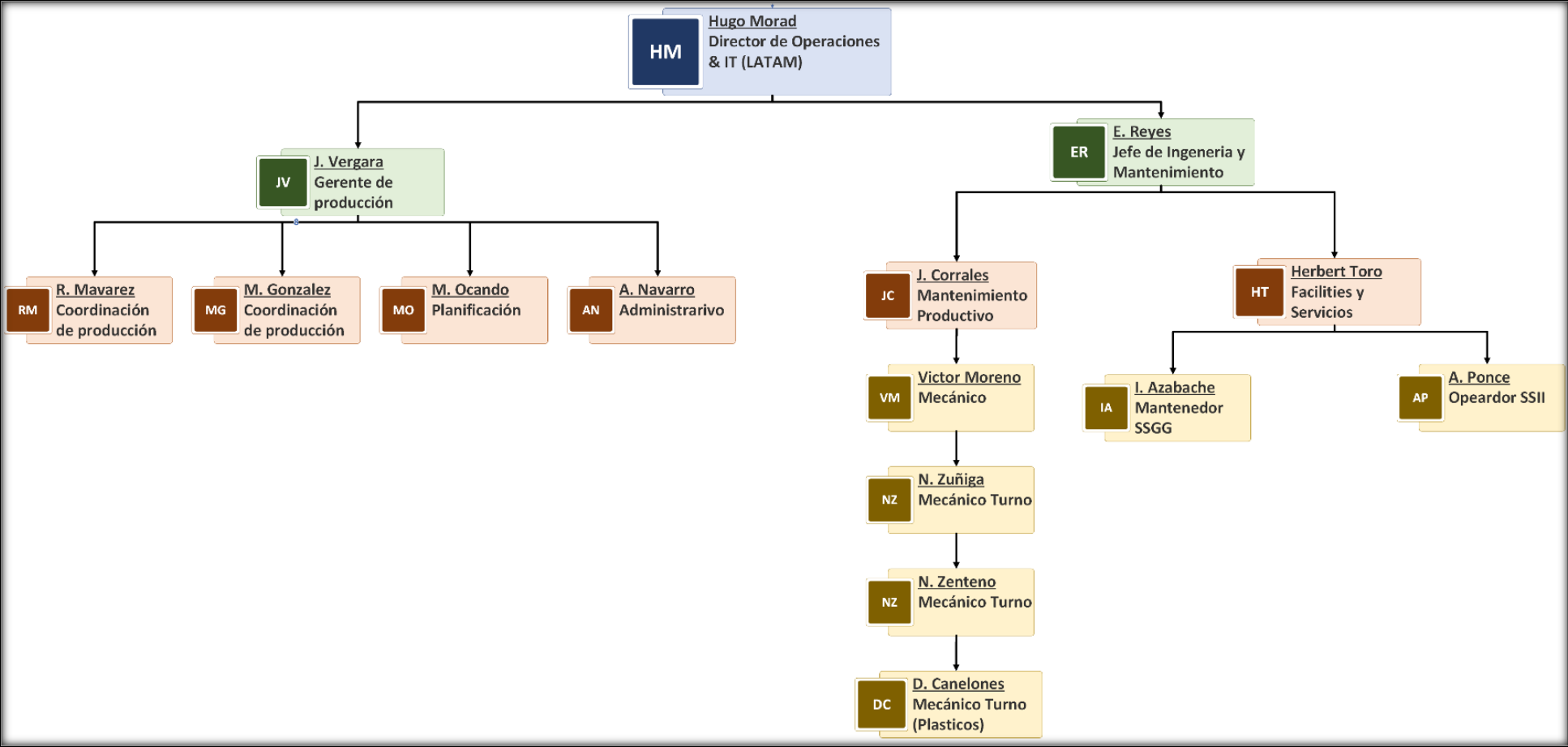
Tabla 1-1 Horarios de turnos de empresa Godrej Chile

Turno Día	
Lunes a viernes	De 8:00 a 17:30 horas
Colación	45 min
Turno Noche	
Lunes a viernes	De 21:30 a 07:30 horas
Colación	45 min

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por la empresa.

1.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

A continuación, se presenta la estructura organizacional y la descripción de cada cargo de producción y mantenimiento de Godrej Chile.



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por la empresa.

Diagrama 1-1 Organigrama de las áreas de Mantenimiento y producción

1.2.1. Descripción de cargos

Se procede a describir en detalle los puestos de trabajo de la empresa.

1.2.1.1. Jefaturas

- **Director de operaciones & IT:** Es el responsable del abastecimiento, producción y distribución de los productos que se comercializan en Chile, también es responsable del área de IT a nivel LATAM.

1.2.1.2. Mantenimiento

Es de suma importancia estar claro de los cargos del área de mantenimiento, ya que, si se requiere hacer una gestión eficiente aterrizada al contexto actual, tener en conocimiento la estructura ayudará a la toma de decisiones respecto a los objetivos y estrategias efectivas de mantenimiento que se proponen en el capítulo dos, con el fin de que sean rentables y alineadas a los objetivos corporativos de la empresa.

- **Jefe de Ingeniería y Mantenimiento:** Definir las políticas generales del departamento, alineadas a los objetivos estratégicos de la empresa. Esto lo debe desarrollar en conjunto con el director de operaciones y formalizarlo a todas las áreas. Asegura el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa sobre el área de mantenimiento. Elabora los presupuestos juntos a los coordinadores para así ser sometidas a gestión. Desarrolla los proyectos de la compañía.
- **Coordinador Facilites y Servicios:** Gestiona el mantenimiento y operación de facilites (infraestructura y servicios generales) y servicios industriales de todas las localidades de la compañía.
- **Coordinador de mantenimiento:** Gestiona el mantenimiento de Planta desde el punto de vista técnico.
- **Electromecánico preventivo:** Coordina y ejecuta las actividades internas y externas para dar cumplimiento plan preventivo y objetivos del área.
- **Electromecánico Turno:** Es el responsable técnico en los trabajos relacionados con el mantenimiento correctivo productivo: es quién realiza

reparación, mantenimiento, preparación y detención de todo tipo de equipos, máquinas, sistemas, herramientas eléctricas y mecánicas de Planta.

- **Operador SSII:** Responsable de operar, ejecutar y gestionar el mantenimiento de servicios industriales de todas las localidades de la compañía.
- **Mantenedor SSGG:** Ejecuta el mantenimiento de facilites (infraestructura y servicios generales) en todas las localidades de la compañía, desde el punto de vista técnico.

1.2.1.3. Área de producción

De la misma forma la descripción de los “stakeholder” del área de mantenimiento como lo es producción, también es de suma vitalidad para llevar una toma de decisiones respecto a las estrategias de mantenimiento propuestas más adelante, con el fin de lograr disponibilidad y rentabilidad de los activos de la empresa.

- **Gerente de Producción:** Supervisa de forma eficiente todas las operaciones relacionadas a fraccionamiento, fabricación y envasado, para cumplir los objetivos de producción correctamente.
- **Coordinador de producción:** Supervisar el estado de las instalaciones para la correcta operación dentro de los estándares de seguridad, asigna tareas, ejecuta la producción, asegura recursos, garantizar la calidad en las operaciones de fabricación y envasado, dar continuidad a las operaciones productivas.
- **Administrativo de producción:** Este rol se encarga de los movimientos de materiales en SAP, incluyendo consumo, notificaciones, transferencias y devoluciones. Ingresa datos y prepara información para la producción diaria y futura. Lanza y libera órdenes de producción. Hace conteos cíclicos de inventario, mantiene documentación organizada y realiza pedidos de insumos. Controla la asistencia y autoriza horas extras, entre otras tareas administrativas.
- **Planificador de producción:** Responsable de planificar y administrar la producción, optimizando recursos en los sectores de fraccionamiento, fabricación y envasado. Programa y supervisa líneas de producción. Genera órdenes de producción, gestiona reprocesos, informa avances y novedades a gerencia, coordina con logística y otras áreas. Prioriza y ajusta programación según necesidades, controla inventarios, verifica

rendimientos y participa en reuniones operativas, también contribuye a capacitaciones, proyectos y auditorías.

- **Líder operativo de la línea de envasado:** Verifica especificaciones en la línea, cumple el plan de producción y abastece materiales para envasado, monitorea rendimiento del equipo, coordina con mantenimiento y controla insumos para equipos codificadores
- **Líder operativo de Fabricación:** Coordina con el coordinador de producción el plan actualizado, cumple con el plan de elaboración. Verifica las técnicas de fabricación en las órdenes de producción, completa registros y gestiona el abastecimiento de materias primas.
- **Líder operativo de Fraccionamiento:** Coordina el plan de producción, asegura el abastecimiento de materias primas, y asigna tareas al personal. Participa en las actividades operativas, monitorea el inventario y coordina con el Coordinador de Producción y mantenimiento. Administra recursos y controla inventario de elementos de trabajo en su área.
- **Abastecedor de producción:** Asegura niveles de stock adecuados en sectores productivos para el flujo constante. Realiza entregas de productos terminados a depósitos.
- **Operario de envasado:** Realiza tareas asignadas en la línea, como envasado, estuchado, encajado y paletizado. Cumple con estándares de producción, abastece materiales, retira y limpia la línea. Mantiene orden y limpieza, rota en puestos según necesidad. Cumple regulaciones en seguridad, salud y ambiente.
- **Operador de fabricación:** Realiza tareas asignadas por el líder operativo: carga de materias primas, operación de equipos, pesaje, traslados, limpieza, etc. Sigue Técnicas de Fabricación. Completa y entrega registro. Informa sobre mantenimiento y participa en resolver no conformidades.

La siguiente tabla presenta el número de operarios que trabajan en las áreas de Fraccionamiento, Fabricación y Envasado del turno de día.

Tabla 1-2 Numero de operarios del turno de día
(Fraccionamiento, Fabricación y Envasado)

Área	Número de operarios
Ceras	4
Plaspak (Fabricadora de cera)	1
TGM 1 (Línea de tinturas)	6
TGM 2 (Línea de tinturas)	4
TGM 3 (Línea de tinturas)	6
TECMAR (Llenado de sachet)	1
TEMA 4 (Llenado de pomos)	1
Abastecedor	3
Fabricación	5
Fraccionamiento	3
Total	34

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por la empresa.

La siguiente tabla presenta el número de operarios que trabajan en las áreas de Fabricación y Envasado del turno de noche.

Tabla 1-3 Numero de operarios del turno de noche (Fabricación y Envasado)

Área	Número de operarios
TGM 1 (Línea de tinturas)	6
TECMAR (Llenado de sachet)	1
Fabricación	1
Total	8

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por la empresa.

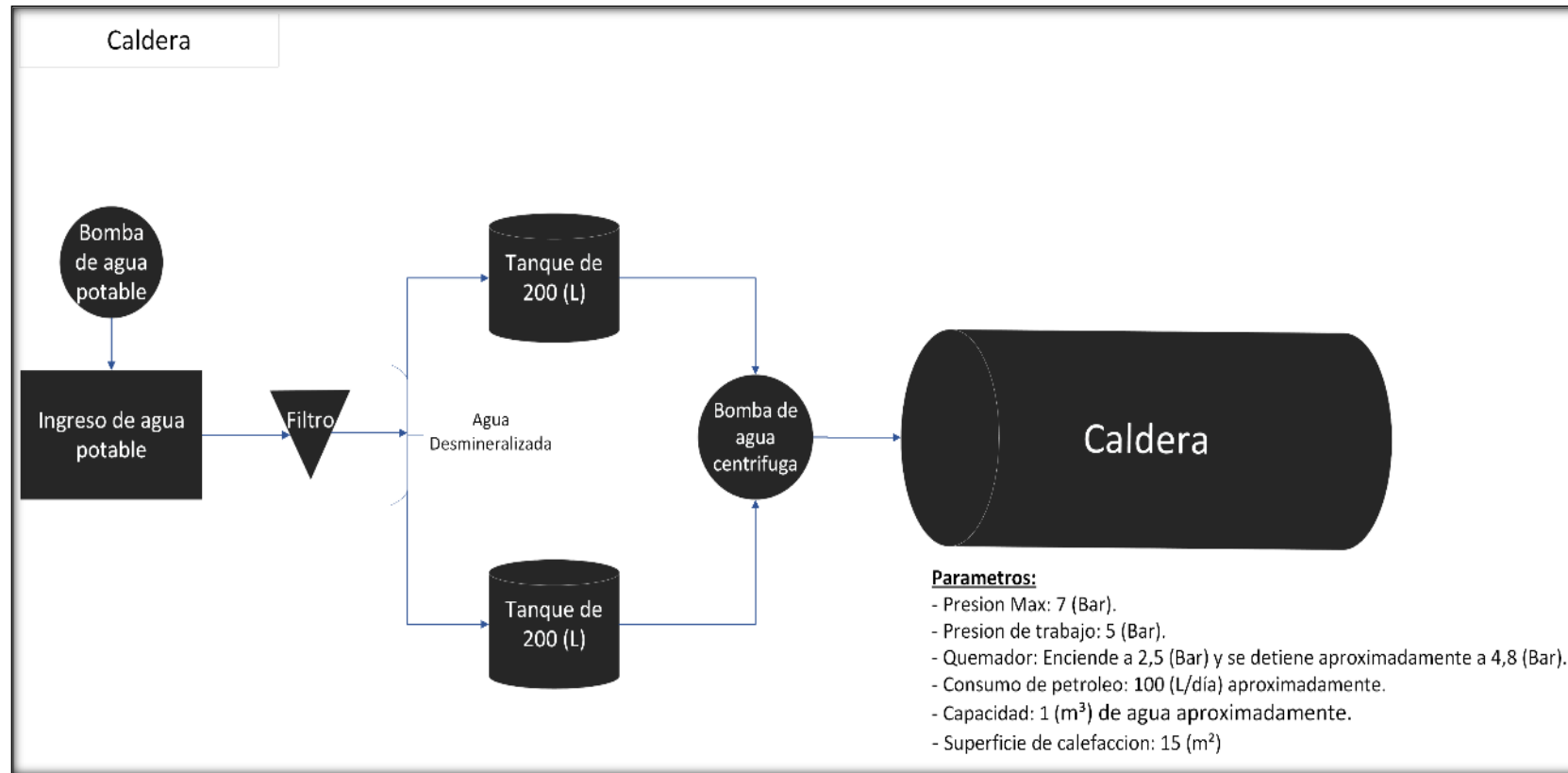
1.2.2. Descripción de áreas

Se procede a describir en detalle las áreas de trabajo de la empresa.

1.2.2.1. Servicios industriales

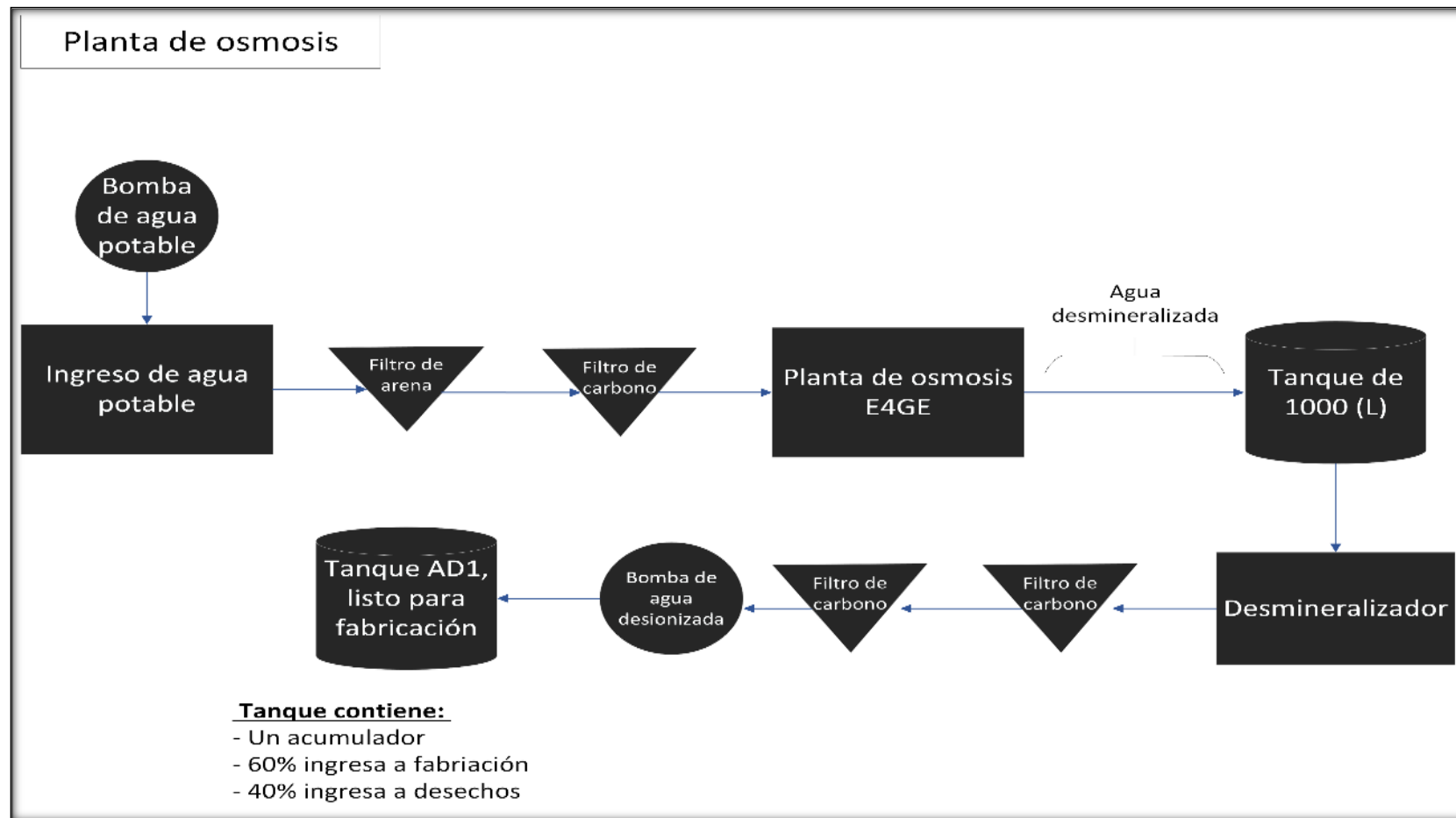
El Área de Servicios de Godrej Chile es responsable de varios procesos esenciales para garantizar que la empresa funcione de manera efectiva y sostenible. Estos procesos incluyen la gestión de los residuos, la supervisión de la caldera, la operación de una planta de ósmosis, un generador de alimentación de sistemas, un generador de bombas de incendios y el control de dos compresores que trabajan idealmente uno cada semana, si la producción aumenta los compresores trabajan en paralelo. Cuentan con servicios externos (contratistas) para las mantenciones anuales de la caldera y los compresores cada 4000 y 8000 horas.

A continuación, se presentan los siguientes diagramas creados con el fin de, conocer el funcionamiento de los equipos que se encuentran en el área de servicios industriales.



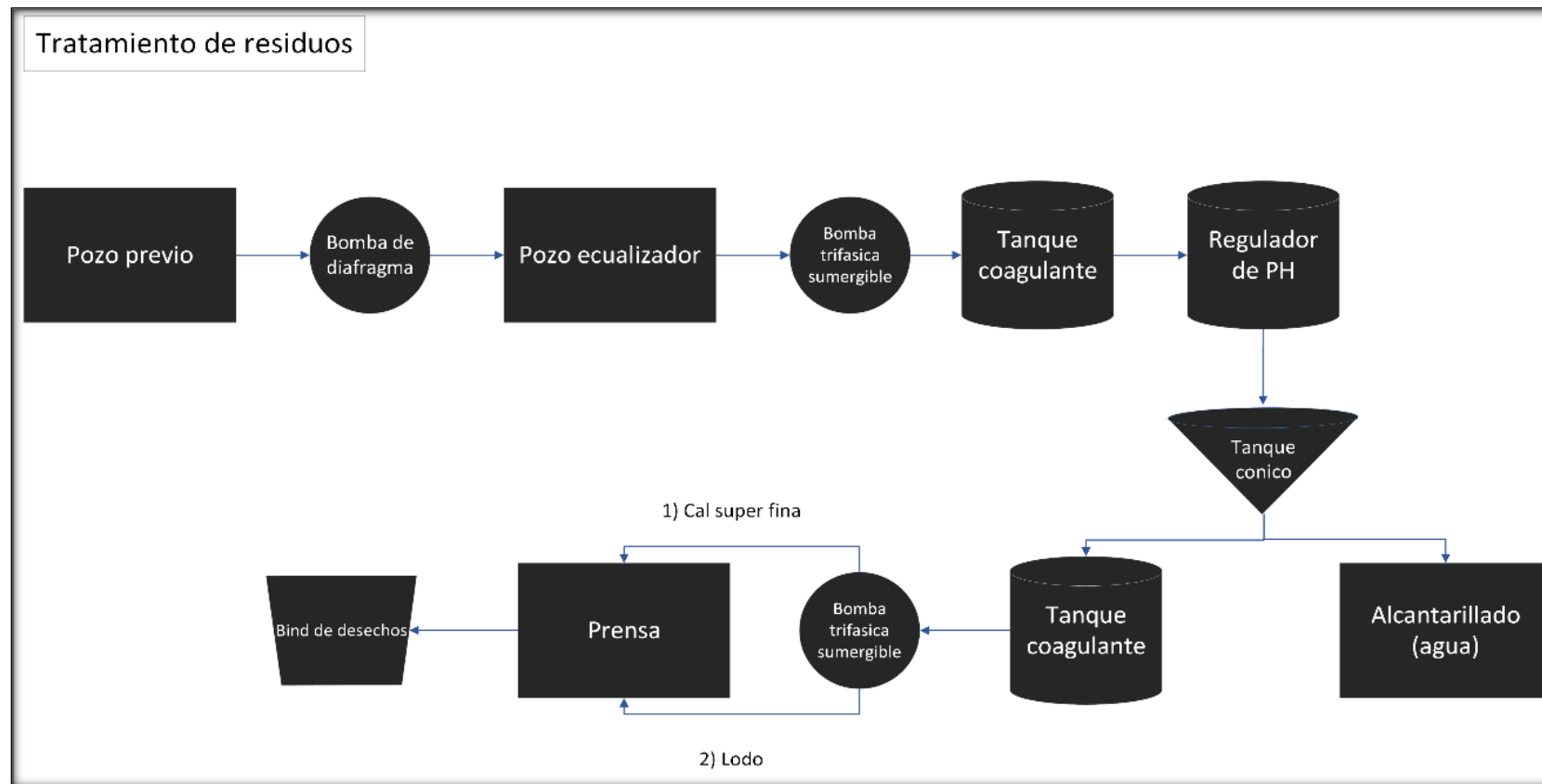
Fuente: Elaboración propia en base a la información entrega por la empresa.

Diagrama 1-2 Funcionamiento de la Caldera



Fuente: Elaboración propia en base a la información entrega por la empresa.

Diagrama 1-3 Funcionamiento de la Planta de Osmosis



Fuente: Elaboración propia en base a la información entrega por la empresa.

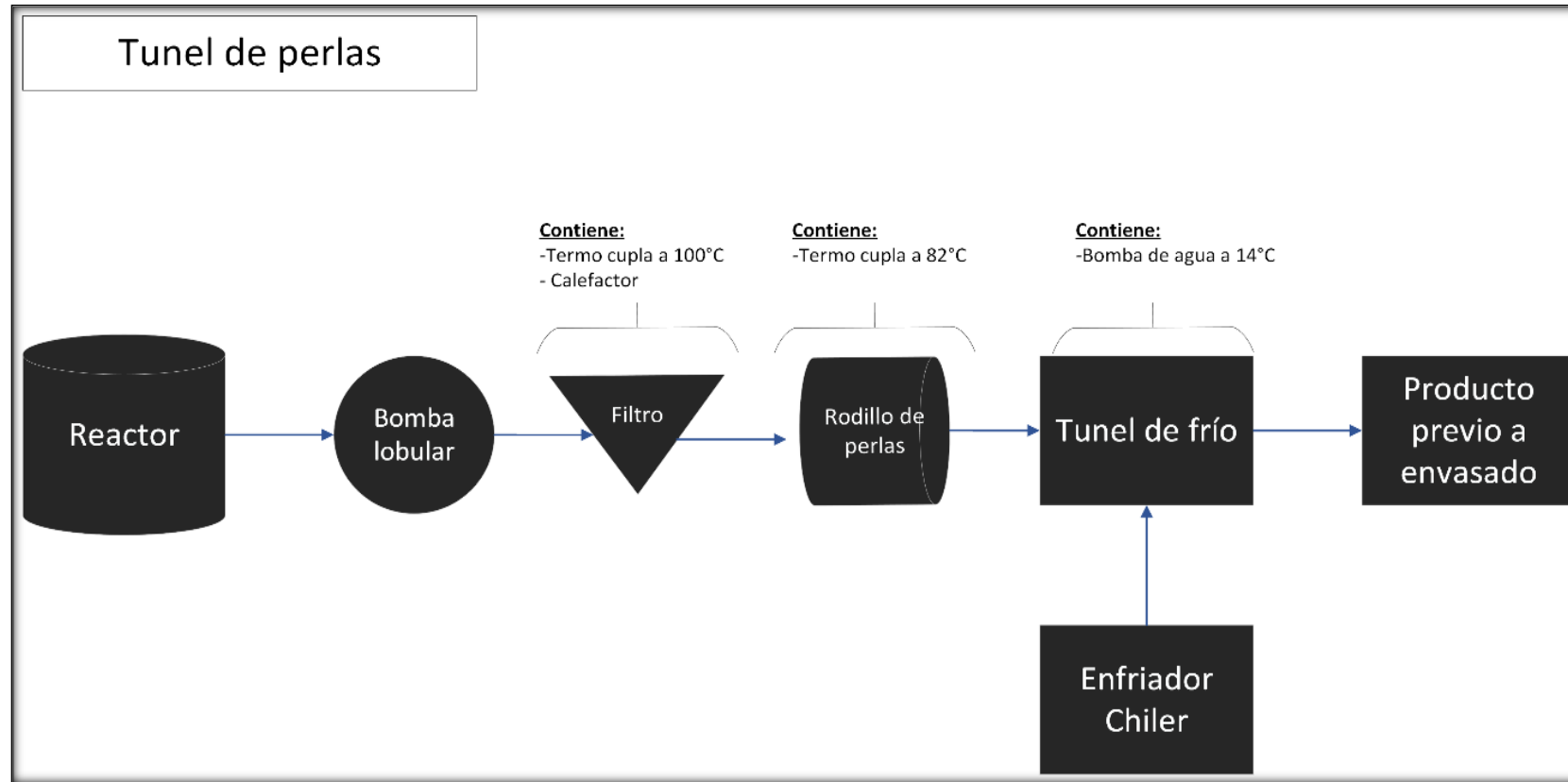
Diagrama 1-4 Funcionamiento de los Tratamientos de residuos

1.2.2.2. Fabricación

El Área de fabricación de Cosmética Nacional se dedica a la producción de diversos productos, como cera en perlas y barra, shampoo, acondicionadores, tinturas capilares (en diferentes formatos), queratina y oxidante, a través de procesos de mezclado, emulsificación, ajustes de viscosidad, se garantiza la creación de los productos que están regidas bajo el estándar del Decreto 239 y la norma ISO 22716. Se guían mediante una receta ya estandarizada para cada producto y así asegurar las buenas prácticas y la calidad. Contiene distintos tipos de tanques y tanques reactores para llevar a cabo la fabricación de los productos, dichos tanques se clasifican en:

- Tanque reactor RO1 de 5000 (Litros): Se fabrica Oxidante.
- Tanques reactores Gemelos de 1000 (Litros): Se fabrica cualquier producto dependen netamente de la demanda.
- Tanque reactor de 500 (Litros): Se fabrica cualquier producto depende netamente de la demanda.
- Tanque ATEPIQ de 700 (Litros): No tiene reactor, solo hace full color

Respecto a la fabricación de cera, esta se fabrica en el “Túnel de perlas” que básicamente consiste en un tanque reactor a gas que funde la materia prima a una temperatura aproximadamente de 95°C para luego ser trasladada mediante una bomba a un rodillo en donde se le da la forma de perla a la cera. A continuación, se muestra un diagrama con su funcionamiento.



Fuente: Elaboración propia en base a la información entregada por la empresa.

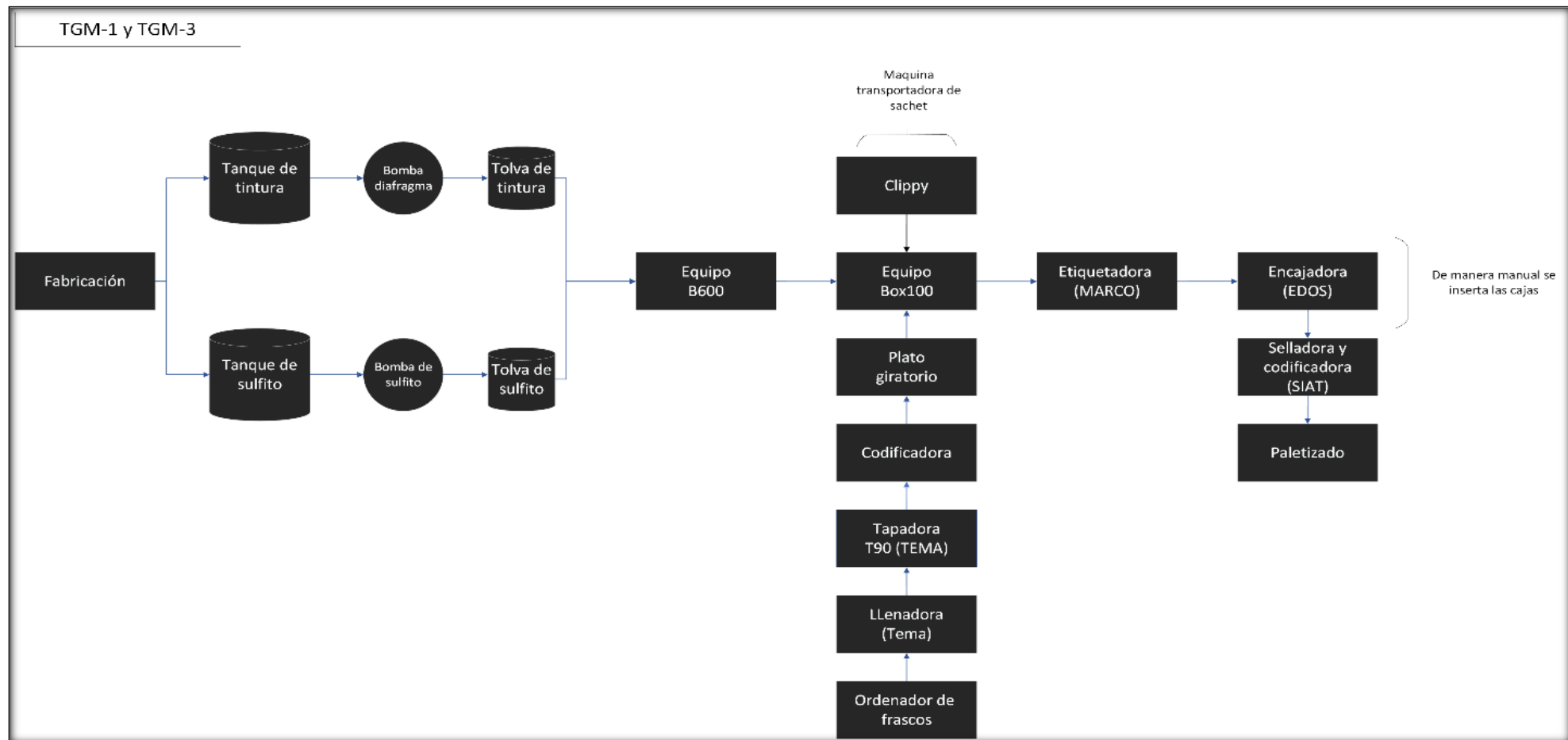
Diagrama 1-5 Funcionamiento del Túnel de Perlas

1.2.2.3. Envasado

El área de envasado de Cosmética Nacional es responsable de los procesos finales en cuanto a los productos terminados a través de activos en el cual su función requerida es transportar, dosificar y envasar los productos como shampoo, acondicionadores, tinturas capilares en diferentes formatos, queratina, oxidante. Estos procesos están regidos por el Decreto supremo 239 y la norma ISO 22716 el cual su objetivo general es la realización de buenas prácticas en productos cosméticos de manufactura, asegurando las buenas prácticas y la calidad del producto.

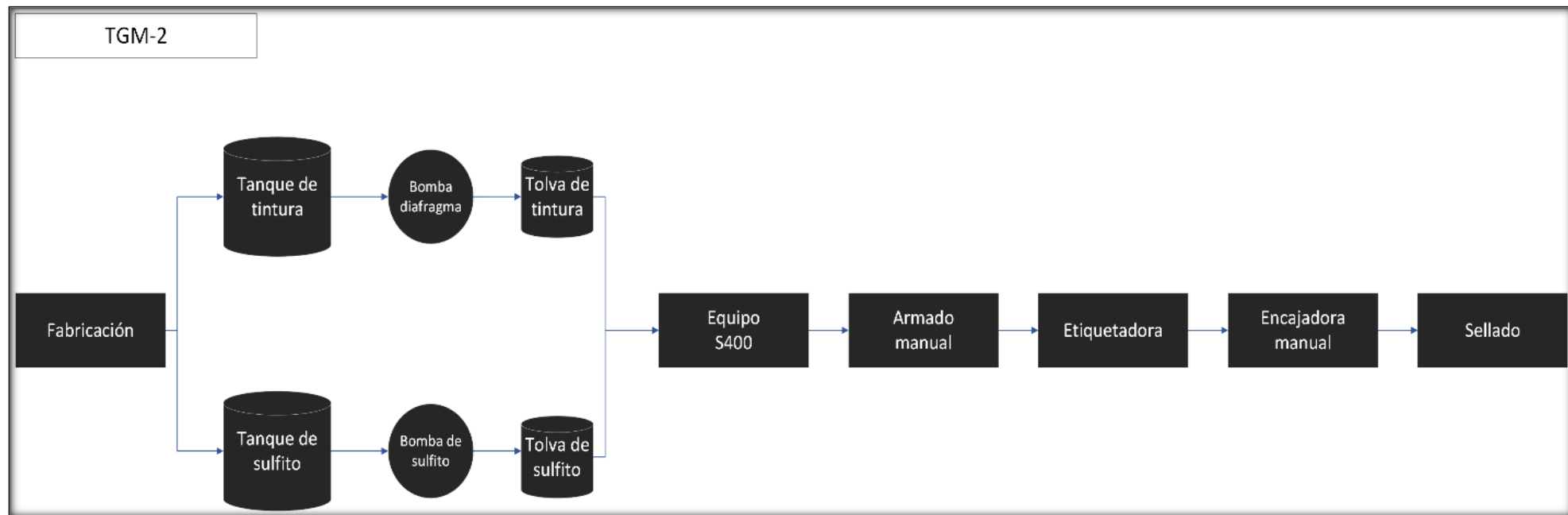
Dentro de los activos del área de envasado nos encontramos con TGM 1, 2 y 3 en el cual su función requerida son transportar, dosificar y envasar los productos de tintura capilar con posibilidad de cambios de formato, el proceso de la TGM 1 y 3 son prácticamente iguales, pero la TGM 3 llegó recientemente a las dependencias de Godrej, por lo tanto, tiene componentes, sensores y módulos más modernos, respecto a la TGM 2 su línea es más manual a diferencia de TGM 1 y 3 que son más automatizadas. Por otra parte, tenemos los activos TECMAR y TEMA4 los cuales su función requerida es dosificar, sellar y cortar sachets de queratina los cuales acompañan las tinturas capilares en su proceso final de envasado para obtener un producto terminado. Luego se tiene la línea MEWES que transporta, dosifica y envasa shampoo. A continuación, se presentan los siguientes diagramas que explican el funcionamiento de los equipos anteriormente mencionados.

Los siguientes diagramas dan a conocer los procesos de funcionamiento de TGM 1 Y 3, TGM2, TEMA4, TECMAR y MEWES.



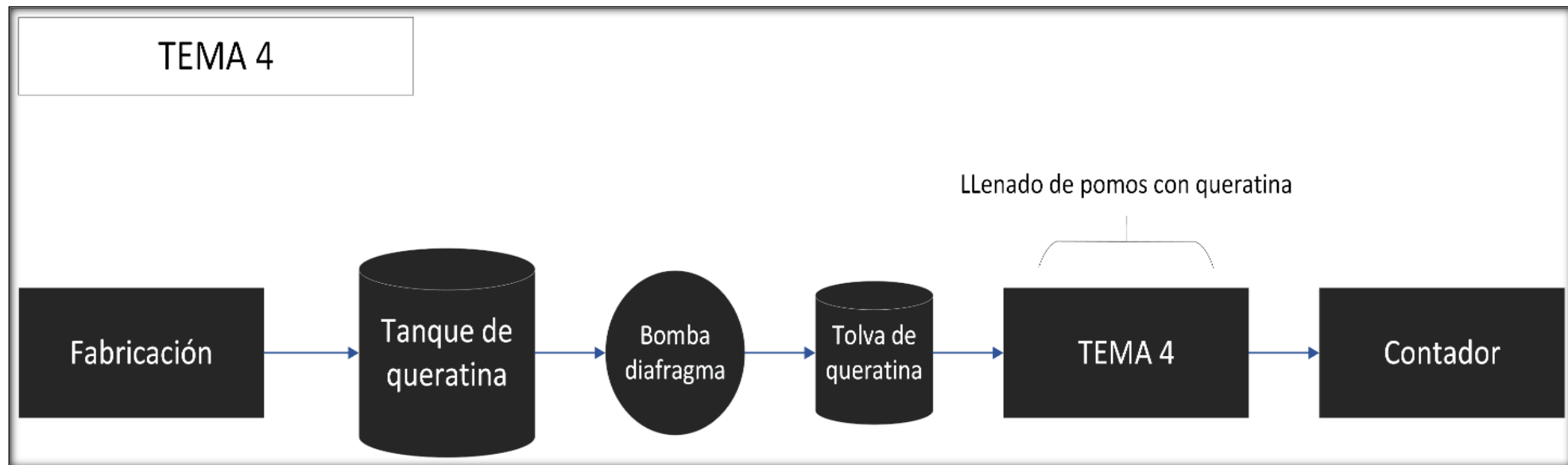
Fuente: Elaboración propia en base a la información entrega por la empresa.

Diagrama 1-6 Funcionamiento de la maquina TGM1 y TGM 3



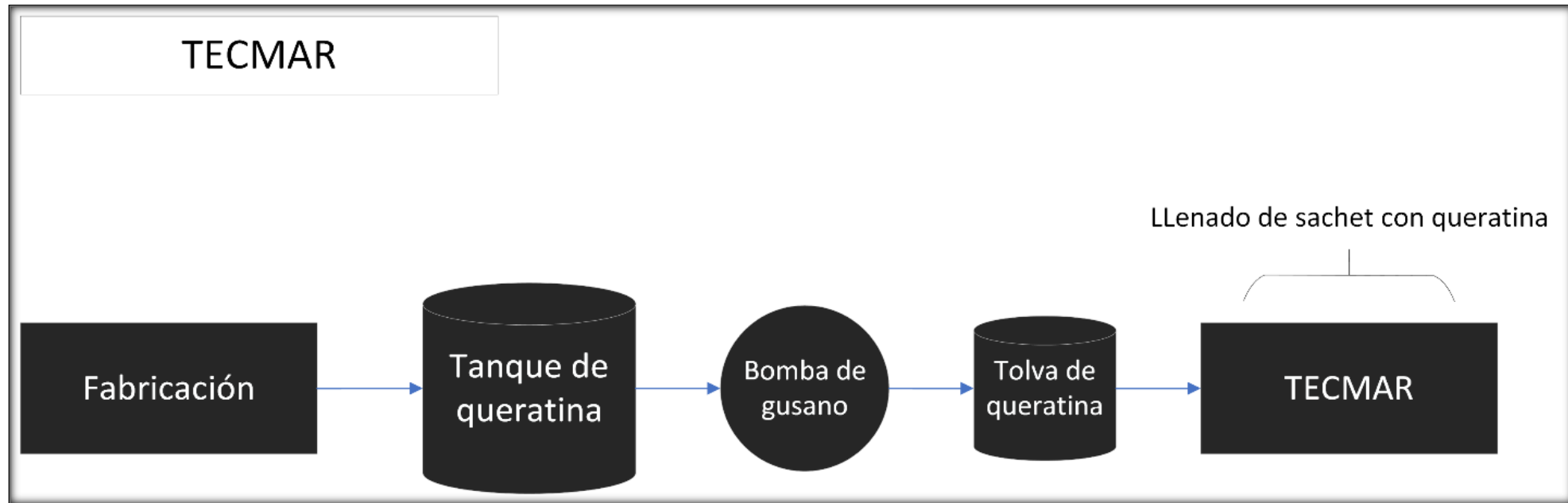
Fuente: Elaboración propia en base a la información entrega por la empresa.

Diagrama 1-7 Funcionamiento de la maquina TGM2



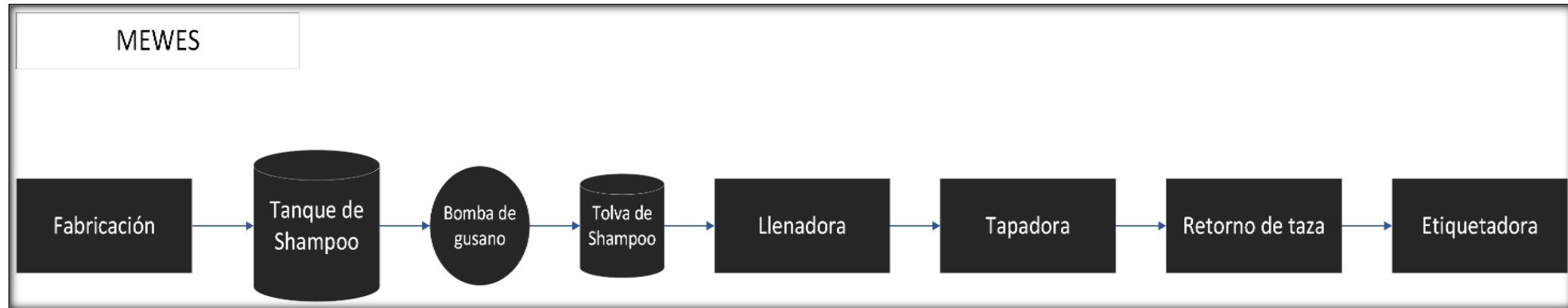
Fuente: Elaboración propia en base a la información entrega por la empresa.

Diagrama 1-8 Funcionamiento de la maquina Tema 4



Fuente: Elaboración propia en base a la información entrega por la empresa.

Diagrama 1-9 Funcionamiento de la maquina TECMAR



Fuente: Elaboración propia en base a la información entrega por la empresa.

Diagrama 1-10 Funcionamiento de la maquina MEWES

1.2.2.4. Mantenimiento

El área de mantenimiento de Cosmética Nacional es esencial para garantizar la continuidad y eficiencia en la producción, en este caso, se enfocan solamente en el mantenimiento correctivo a las máquinas y líneas que se encuentran en la planta. Cuentan con un taller de maestranza en donde lo utilizan para las labores diarias, además de una bodega propiamente de mantenimiento. No se rigen mediante ninguna norma o estándar asociado a mantenimiento. Cuentan con el software “SAP” pero no es utilizado, siendo que está configurado con los respectivos módulos asociados a la maquinaria. No cuentan con ningún indicador de desempeño clave para su medición, no tienen un área de mejora continua, ni un área de confiabilidad. No cuentan con una gestión de repuestos críticos eficiente, afectando en su totalidad a la disponibilidad de los equipos.

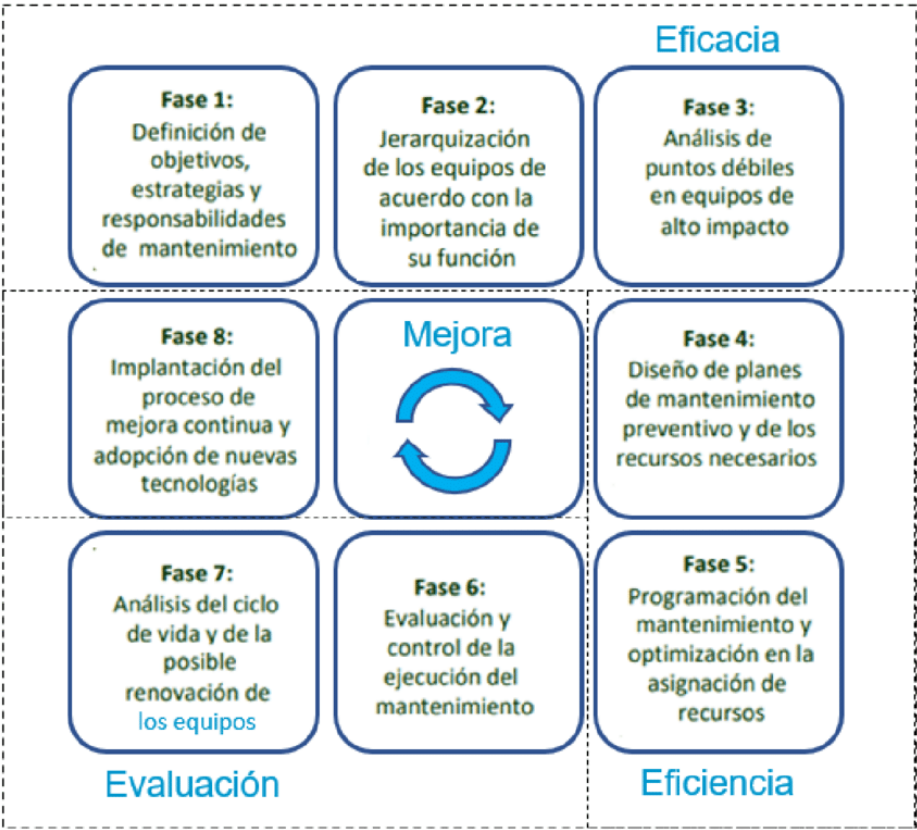
1.3. APLICACIÓN DE LA AUDITORIA AMORMS

El principal objetivo de la auditoria “AMORMS” aplicada en Godrej Chile es realizar una medición de diferentes procesos y áreas que componen la gerencia del mantenimiento. Una vez identificas las zonas de mejora y oportunidades, se realizan planes de acción y seguimiento (Parra Márquez & Crespo Márquez, 2015).

Es un auditoria enfocada en el proceso evaluando las 8 fases del Modelo de Gestión del Mantenimiento propuesto por Parra y Crespo (Parra Márquez & Crespo Márquez, 2015). Esta auditoría incluye algunos temas relacionados con el modelo de gestión que ha propuesto la norma ISO 55000.

Las fases evaluadas se pueden describir de la siguiente manera:

- Definición de los objetivos de mantenimiento y KPI's
- Prioridad de activos y definición de estrategias del mantenimiento
- Intervención inmediata en las áreas débiles de alto impacto
- Diseño de los planes y recursos de mantenimiento preventivo
- Plan preventivo, optimización de cronograma y recursos
- Ejecución del mantenimiento como evaluación y control
- Análisis del ciclo de vida de los activos, optimización y remplazo
- Mejora continua y nueva tecnología



Fuente: Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos, Parra y Crespo, 2015

Figura 1-1 Modelo de Gestión del Mantenimiento

La auditoría cuenta con 150 preguntas, la cual fue aplicada a gerentes de mantenimiento y producción, coordinadores de mantenimiento y planificador de producción. Los encuestados evalúan las preguntas respecto a la siguiente escala.

- Proceso muy deficiente (1)
- Proceso debajo del promedio (2)
- Proceso estándar promedio (3)
- Proceso con muy buenas prácticas (4)
- Proceso a nivel clase mundial (5)

1.3.1. Resultados generales de la auditoria AMORMS

Los resultados obtenidos mediante la encuesta AMORMS, se encuentra en la tabla ilustrada a continuación, como se puede apreciar el proceso de gestión de mantenimiento utilizado en la planta, se encuentra en un “proceso debajo del promedio” respecto a las fases propuestas por el modelo de gestión de mantenimiento (Parra y Crespo, 2015).

Tabla 1-4 Resultados generales de la auditoria AMORMS

Fases	Promedio
1. Gestión de Activos, Objetivos del Negocios (KPIS) y organización de soporte	2,7
2. Modelos de Jerarquización basados en Riesgo (criticidad de equipos)	2,6
3. Análisis de problemas (manejo de fallas)	2,2
4. Procesos de programación y planificación	2,2
5. Procesos de asignación de recursos, soporte informático y logístico	2,3
6. Procesos de control y análisis de indicadores técnicos RAM	2,1
7. Proceso de análisis de costos de ciclo de vida	1,7
8. Procesos de revisión y mejora continua	2,1

Fuente: Elaboración propia en base a la auditoria de mantenimiento AMORMS, 2021

En el siguiente gráfico se puede evaluar que los siguientes ítems “Gestión de Activos, objetivos del negocio (KPIS) y organización de soporte, Modelos de jerarquización basados en riesgo (criticidad de equipos), Análisis de problemas (manejo de fallas), que corresponden a la Fase uno, dos y tres del modelo de gestión de mantenimiento propuesto por (Parra y Crespo, 2015) se encuentran en un “proceso bajo el promedio”.



Fuente: Elaboración propia en base a la auditoria de mantenimiento AMORMS, 2021

Gráfico 1-1 Gráfico Radial con los resultados generales de la auditoria de mantenimiento

En el siguiente capitulo, se harán los análisis correspondientes a las fases de eficacia del modelo de gestión de mantenimiento de manera específica y el análisis personal a cerca de los entrevistados, para así lograr proponer estrategias efectivas de mantenimiento aterrizados al contexto operacional de Godrej, con el fin de, mejorar los pilares de eficacia a un “Proceso estándar promedio”.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE AUDITORIA Y PROPUESTAS DE MEJORA

2. ANÁLISIS DE AUDITORIA Y PROPUESTAS DE MEJORA

Luego de definir el contexto operacional y realizar la aplicación de la auditoria de mantenimiento, en el siguiente capitulo se darán a conocer los respectivos resultados y análisis de las respuestas del personal de Godrej Chile, con el fin de, generar propuestas de mejora para las fases 1, 2 y 3 de la auditoría.

2.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ESPECÍFICOS DE LA AUDITORIA

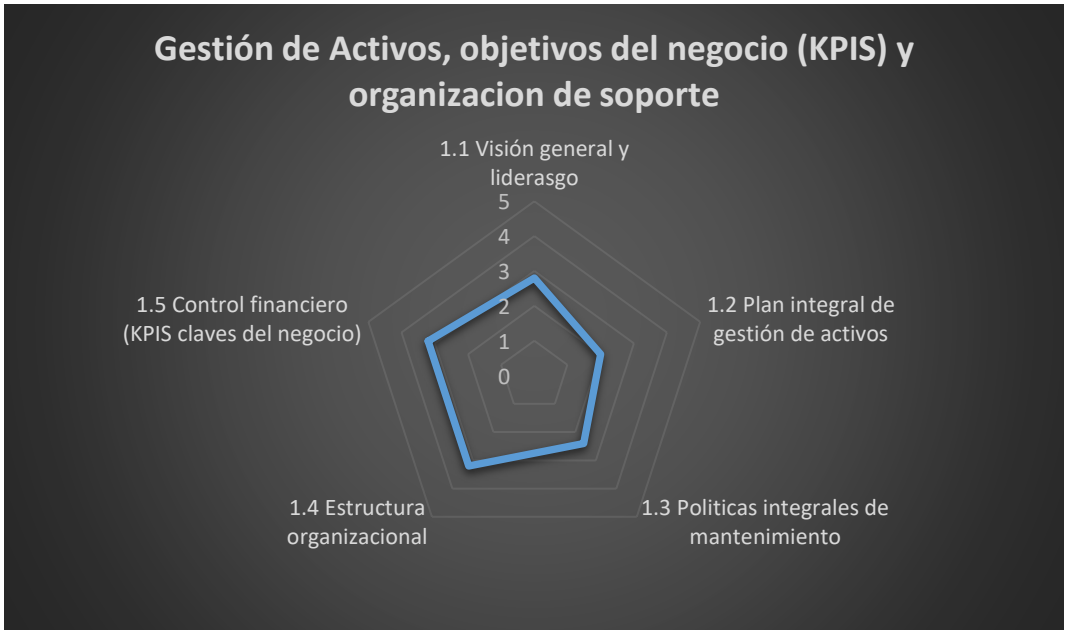
A continuación, se darán a conocer los resultados específicos de la fase de eficacia del modelo de gestión de mantenimiento, con el fin, de conocer las brechas asociadas y profundizar respecto a ellas.

2.1.1. Resultados específicos fase uno

La primera fase del modelo de gestión de mantenimiento (Parra y Crespo, 2015) se concentra en la definición fundamental de la estrategia de la gestión de activos, su conexión medular con el negocio y la organización para el cumplimiento de los objetivos, en este caso para la empresa Godrej Chile se obtuvo un valor de 2,7 (Tabla 1-5) en este pilar. Este valor hace referencia que se encuentran en un “Proceso bajo el promedio” en donde se aprecia oportunidades de mejoras enfocadas a las políticas integrales de mantenimiento, el plan integral de gestión de activos y Control financiero (KPIS claves del negocio) enfocados en mantenimiento.

En los puntos de plan integral de gestión de activos y las políticas integrales de mantenimiento se detallan los lineamientos globales y específicos de los objetivos de mantenimiento, la vinculación necesaria con la gestión de activos y el impacto directo que tiene este sobre el negocio. Se observo en Godrej Chile que no existe de forma clara una política estandarizada respecto a lo anteriormente mencionado.

En el punto de Control financiero (KPIS claves del negocio) se encuentra una oportunidad de mejora respecto al área de mantenimiento, debido que no cuentan con ningún indicador técnico-económico que mida el desempeño de la gestión de mantenimiento y los costos asociados al mantenimiento, con el fin de estar alineados a los objetivos estratégicos del negocio.



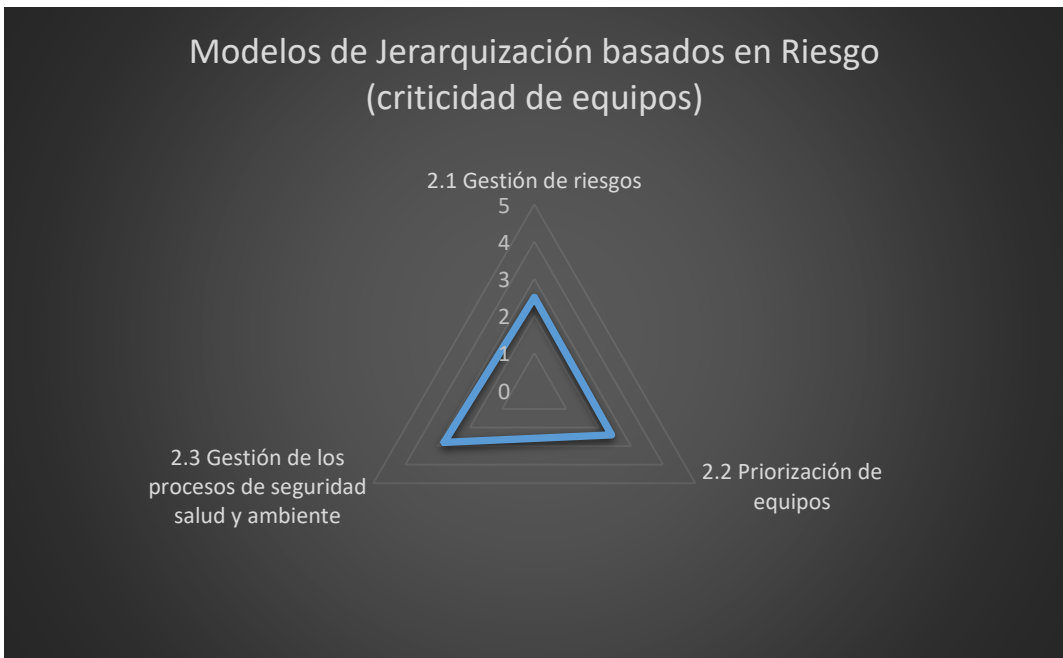
Fuente: Elaboración propia en base a la auditoria de mantenimiento AMORMS, 2021

Gráfico 2-1 Grafico Radial con los resultados específicos (FASE 1)

2.1.2. Resultados específicos fase dos

La segunda fase del modelo de gestión de mantenimiento (Parra y Crespo, 2015) se enfoca en las técnicas para jerarquizar los activos de producción en función al riesgo operacional, lo que permite una aplicación de recursos en base al riesgo de los activos de la empresa.

Se pudo evidenciar que en cosmética nacional el promedio está en un “proceso bajo del promedio” con un puntaje de 2,6. Existe una matriz de criticidad para los activos de la planta, pero no se sabe que valides tiene, esto crea una oportunidad de mejora para la propuesta de una matriz de criticidad cualitativa aterrizada respecto al contexto operacional, estructura organizacional de mantenimiento y las partes interesadas.

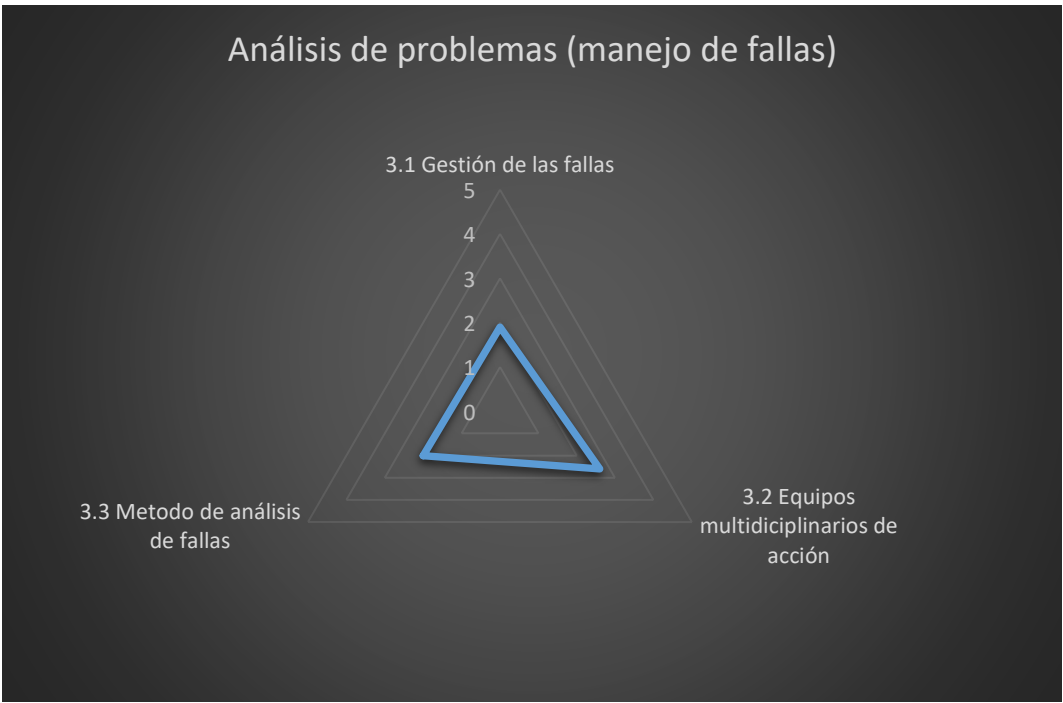


Fuente: Elaboración propia en base a la auditoria de mantenimiento AMORMS, 2021

Gráfico 2-2 Grafico Radial con los resultados específicos (FASE 2)

2.1.3. Resultados específicos fase tres

La tercera fase del modelo de gestión de mantenimiento (Parra y Crespo 2015) evalúa los procedimientos que se llevan a cabo respecto a los análisis de fallas de los activos de mayor riesgo, en este caso el valor arrojado por la auditoria fue de un 2,2 “Proceso bajo del promedio”. Se puede apreciar que los ítems más bajos fueron el de “gestión de las fallas y métodos de análisis de falla”. El ítem el cual se puede apreciar una oportunidad de mejora es el de “gestión de las fallas” ya que, al no existir un personal dedicado específicamente para esta función en Godrej Chile, no se lleva a cabo una estrategia efectiva de las fallas, es decir, no se mide el impacto que este genera ni se priorizan por riesgo. Por otra parte, no existe una metodología estandarizada y enfocada en el análisis causa raíz, esto también permite una oportunidad de mejora para el ítem de “métodos de análisis de fallas”.



Fuente: Elaboración propia en base a la auditoria de mantenimiento AMORMS, 2021

Gráfico 2-3 Grafico Radial con los resultados específicos (FASE 3)

2.2. ANÁLISIS DE LA ENTREVISTA PERSONAL DE GODREJ CHILE

Las personas evaluadas fueron 5:

- Esteban Reyes – Jefe de Ingeniería y Mantenimiento
- Javier Vergara – Gerente de producción
- Herbert Toro - Coordinador de Facilicites y Servicios
- Juan Corrales – Coordinador de Mantenimiento Productivo
- M. Ocando – Planificador de producción

A continuación, se da a conocer las principales percepciones respecto a las fases 1, 2 y 3 recopiladas a partir de la entrevista realizada para conocer el estado actual de la empresa, en donde se utilizó la auditoria AMORMS (Parra y crespó 2015).

Deficiencia respecto al conocimiento de la gestión de activos, “Hay conciencia, pero, es muy baja”, “No hablamos de la gestión de activos” “No tenemos área de ingeniería de confiabilidad ni un modelo de gestión integral de activos”

Falta de alineación de objetivos respecto a todos los cargos de la empresa “Creo que falta un poco la bajada de los objetivos más generales para la parte técnica”.

Inexistencia de políticas integrales de mantenimiento (gerencial) en la gestión corporativa del negocio “No existen, yo creo que eso está al debe”

Estructura organizacional “Nosotros habíamos planteado una estructura que por tema de costos no se cumplió y lo que nosotros tenemos que hacer es alinear todo con una nueva estructura para hacer el mantenimiento que esperamos”. Estructura administrativa y técnica orientada a soportar el proceso integral de gestión de activos “Quizás está bajo del promedio, pero yo creo que hay algo de esto, porque obviamente nosotros todos los años generamos nuestro presupuesto anual de mantenimiento, entonces hay recursos financieros asignados, pero quizás lo que falla un poco es en recursos humanos.

La organización tiene un modelo de criticidad, sin embargo, no saben que validez tiene. “mira yo sé que el preventivo que está en SAP, nosotros lo hemos detenido porque no sabemos que validez tiene, estamos haciendo cosas más puntuales, yo creo que le pondría proceso deficiente a pesar de que este, porque esa criticidad alguien la definió, pero no sé qué validez tiene”. Esto quiere decir que la matriz y el mantenimiento preventivo que se encuentra subida en SAP no debe estar aterrizada al contexto actual de cosmética nacional ni alineada con los objetivos corporativos de la empresa.

En el área de mantenimiento no existen procesos de análisis de problemas (Análisis Causa Raíz) “mira yo me acuerdo de que hace unos tres años la chica de calidad nos invitó a una capacitación de análisis de falla, en realidad era de análisis causa raíz, para aplicarlo en calidad, pero, no es como algo que digamos que todos lo hagan y que sea fácil, yo le pondría uno”. No se utilizan métodos estándares de análisis de falla para toda la organización

2.3. PROPUESTAS DE MEJORA

Se presentan las propuestas de mejora para la fase uno, dos y tres de la auditoria de mantenimiento aplicada.

2.3.1. Fase 1

Se propone implementar un modelo de gestión de activos mediante capacitaciones o charlas, esto permitirá tener una orientación a la utilización más económica de los activos, con la finalidad de conservar y/o restituir los equipos del área de producción y servicios de Godrej Chile a condiciones que permitan cumplir con la función requerida por el usuario durante el ciclo de vida de los activos, hoy en día la gestión de activos se encuentra alineado por completo con la toma de decisiones de mantenimiento, ya que, la gestión de activos incluye todas las estrategias y actividades relacionadas para determinar los objetivos de mantenimiento, con el fin de implementar estrategias como el “planificado, programando, y controlando” la realización del mantenimiento, sometido a mejoras, teniendo en cuenta siempre los aspectos técnicos - económicos. Esto genera una estructura básica, para la obtención de históricos y logar generar indicadores fiables con la obtención de data fiable.

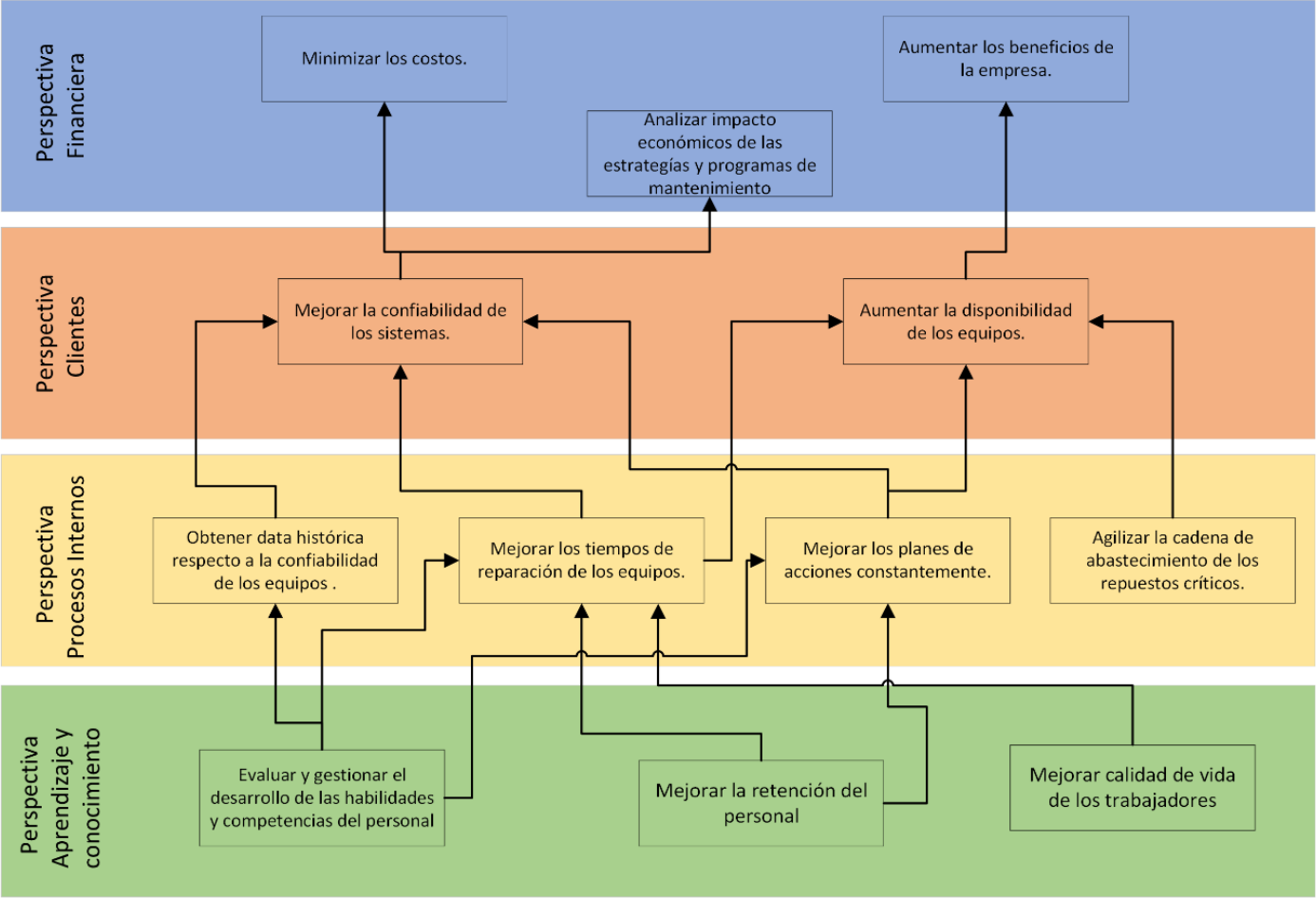
A continuación, se citan a modo de ejemplo objetivos generales de mantenimiento (AMORMS & AMS-ISO 55000).

- Garantizar valores aceptables de riesgo operacional de los activos de producción, reduciendo la probabilidad de presencia de fallos (mejorando la fiabilidad), y/o minimizando las consecuencias de los fallos sobre las operaciones, la seguridad y el ambiente.

- Recuperar de forma rápida y eficiente la tolerabilidad de los sistemas, una vez que se ha producido la interrupción de la función (mejorando la mantenibilidad).
- Optimizar la continuidad operacional (mejorando la disponibilidad), con el objetivo de maximizar el desempeño económico de los activos a lo largo de su ciclo de vida útil (mejorando el nivel de costes).

Ofrecer la herramienta “cuadro de mando integral (Balance Scorecard – Kaplan y Norton 1992)” que permitirá alinear los objetivos de mantenimiento con los objetivos corporativos del negocio, mediante la creación de indicadores claves de rendimiento (KPIs), para lograr medir el desempeño obtenido por la gestión de mantenimiento. El BSC se enfoca en 4 perspectivas: (Financiera, Clientes, Procesos internos, Aprendizaje y crecimiento) centrando su foco a la estrategia global del negocio a la visión y misión de la empresa, diseñando metas de mantenimiento para alinear a la gente con una visión general de la organización, mediante mapas estratégicos que permite la representación visual de lo anteriormente mencionado.

El siguiente Mapa estratégico funcional hace la demostración a la forma que se quiere lograr unir los objetivos de mantenimiento con los objetivos corporativos del negocio, por lo tanto, esta representación visual demuestra claramente las acciones que se tomaran y lo que se quiere lograr.



Fuente: Elaboración propia en base a Tesina de Enrique Zygallo, 2014.

Diagrama 2-1 Mapa estratégico

Se recomienda a que se consoliden en primera instancia los siguientes indicadores:

2.3.1.1. Perspectiva financiera

El siguiente indicador se recomienda por su capacidad para cuantificar la proporción directa de los gastos de mantenimiento en relación con los costos de producción, su simplicidad facilita la interpretación y la toma de decisiones de mantenimiento.

$$\% \text{ Costo mantenimiento frente al costo producción} = \frac{\text{Costo mantenimiento}}{\text{Costo producción}} * 100$$

Fuente: Norma UNE 15341:2008

Ecuación 2-1 Calculo de porcentaje de costo de mantenimiento frente al costo de producción

Donde:

- Costo mantenimiento: Costo total de mantenimiento en el año.
- Costo producción: Costo total de producción en el año.

Objetivo del indicador: Aumentar los beneficios de la empresa.

2.3.1.2. Perspectiva del cliente

El siguiente indicador se recomienda con el fin de, obtener data histórica fiable para luego ser analizadas, evaluar el desempeño de los activos, ofreciendo una visión integral de la confiabilidad de los equipos.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Ecuación 2-2 Cálculo de disponibilidad

Donde:

- Tiempos: (horas, días, semana, meses)
- MTBF = Tiempo promedio entre fallas.
- MTTR = Tiempo promedio para reparar.

Objetivo del indicador: Aumentar la disponibilidad de los equipos.

2.3.1.3. Perspectiva de procesos

El siguiente indicador se recomienda con el fin de, obtener data histórica fiable para luego ser analizadas y evaluar el desempeño de las intervenciones, este indicador es crucial para evaluar la eficacia de las estrategias de mantenimiento, en este caso para el contexto actual de planes de acciones correctivos.

$$MTTR = \sum \frac{TPR}{N^{\circ} fallas}$$

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Ecuación 2-3 Calculo de tiempo promedio para reparar

Donde:

- MTTR: Tiempo promedio para reparar.
- TPR = Tiempo promedio de reparación.
- N° fallas = Numero de fallas en el horizonte de tiempo esperado.

Objetivo del indicador: Mejorar los tiempos de reparación de los equipos.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total disponible} - \textit{Tiempo inactividad}}{\textit{N}^{\circ} \textit{ de fallas}}$$

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Ecuación 2-4 Calculo de tiempo promedio entre fallas

Donde:

- MTBF: Tiempo promedio entre fallas.
- Tiempo total disponible: Tiempo en que el equipo debería funcionar.
- Tiempo de inactividad: Número de horas en que la maquina estuvo parada.
- N° fallas = Numero de fallas en el horizonte de tiempo esperado.

Objetivo del indicador: Obtener data histórica respecto a la confiabilidad de los equipos para luego ser evaluada.

2.3.1.4. Perspectiva de aprendizaje y conocimiento

El siguiente indicador propuesto se justifica por su capacidad para evaluar directamente el nivel de preparación y desarrollo del personal en relación con el tiempo trabajado, en este caso para la capacitación de la norma ISO 55000 de gestión de activos, capacitaciones de cómo utilizar los indicadores propuestos y las nuevas estrategias de mantenimiento a implementar.

$$\text{Índice de capacitación} = \frac{\sum \textit{Horas de capacitación}}{\sum \textit{Horas trabajadas}} * 100$$

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Ecuación 2-5 Calculo de índice de capacitación

Donde:

- Horas capacitación: Cantidad de horas anuales destinadas a actividades de capacitación.
- Horas trabajadas: Cantidad anual de horas trabajadas.

Objetivo del indicador: Evaluar y gestionar el desarrollo de las habilidades y competencias del personal.

Por otra parte, se recomiendan los siguientes indicadores para cuando se obtengan datos históricos fiables y se definan los planes de acciones preventivos para los equipos críticos con la estrategia de mantenimiento adecuada. Se recomienda un horizonte de un año para la obtención de datos históricos fiables.

2.3.1.5. Indicadores financieros

Los siguientes indicadores fueron seleccionados para evaluar la eficiencia financiera de mantenimiento respecto a las estrategias efectivas de mantenimiento a implementar, permitiendo medir el desempeño e identificar desviaciones, ofrecen una visión inmediata de la gestión financiera.

$$\% \text{ de gasto} = \frac{\text{Gasto Actual}}{\text{Presupuesto}} * 100$$

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Ecuación 2-6 Calculo del porcentaje del presupuesto semestral del área de mantenimiento utilizado

Donde:

- % de gasto: Porcentaje de gasto en base al presupuesto semestral del área de mantenimiento utilizado.
- Gasto actual: Gastos del área de mantenimiento en lo que lleva del año.

- Presupuesto: Gasto máximo presupuestado para el área de mantenimiento.

Objetivo del indicador: Minimizar los costos.

$$VEA = Ingresos - Gastos - Costo Capital$$

Fuente: Informe final del proyecto de Confiabilidad, Carlos Parra, 2013.

Ecuación 2-7 Calculo del valor económico agregado

Donde:

- VEA: Valor económico agregado.
- Ingresos: Ingreso potencial por Disponibilidad
- Gastos: Sumatoria de Costos fijos, Insumos, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo
- Costo Capital: Es la suma de Inversiones producción con Inversiones de Confiabilidad, multiplicado por la Tasa interés

Objetivo del indicador: Analizar la efectividad de las estrategias y programas de mantenimiento para así, relacionar su impacto económico.

2.3.1.6. Indicadores de clientes

El siguiente indicador es seleccionado ya que, es específico para medir la confiabilidad operativa de los activos a lo largo del tiempo, va enlazado con los indicadores de la perspectiva de clientes y de proceso anteriormente mencionados. Para utilizarlo se debe contar con datos históricos fiables.

$$\text{Confiabilidad} = e^{\left(\frac{-t}{MTBF}\right)}$$

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Ecuación 2-8 Calculo de la confiabilidad

Donde:

- t: Periodo de tiempo considerado.
- MTBF: Tiempo promedio entre fallas.

Objetivo del indicador: Mejorar confiabilidad del sistema.

2.3.1.7. Indicadores de procesos

Los indicadores propuestos a continuación se basan en su capacidad para evaluar aspectos claves de mantenimiento, como lo son los mantenimientos preventivos y la gestión de repuestos críticos, proporcionan una medida directa para saber como se está llevando a cabo, es esencial para evitar fallas y pérdidas de disponibilidad.

$$\% \text{ Cumplimiento Mantenimiento Preventivo} = \frac{ODT (1)}{ODT (2)} * 100$$

Fuente: Norma UNE 15341:2008

Ecuación 2-9 Calculo del porcentaje de cumplimiento de Mantenimiento Preventivo

Donde:

- ODT (1) Planes de acciones preventivos ejecutados: Corresponde a los órdenes de trabajo de los mantenimientos preventivos ejecutados exitosamente.
- ODT (2) Planes de acciones preventivos programados: Corresponde a los órdenes de trabajo de los mantenimientos preventivos programados en un horizonte de tiempo específico.

Objetivo del indicador: Mejorar los planes de acciones constantemente.

$$\% \text{ repuestos críticos pedidos a tiempo} = \frac{N^{\circ} \text{ repuestos críticos atendidos a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de repuestos críticos pedidos}} * 100$$

Fuente: Elaboración propia en base a las necesidades del área de mantenimiento.

Ecuación 2-10 Calculo del porcentaje de repuestos críticos pedidos a tiempo

Donde:

- N° de repuestos críticos atendidos a tiempo: Corresponde al número de pedidos realizados a los proveedores que llegan en la fecha estimada sin retrasos.
- N° total de repuestos críticos pedidos: Corresponde al número total de pedidos realizados a los proveedores.

Objetivo del indicador: Lograr agilizar la cadena de abastecimiento de los repuestos críticos.

2.3.1.8. Indicadores de aprendizaje y conocimiento

Los siguientes indicadores proporcionan una visión tanto cuantitativa como cualitativa clara sobre la estabilidad laboral para así realizar las gestiones correspondientes con el fin de, estabilizar y mejorar continuamente las retenciones y calidad de vida de los trabajadores.

$$Tasa \text{ de retención del personal} = \frac{(Contrataciones \text{ al año} - Deserción \text{ al año})}{Contrataciones \text{ al año}} * 100$$

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Ecuación 2-11 Calculo de la tasa de retención del personal

Donde:

- Contrataciones al año: Corresponde al número de empleados contratados en un año.
- Deserción al año: Corresponde al número de empleados que han dejado la empresa o han sido despedidos en un año.

Objetivo del indicador: Mejorar la retención del personal.

2.3.1.9. Nivel de satisfacción laboral

Esté indicador es calculado en base a encuestas personales realizadas a los trabajadores, deben ser revisadas por recursos humanos para saber el estado actual de los trabajadores con la empresa.

Objetivo del indicador: Mejorar la calidad de vida de los trabajadores.

Todos los indicadores descritos anteriormente, deben ser utilizados mediante SAP PM, es decir, sus respectivos cálculos y análisis dentro de la plataforma a nivel taxonómico de “Equipo” según la norma ISO 14224.

2.3.1.10. Niveles de utilización

La siguiente tabla fue diseñada para darles niveles de utilización a los indicadores según la estructura organizacional de Godrej Chile, a su vez para asignarle el tipo de indicador y el nivel de dificultad.

Tabla 2-1 Niveles de utilización

Nivel según organigrama	Tipo de indicador	Dificultad
J = Jefe ingeniería y MTTO.	S = Situación.	B = Baja.
I = Coordinadores de MTTO.	E= Eficacia.	M = Media.
M= Mecánicos.	EE = Eficiencia.	A = Alta.

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

A continuación, se presenta el BSC propuesto para Godrej Chile.

Tabla 2-2 BSC propuesto para Godrej Chile

Grupo	Nivel	Tipo	Dificultad	BALANCED SCORECARD AREA - MANTENIMIENTO				
				Nombre	UN	Formula	Variables	Comentarios
Financiera	J	EE	B	Porcentaje del costo de mantenimiento frente al costo de producción	%	$\frac{Costo\ mantenimiento}{Costo\ producción} \times 100$	Costo mantenimiento: Costo total de mantenimiento en el año. Costo Producción: Costo total de producción en el año.	Se utiliza para aumentar los beneficios de la empresa, comparando netamente los costos de mantenimiento con su parte interesada producción.
	J	EE	B	Porcentaje del presupuesto semestral del área de mantenimiento utilizado	%	$\frac{Gasto\ Actual}{Presupuesto} \times 100$	Gasto Actual: Gastos del área de mantenimiento en lo que lleva del año. Presupuesto: Gasto máximo presupuestado para el área de mantenimiento.	Indicador utilizado para disminuir los costos, comparando lo gastado con lo presupuestado.
	J	EE	M	Valor económico agregado (VEA)	\$ año	Ingresos – Gastos – Costo Capital	Ingresos: Ingreso potencial * Disponibilidad. Gastos: Costos fijos + Insumos + Mtto. Preventivo+ Mtto. Correctivo. Costo Capital: (Inversiones producción+ Inversiones confiabilidad) * Tasa interés.	Indicador que analiza la efectividad de las estrategias y programas de mantenimiento para así, relacionar su impacto económico.

Fuente: BSC con formato del Manual de mantenimiento, Alejandro J. Pistarelli, 2010.

Tabla 2-3 BSC propuesto para Godrej Chile. (Continuación)

Grupo	Nivel	Tipo	Dificultad	BALANCED SCORECARD AREA - MANTENIMIENTO				
				Nombre	UN	Formula	Variables	Comentarios
Cliente	J/I	E	M	Disponibilidad	%	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	Tiempos = (Horas, días, semanas, meses) MTBF = Tiempo promedio entre fallas. MTTR = Tiempo promedio para reparar.	Puede utilizarse para un equipo o conjunto de equipos que están siendo reparados luego de una detención. (incluye tiempos de mantenimiento)
	J/I	E	A	Confiabilidad	%	$e^{\left(\frac{-t}{MTBF}\right)}$	t = Periodo de tiempo considerado. MTBF : Tiempo promedio entre fallas.	Se utiliza para modelar la probabilidad de que un equipo o sistema funcione a lo largo de un horizonte de tiempo. (se requiere datos históricos)

Fuente: BSC con formato del Manual de mantenimiento, Alejandro J. Pistarelli, 2010.

Tabla 2-4 BSC propuesto para Godrej Chile. (Continuación)

Procesos internos				Tiempo promedio para reparar (MTTR)	%	$\sum \frac{TPR}{N^{\circ} fallas}$	TPR: Tiempo promedio de reparación. N° Fallas: Numero de fallas en el horizonte de tiempo esperado.	
				Tiempo promedio entre fallas (MTBF)	%	$\frac{Tiempo\ total\ disponible - tiempo\ inactividad}{N^{\circ} Fallas}$	Tiempo total disponible: Tiempo en que el equipo debería funcionar. Tiempo de inactividad: Número de horas en que la maquina estuvo parada. N° fallas = Numero de fallas en el horizonte de tiempo esperado.	
				Porcentaje de cumplimiento de Mantenimiento Preventivo	%	$\frac{ODT(Planes\ acciones\ preventivos\ Ejecutados)}{ODT(Planes\ acciones\ preventivos\ Programados)} \times 100$	ODT Planes de acciones preventivos ejecutados: Corresponde a las órdenes de trabajo de los mantenimientos preventivos ejecutados exitosamente. ODT Planes de acciones preventivos programados: Corresponde a las órdenes de trabajo de los mantenimientos preventivos programados en un horizonte de tiempo específico.	
				Porcentaje de repuestos críticos pedidos a tiempo	%	$\frac{N^{\circ} repuestos\ críticos\ atendidos\ a\ tiempo}{N^{\circ} total\ repuestos\ críticos\ pedidos} \times 100$	N° de repuestos críticos atendidos a tiempo: Corresponde al número de pedidos realizados a los proveedores que llegan en la fecha estimada sin retrasos. N° total de repuestos críticos pedidos: Corresponde al número total de pedidos realizados a los proveedores.	

Fuente: BSC con formato del Manual de mantenimiento, Alejandro J. Pistarelli, 2010.

Tabla 2-5 BSC propuesto para Godrej Chile. (Continuación)

Grupo	Nivel	Tipo	Dificultad	BALANCED SCORECARD AREA - MANTENIMIENTO				
				Nombre	UN	Formula	Variables	Comentarios
Aprendizaje y conocimiento				Índice de capacitación	%	$\frac{\sum \text{Horas de capacitación}}{\sum \text{Horas trabajadas}} * 100$		
				Tasa de retención del personal	%	$\frac{(\text{Contrataciones al año} - \text{Deserción al año})}{\text{Contrataciones al año}} * 100$	Contrataciones al año: Corresponde al número de empleados contratados en un año. Deserción al año: Corresponde al número de empleados que han dejado la empresa o han sido despedidos en un año.	
				Nivel de satisfacción laboral	(Nº, %)	Nivel de satisfacción laboral		Esté indicador es calculado en base a encuestas personales realizadas a los trabajadores, deben ser revisadas por recursos humanos para saber el estado actual de los trabajadores con la empresa.

Fuente: BSC con formato del Manual de mantenimiento, Alejandro J. Pistarelli, 2010.

2.3.2. Fase 2

Luego de haber definido objetivos, las responsabilidades y se haya diseñado una estrategia efectiva de mantenimiento, es de suma importancia definir las criticidades de los equipos, medir sus impactos en el sistema productivo global y seguridad respecto a los objetivos del negocio.

Existen numerosas técnicas cualitativas, cuantitativas, cualitativas-cuantitativas, que nos permiten clasificar los activos como “críticos, semi críticos o no críticos” basados en una evaluación probabilística de riesgos y la obtención del “número de prioridad de riesgo” (NPR). En este caso en Godrej Chile se ausencia datos históricos respecto a sus equipos, por lo que se recomienda utilizar técnicas cualitativas para garantizar niveles iniciales adecuados de efectividad en las operaciones de mantenimiento.

El Método Cualitativo se basa en la experiencia de expertos, que combinan criterios técnicos y financieros para clasificar equipos. Estos métodos son subjetivos y funcionan bien para procesos simples, pero en ocasiones se necesitan enfoques más rigurosos para validar la información. Por ejemplo, se usan criterios como la gravedad (Alto-Medio-Bajo) y la complejidad (Compleja-Mediana-Sencilla), con una escala numérica como 1-5-10 para cada criterio, todo bajo el contexto operacional de la empresa, para obtener criterios aterrizados.

A continuación, a modo de ejemplo se muestra de forma resumida la matriz de criticidad de riesgos (MCCR).

$$Riesgo = FF \times C$$

Fuente: Elaboración propia en base a documento “Técnica de Jerarquización de Activos”, Carlos Parra.

Ecuación 2-12 Matriz de criticidad de riesgos

Dónde:

- FF: Frecuencia de fallos (número de fallas en un tiempo determinado)
- C: Consecuencias de los fallos a la seguridad, ambiente, calidad, producción, etc.

- C: (Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA) x 0,2) + (Impacto Producción (IP) x 0,2) + (Impacto por Baja Mantenibilidad (BM) x 0,2) + (Costos de Mantenimiento (CM) x 0,2)

A continuación, se presentan los factores ponderados diseñados para el proceso de jerarquización de los factores de frecuencia y consecuencias de fallos, los cuales se muestran en escala 1-5:

2.3.2.1. Factores de frecuencia y consecuencias de fallos

Tabla realizada a juicio de la experiencia de los coordinadores de mantenimiento de Godrej Chile.

Tabla 2-6 Factor de frecuencias de fallas de la matriz MCCR

Frecuencia de fallas	Escala
Sumamente improbable	1) Dos eventos en dos años
Improbable	2) Un evento en un año
Posible	3) Dos eventos en un año
Probable	4) Entre uno y siete eventos al año
Frecuente	5) Más de quince eventos al año

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa.

Tabla 2-7 Factor de consecuencias de la matriz MCCR

Factores de Consecuencias (Impactos SHA)	Escala
Posibilidad significativa de peligro para la seguridad del personal, graves impactos en la salud de los trabajadores o daños ambientales sustanciales, así como derrames y escapes que superan los niveles aceptados.	5
Riesgo de vida del personal o daños menores a la salud del personal y/o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	3
No existe ningún riesgo de salud ni de daños ambientales	1

Fuente: Elaboración propia en base a documento “Técnica de Jerarquización de Activos “, Carlos Parra.

Tabla 2-8 Impacto en producción de la matriz MCCR

Impactos en producción (IP)	Escala
Pérdidas de producción superiores al 75% (no hay unidades de reserva)	5
Pérdidas de producción entre el 50% y el 75% (unidades de reserva parcial)	4
Pérdidas de producción entre el 25% y el 50%	3
Pérdidas de producción entre el 15% y el 25%	2
Pérdidas de producción menor al 15%	1

Fuente: Elaboración propia en base a documento “Técnica de Jerarquización de Activos “, Carlos Parra.

Tabla 2-9 Impacto por baja mantenibilidad de la matriz MCCR

Impacto por baja Mantenibilidad (BM)	Escala
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos fuera de control graves (reparación y logística)	5
Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos fuera de control intermedios (reparación y logística)	3
Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos fuera de control mínimo (reparación y logística)	1

Fuente: Elaboración propia en base a documento “Técnica de Jerarquización de Activos “, Carlos Parra.

Tabla 2-10 Impacto en costos de mantenimiento (CM) de la matriz MCCR

Impactos en Costos de Mantenimiento (CM)	Escala
Daños irreversibles al sistema, costos de reparación incluyendo materiales y HH supera en un 75% el valor del equipo	5
Costos de reposición incluyendo materiales y HH se ubican entre un 50% y el 75% del valor del equipo	4
Costos de reparación incluyendo materiales y HH, se ubican entre un 25% y el 50% del valor del equipo	3
Costos de reparación incluyendo materiales y HH, se ubican entre un 15% y el 25% del valor del equipo	2
Costos de reparación incluyendo materiales y HH, se ubican por debajo del 15% del valor del equipo	1

Fuente: Elaboración propia en base a documento “Técnica de Jerarquización de Activos “, Carlos Parra.

2.3.2.2. Tabla de criticidad

Los resultados al multiplicar FF*C se representan en una tabla de criticidad 5 x 5 (Tabla 2-11). Esta matriz de criticidad tiene cinco niveles de frecuencia de fallos en el eje vertical y cinco niveles de consecuencias de fallos en el eje horizontal. La matriz se divide en cuatro áreas que indican distintos niveles de criticidad:

Donde:

- B= Baja criticidad
- M = Media criticidad
- A= Alta criticidad
- MA= Muy alta criticidad

Tabla 2-11 Criticidad 5 x 5

Frecuencias	5	A	MA	MA	MA	MA
	4	A	A	A	A	MA
	3	M	M	M	A	MA
	2	B	B	B	M	M
	1	B	B	B	M	M
		1	2	3	4	5
	Consecuencias					

Fuente: Elaboración propia en base a documento “Técnica de Jerarquización de Activos “, Carlos Parra.

Para un buen funcionamiento todo el equipo debe respaldar este modelo y utilizarlo como guía para dar prioridad a la planificación, ejecución del mantenimiento y la definición de los repuestos críticos. Pueden implementarse mejoras en esta parte del proceso de gestión del mantenimiento mediante desarrollos internos de matrices de criticidad dentro del sistema SAP-PM.

2.3.3. Fase 3

Una vez definido los activos críticos, se le deben analizar sus posibles fallas, estas pueden ser repetitivas, crónicas, o en caso extremo su frecuencia de falla sean demasiados altas, lograr mitigar las respectivas consecuencias de fallas causadas por el modo de falla del equipo se lograría ofrecer un alto retorno de costos respecto al programa de gestión de mantenimiento. Existen diferentes tipos de análisis de fallas, para este caso se propone la herramienta de análisis causa raíz, que radica en una serie de pasos estandarizados para lograr determinar de “raíz” la causa del modo de falla, estos se pueden diferenciar por modos de falla físicos, humanas o latentes. Las causas físicas son propiamente del activo, la explicación del porque ocurrió tal modo de falla, las humanas son netamente por errores cometidos a la hora de estar operando en la máquina, finalmente las fallas latentes son fallas organizacionales que a causa de esos fallos ocurren fallos humanos, ya que, no son corregidos en el tiempo (fallos en sistemas y procedimientos), Es por esto que las fallas latentes serán el foco de atención a la hora de optimizar con la herramienta anteriormente propuesta.

Una herramienta utilizada en el método de causa raíz es el árbol de fallas, se trata de un método deductivo de análisis que en primera instancia se selecciona un incidente o evento que se quiere evitar, ya sea uno de gran magnitud (explosión, fuga, derrame, etc.) o sea de menor importancia (fallo de un sistema de cierre, etc.) con el fin, de averiguar en ambos casos sus orígenes, para mitigar o eliminar de forma permanente el modo de falla. Pueden ser realizados desde etapas tempranas de diseño y luego ser actualizados en función de la obtención de experiencia respecto al sistema. A continuación, se citan algunos de los beneficios de la herramienta anteriormente descrita.

- Ayuda a identificar problemas creando un panorama único basado en hechos.
- Mejora la confiabilidad de los procesos a través del análisis de incidentes e identificación de causas sistemáticas comunes.
- Mejora la eficiencia de los procesos debido a la prevención de fallos (problemas).
- Reduce los costos de reparación y penalización al ser identificados y corregidos los modos de falla crónicos.
- Reduce la exposición al riesgo por seguridad y ambiente del personal al disminuir el número de fallos de alto impacto.

- Amplia el acceso corporativo a la información producida por los análisis de fallas, mejorando la comunicación de las lecciones aprendidas entre las distintas localidades.

La siguiente imagen muestra los diferentes símbolos y sus respectivas descripciones que pueden ser utilizados al momento de confeccionar un árbol de fallas.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Rectángulo	Evento de falla, usualmente es resultado de otros eventos
	Círculo	Evento de falla primario, independiente
	Diamante	Evento de falla cuyas causas no han sido desarrolladas
	Casa	Evento básico, no es un evento de falla
	OR	El evento de salida ocurre si uno o mas de los eventos entrada ocurre
	AND	El evento salida ocurre si y solo si todos los eventos entrada ocurren
	INHIBIT	El evento salida ocurre cuando X ocurre y la condición A se presenta
	Triángulo-IN	Representa una rama del árbol desarrollado en otro lado
	Triángulo-OUT	El árbol A es una rama de un árbol desarrollado en otro lado

Fuente: Manual del ingeniero de mantenimiento (gestión moderna del mantenimiento).

Figura 2-1 Símbolos del Árbol de falla

Los símbolos con forma de círculo y diamante se caracterizan por los siguientes aspectos:

- Son independientes entre ellos.
- Las probabilidades de que acontezcan o suceda el problema pueden ser calculadas o estimadas, mediante análisis cuantitativos.

Para llevar a cabo de una manera sistemática y eficiente el árbol de fallas se procederá a describir los pasos a seguir, que constan desde la formación de un equipo de trabajo, hasta la medición del procedimiento, llevado a una mejora continua, con el fin, de mitigar o eliminar los riesgos de los modos de falla.

2.3.3.1. Paso 1

Primer paso: Formar el equipo natural de trabajo y generar una lista de problemas /eventos y ubicarlos en la matriz de prioridades.

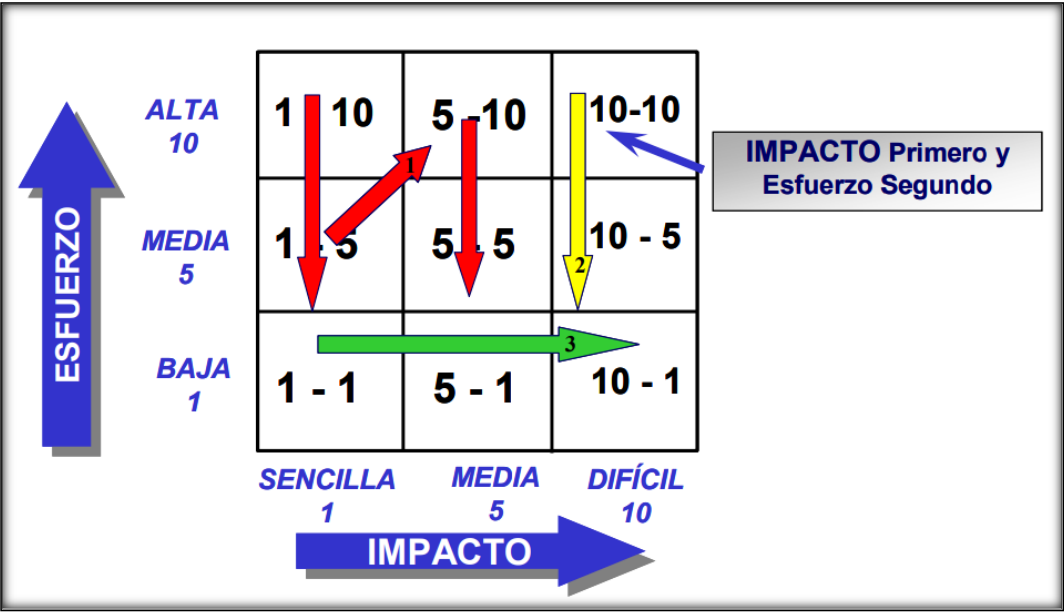
Se recomienda la siguiente estructura básica para llevar a cabo el proceso de ACR.

Tabla 2-12 Impacto en costos de mantenimiento (CM) de la matriz MCCR

Personal de apoyo para un ACR	Descripción
Facilitador	Asesor metodológico
Operador	Expertos en el manejo y operabilidad de sistemas y equipos.
Mantenedor	Expertos en reparación y mantenimiento de sistemas y equipos.
Programador	visión sistemática de la actividad.
Especialistas	Expertos en áreas específicas.
Ingeniero de procesos	Visión global de los procesos.

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Luego de designar el equipo básico natural de trabajo, se debe generar y evaluar una lista de problemas respecto a los equipos críticos de la empresa, para definir los problemas se puede incluir las siguientes preguntas: ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, también conocer datos fiables como las frecuencias de fallas en un año y sus impactos (Seguridad, Ambiental, Producción, Mantenimiento, Frecuencia). Después de la obtención de la lista, se deben priorizar los problemas mediante una matriz de criticidad que mide el esfuerzo para resolver el problema y el impacto económico que generan. La siguiente imagen representa una matriz de priorización de problemas en una escala de 1-10.



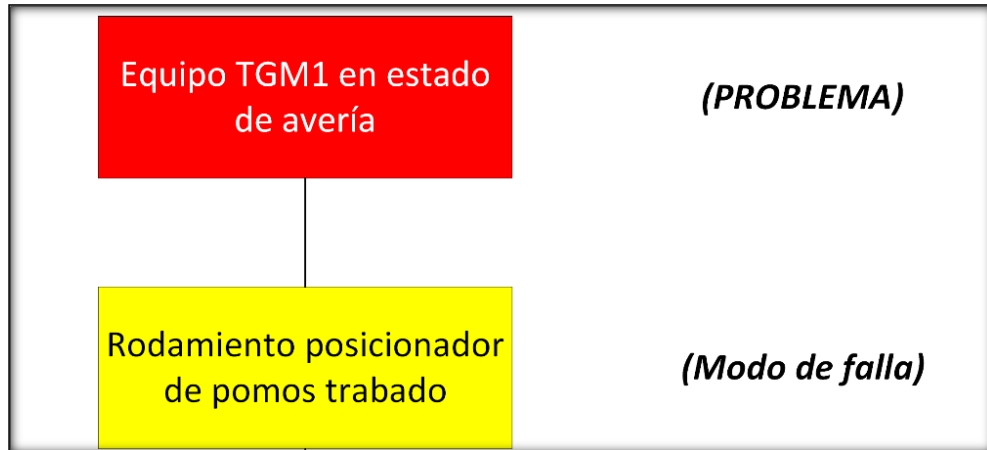
Fuente: Manuales de adiestramiento de TWPL

Diagrama 2-2 Matriz de priorización de problemas

2.3.3.2. Paso 2

Segundo paso: Definir el problema y los modos de fallas, utilizando el árbol de fallas.

En este paso, se define claramente cuáles serían los problemas más críticos según el esfuerzo requerido para resolver el problema y sus impactos económicos, después se utiliza el árbol de fallas para descomponer incidente, con el fin de, analizar los posibles modos de falla que contribuyeron al problema. A continuación, se dará a modo de ejemplo, la construcción de un árbol de falla, acerca de un equipo de Godrej Chile.



Fuente: Documentación entregada por la universidad.

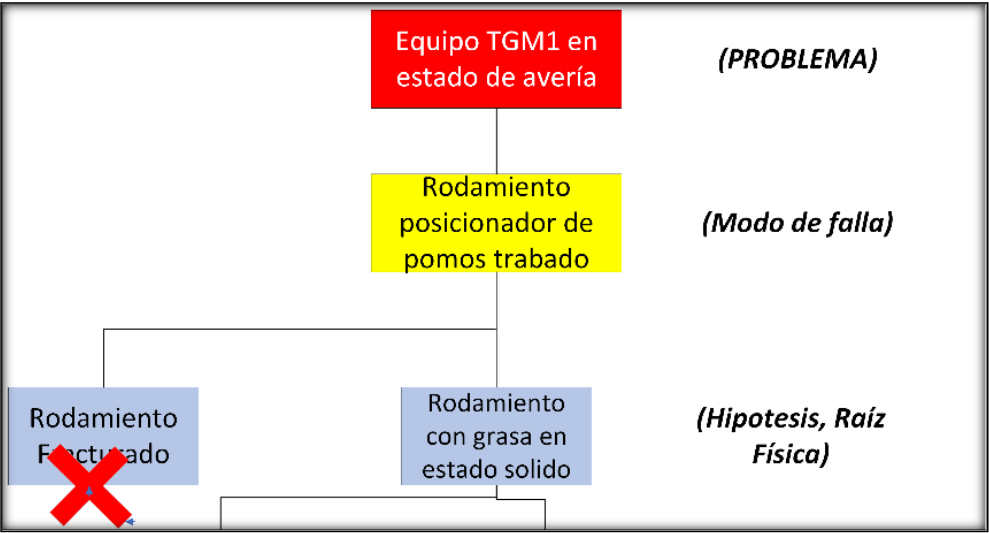
Diagrama 2-3 Árbol de falla

2.3.3.3. Paso 3

Tercer paso: Formular las hipótesis para las evidencias físicas encontradas.

En este paso como bien dice, se deben proponer hipótesis respecto a las evidencias físicas encontradas y para validar las hipótesis se sugiere la siguiente información.

- Obtener información acerca de las variables de operación (Temperatura, Esfuerzos, Presión, Flujos, etc.)
- Datos históricos de mantenimiento
- Procedimientos de mantenimiento.
- Procedimientos operacionales.

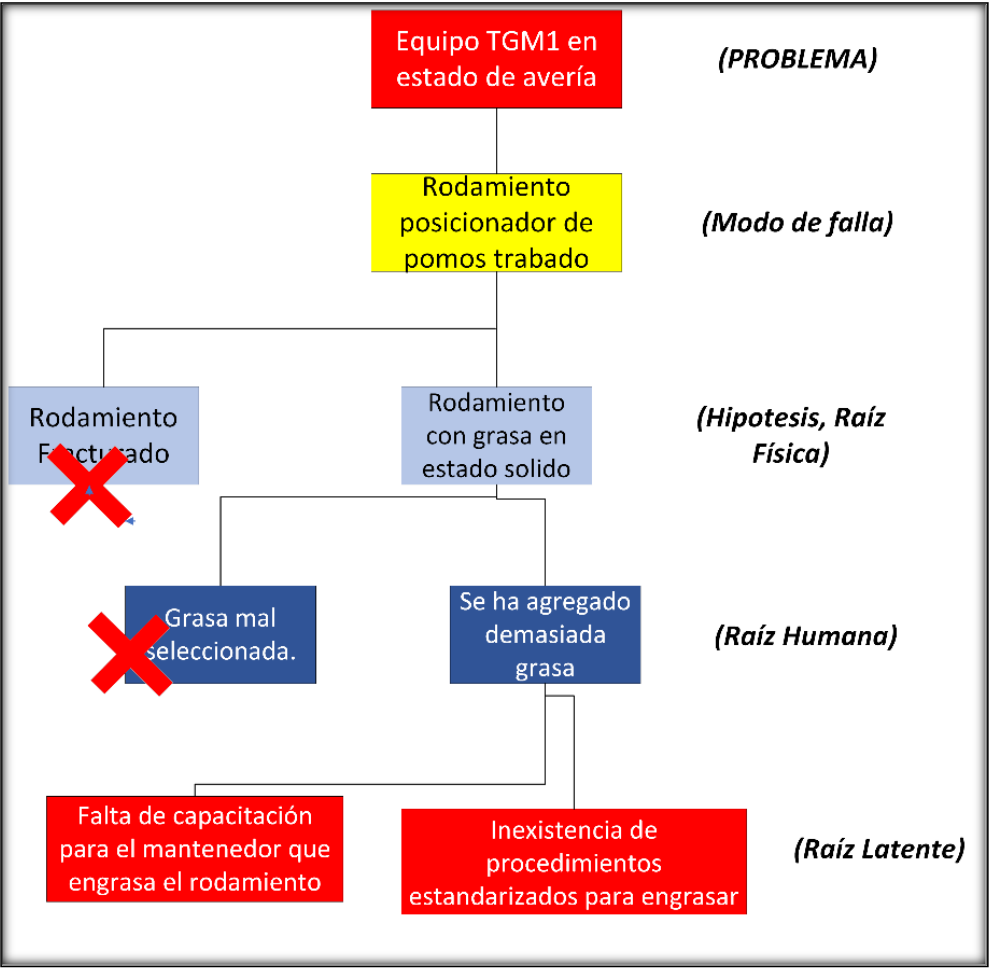


Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Diagrama 2-4 Árbol de falla

2.3.3.4. Paso 4

Cuarto paso: Formular las causas raíz físicas, humanas y latentes para la hipótesis validada.



Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Diagrama 2-5 Árbol de falla

2.3.3.5. Paso 5

Quinto paso: Proponer recomendaciones que mitiguen o eliminen las consecuencias de los modos de falla. Realizar seguimiento a la implementación de la solución.

Las recomendaciones para lograr mitigar o eliminar el modo de falla, están directamente relacionadas con las raíces latentes que se lograron identificar, por lo tanto, las soluciones propuestas para este problema son las siguientes:

- Elaborar un procedimiento para adicionar de manera correcta la grasa en el rodamiento.
- Capacitar al personal de mantenimiento.

2.3.3.6. Paso 6

Sexto paso: Medición de la efectividad de las recomendaciones.

2.3.4. Tabla Plan de mejora

A continuación, se presenta el plan de mejora a largo plazo con un horizonte de tiempo de cinco años para la implementación de la filosofía de trabajo propuesta y las respectivas herramientas efectivas de mantenimiento.

Se puede apreciar en la tabla que, el plan de mejora se divide en dos fases principales, capacitación de la norma ISO 55000, la implementación de indicadores para la fase uno y jerarquización de activos para la fase dos.

Se estima que, para el primer semestre del 2024, se hayan realizado la respectiva charla de la norma ISO 55000, la planificación y el diseño del sistema de gestión de activos aterrizado al contexto operacional de Godrej Chile, además de implementar un 45% de los indicadores claves propuestos en una primera instancia, que tienen un fin de, obtener datos históricos fiables relevantes para medir y evaluar el desempeño con un horizonte de tiempo de un año. Por otra parte, se debe realizar el diseño de la matriz de riesgo cualitativa y sus respectivas jerarquizaciones a los activos de la empresa.

Para el segundo semestre del 2024, empieza la implementación de la nueva filosofía de trabajo, que se estima estar completamente realizada para el primer semestre del 2025. En este mismo periodo se realizará la auditoria externa con el fin de, monitorear y verificar si se está cumpliendo de manera adecuada la implementación.

El primer semestre del año 2026, se debe empezar a utilizar la herramienta de análisis causa raíz para los distintos modos de fallas de los equipos de alta criticidad, empezando con formar el respectivo equipo multidisciplinario de acción, que en conjunto realizarán la colección de datos y efectuar el análisis correspondiente que deducirán las causas reales de los modos de fallas con el fin de, implementar las medidas necesarias para lograr mitigar los efectos y consecuencias de falla.

El plan de mejora logrará impactar de la siguiente manera en los indicadores propuestos anteriormente para una primera instancia.

- Disponibilidad: Se espera un aumento en la disponibilidad de los equipos críticos debido a la reducción de los tiempos fuera de servicio producidos por los modos de falla.
- Confiabilidad: Se espera un aumento en la confiabilidad de los equipos debido a la implementación de la nueva filosofía de trabajo ISO 55000, la jerarquización de activos y el análisis causa raíz.
- MTTR: Se espera una reducción en los tiempos de reparación debido a la identificación y mitigación de causas de falla.
- MTBF: Se espera un aumento en los tiempos entre falla debido a una mejora en la confiabilidad de los equipos.
- Costos de mantenimiento frente al costo de producción: Se espera una reducción en los costos de mantenimiento y un aumento en la productividad debido a la respectiva mejora de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos críticos.
- Índice de capacitación: Se espera un aumento de las competencias del personal debido a la capacitación en la norma ISO 55000 y al análisis causa raíz.

Tabla 2-13 Plan de mejora de mantenimiento

Plan de mejora							Semestre									
							2024		2025		2026		2027		2028	
Fase	Acción		Responsable	Costo	Meta anual	Meta del periodo	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°
1	ISO 55000	Capacitación Norma 550000.	Cides Corpotraining.	\$300.000 (participante)	N/A	100%	100%									
		Planificación y diseño.	Facilitador.	\$2.000.000 (mes)	100%	100%	100%									
		Implementación.	Facilitador.		100%	50%		50%	100%							
		Seguimiento y mejora.	Facilitador/ Jefe de mtto.		25%	12%		12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
		Auditoría externa.	Facilitador externo.	\$15.000.000 (mes)	N/A	100%		100%								
	Balanced scorecard	Implementación de indicadores.	Jefe de mtto / Ingeniero en mtto.	\$1.200.000 (mes)	100%	45%	45%	45%	100%							
2	Jerarquización de activos	Diseño de Matriz de riesgo cualitativa.	Ingeniero en mtto/ coordinadores de mtto.	\$1.200.000 (mes)	N/A	100%	100%									
		Calculo criticidad de equipos.	Ingeniero en mtto.	\$1.200.000 (mes)	N/A	100%	100%									
		Seguimiento y mejora.	Ingeniero en mtto/ coordinadores de mtto.	\$1.200.000 (mes)	25%	12%			12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
3	Análisis causa raíz	Formación del equipo multidisciplinario.	Facilitador / Jefe de mtto.	\$2.000.000 (mes)	N/A	100%					100%					
		Recolección de datos.	Equipo multidisciplinario.	-	N/A	100%						100%				
		Análisis.	Equipo multidisciplinario.	-	N/A	100%						100%				
		Implementación de medidas correctivas.	Jefe de mtto. / Coordinadores de mtto.	\$3.200.000 (mes)	N/A	100%							100%			

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS
PROPUESTAS

3. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS

En el siguiente capitulo se darán a conocer las respectivas evaluaciones técnicas y económicas de forma cualitativa y cuantitativa de las propuestas realizadas, con el fin de, demostrar la viabilidad, rentabilidad y el potencial éxito de las propuestas definidas en el capítulo dos.

3.1. ANÁLISIS CUALITATIVO

Se presenta a continuación los respectivos análisis cualitativos para las propuestas realizadas en el capítulo 2.

3.1.1. Formación Norma ISO 55000.

En la siguiente tabla, se dará a conocer cómo se llevará a cabo el proceso de formación respecto a la norma ISO 55000 de gestión de activos, con el fin de adoptar una nueva filosofía de trabajo que permite mejorar la relación de riesgos, costos y desempeño de los equipos a lo largo de su ciclo de vida, con el fin de, garantizar la confiabilidad, disponibilidad y seguridad de los equipos para así maximizar su rentabilidad. Se sugiere la capacitación para el **jefe de ingeniería y mantenimiento y para los coordinadores de mantenimiento**, luego de ser capacitados, se debe bajar la información con lo aprendido a todo el personal de mantenimiento, todo esto con el fin de disminuir los costos.

Tabla 3-1 Contenido de la Formación de Norma ISO 55000

Formación de Norma ISO 55000 (Gestión de Activos)	
Metodología	Plataforma de aprendizaje virtual con un facilitador online a tiempo real para enseñar, guiando a través de herramientas e-learning. Duración 16 horas.
Objetivo General	Mostrar como implementar eficazmente la gestión de activos según normas internacionales que agrega valor a una organización. Utilizar casos reales para ilustrar el proceso, desde la creación del caso de negocio hasta la certificación, destacando la metodología completa

Fuente: Elaboración propia basada en información de “CIDES corpotraining”

Tabla 3-2 Contenido de la Formación de Norma ISO 55000 (Continuación)

Objetivos específicos	1. Adquirir conocimientos sobre los fundamentos de la gestión de activos incluyendo conceptos como, tipos de activos, gestión del ciclo de vida total, entre otros. 2. Explorar el origen, evolución y objetivos de las normas Bsi PAS 55 e ISO 55000. 3. Comprender la relación y complementariedad entre las prácticas de Gestión de Activos, Mejoramiento Continuo, Gestión del Riesgo y Confiabilidad operacional. 4. Conocer los elementos necesarios para implementar un sistema de Gestión de Activos integrado, basado en riesgo y optimizado a lo largo del ciclo de vida, desde la evaluación inicial hasta la certificación. 5. Demostrar cómo cumplir con requisitos regulatorios específico, mencionando casos reales.
Programa	1. Estableciendo las Bases de la Gestión de Activos -Comprendiendo qué es Gestión de Activos -Antecedentes de la gestión de activos. -Conceptos básicos. -Definición y tipos de Activos. -Gestión del Ciclo de Vida Total. -¿Quién es el gerente de un activo? -Diferencias entre la Gestión de Activos y la Gestión de Mantenimiento. Logrando Sistemas Integrados -Como integrar sistemas independientes: mantenimiento, compras, ingeniería, etc. Requerimientos del negocio -Gestión del ciclo de vida desde la concepción hasta el fin de vida. -Gestión del Riesgo. -Gestión de información. -Las funciones de soporte/apoyo. -El Outsourcing y la gestión de activos. -La estructura organizacional para la gestión de activos. -La función del gerente de activos.

Fuente: Elaboración propia basada en información de “CIDES corpotraining”

Tabla 3-3 Contenido de la Formación de Norma ISO 55000 (continuación)

Programa	2. Conociendo los Estándares de Asset Management -Orígenes e historia de la Norma PAS 55. -La norma ISO 55000. -Innovaciones de ISO 55000. -Relaciones ISO 55000 y PAS 55. -La transición de PAS 55 a ISO 55000. -Elementos de ISO 55000. -Interrelaciones de ISO 55000 con otros estándares (ISO, OSHA, etc.). 3. Entendiendo la norma de Gestión de Activos ISO 55000 -ISO 55000 Asset management — resumen, principios y terminología. -ISO 55001 Asset management - Requisitos. -ISO 55002 Asset management - guías de implementación de ISO 55001. -Casos estudio de experiencias de TWPL en los 5 continentes. 4. Requisitos regulatorios de Gestión de Activos 5. Implementando la Gestión de Activos -La evaluación inicial. -El caso de negocio. -El plan maestro u hoja de ruta de implementación. -La implementación y seguimiento del plan. -El manejo cultural. -La auditoría y certificación.
----------	---

Fuente: Elaboración propia basada en información de “CIDES corpotraining”

3.1.2. Indicadores del BSC

En el siguiente apartado, se darán a conocer los análisis cualitativos de los indicadores propuestos en una primera instancia para el área de mantenimiento de Godrej Chile, con la finalidad de, demostrar de qué manera se deben llevar a cabo para lograr la rentabilidad de dichos indicadores.

% Costo mantenimiento frente al costo producción

La introducción de este indicador financiero se centra en la alineación estratégica y el impacto respecto a la rentabilidad de los equipos, buscando establecer un vínculo directo entre la eficiencia en la gestión de mantenimiento y la mejora de los beneficios. Se deben definir metas iniciales en colaboración con la alta dirección para establecer objetivos realistas y alcanzables, alineándolos directamente con la estrategia general de la empresa, enfocándose constantemente en estrategias efectivas de mantenimiento que logren la reducción específica del porcentaje de costo de mantenimiento frente al costo de producción. La comunicación continua y la flexibilidad en la implementación de este

indicador son claves para abordar cualquier resistencia o preocupación surgida durante las primeras etapas. Este indicador se debe llevar a cabo mediante un tablero de control para así mantener un monitoreo constante y medir el desempeño en el horizonte de tiempo estimado de mejora.

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

La implementación de este indicador tiene como objetivo principal aumentar la disponibilidad de los equipos para optimizar la eficiencia operativa y garantizar una producción constante. El enfoque estratégico se centra en mejorar la confiabilidad de los equipos y minimizar los tiempos de inactividad no planificados. Se sugiere una capacitación, centrándose en la comprensión de la fórmula de disponibilidad y destacando cómo la mejora de este indicador impacta directamente en la disponibilidad de los equipos. Se deben definir metas iniciales realistas, estableciendo estándares de disponibilidad deseables para motivar la mejora continua. El monitoreo inicial revela la importancia de asegurar que la implementación no cause inconvenientes operativos significativos. Se deben realizar ajustes para mitigar preocupaciones y garantizar la cooperación del personal. La adaptación constante se destaca como esencial, reconociendo que el aumento en la disponibilidad es un objetivo a largo plazo. Este indicador se debe llevar a cabo mediante un tablero de control para así mantener un monitoreo constante y medir el desempeño en el horizonte de tiempo estimado de mejora.

$$MTTR = \sum \frac{TPR}{N^{\circ} fallas}$$

La implementación del indicador se orienta hacia la mejora significativa de los tiempos de reparación, con el propósito de reducir los períodos de inactividad no planificados, periodos de inactividad planificados y optimizar la eficiencia. La capacitación emerge como un elemento esencial, centrándose en la comprensión de la fórmula del indicador y resaltando cómo la reducción de este indicador impactará positivamente en la disponibilidad de los equipos. Se deben establecer metas iniciales realistas para motivar la mejora continua. El monitoreo inicial subraya la necesidad de garantizar que las iniciativas de reducción del MTTR no generen inconvenientes operativos significativos. Se deben realizar ajustes estratégicos para mitigar preocupaciones y asegurar la colaboración del personal, destacando la importancia de una

implementación gradual, es decir, llevar a cabo el indicador en un equipo crítico definido por la matriz de criticidad cualitativa de riesgos. Este indicador se debe llevar a cabo mediante un tablero de control para así mantener un monitoreo constante y medir el desempeño en el horizonte de tiempo estimado de mejora.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total disponible} - \textit{Tiempo inactividad}}{\textit{N° de fallas}}$$

El enfoque principal del siguiente indicador es obtener datos históricos para evaluar la confiabilidad de los equipos. Se sugiere una capacitación para garantizar que el personal comprenda la fórmula MTBF y la importancia de su relación con la eficiencia operativa. La medición y evaluación continua, debe ser respaldada en el software de mantenimiento SAP con el fin de, aplicar estrategias y herramientas efectivas de mantenimiento con datos históricos fiables de al menos un año de obtención para así disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones. Se deben realizar ajustes estratégicos para mitigar preocupaciones respecto a inconvenientes operativos y asegurar la colaboración del personal, la implementación gradual de este indicador es de suma importancia. Este indicador se debe llevar a cabo mediante un tablero de control para así mantener un monitoreo constante y medir el desempeño en el horizonte de tiempo estimado de mejora.

$$\textit{Índice de capacitación} = \frac{\sum \textit{Horas de capacitación}}{\sum \textit{Horas trabajadas}} * 100$$

La implementación del indicador tiene como objetivo principal evaluar y gestionar el desarrollo de habilidades y competencias del personal de mantenimiento. La capacitación adquiere un papel central en esta implementación, no solo como un medio para mejorar habilidades, sino también como un componente medible a través del indicador. Proporciona información valiosa sobre el desarrollo de habilidades en el área de mantenimiento. La adaptación estratégica se destaca como una respuesta proactiva a los resultados obtenidos, reconociendo la dinámica cambiante de las necesidades de capacitación. La flexibilidad como elemento clave para garantizar un desarrollo continuo de habilidades y competencias.

3.1.3. Matriz Cualitativa de criticidad de riegos.

La decisión de diseñar una matriz cualitativa en lugar de una cuantitativa es debido a la falta de datos históricos fiables, la matriz diseñada representa un enfoque adaptativo en una primera instancia para la gestión del riesgo en los activos de Godrej Chile. Este método se basa en el juicio y la experiencia de los coordinadores de mantenimiento de la empresa, respecto a los factores de frecuencias de fallas y factores de consecuencias. Lo ideal es ir modificando a medida del tiempo la matriz para adecuarla aún más al contexto operacional y obtener data histórica que valide realmente la criticidad de los equipos con la finalidad de, utilizar métodos estadísticos como por ejemplo un Jack knife para priorizar las fallas de manera probabilística de los activos y disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones respecto al riesgo.

Se procedió a calcular la criticidad de los equipos con la (Ecuación 2-12) adjuntada y detalla en el capítulo dos, obteniendo como resultado el equipo **TGM1** como el más crítico, ubicado en la parte superior de la matriz, evaluándose como un equipo de muy alta criticidad (MA). Es por esta razón que este equipo será sometido a una evaluación de un incremento de disponibilidad para demostrar la rentabilidad y el potencial éxito de las propuestas.

Tabla 3 4 Criticidad 5 x 5 con equipos priorizados.

Frecuencias	5	A	TGM1	MA	MA	MA
	4	A	TGM2	A	A	MA
	3	M	M	M	A	MA
	2	B	Plaspack Tema 4	B	M	M
	1	TECMAR	B	B	M	M
		1	2	3	4	5
Consecuencias						

Fuente: Elaboración propia en base a documento “Técnica de Jerarquización de Activos “, Carlos Parra.

3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO

A continuación, se dará a conocer, el análisis económico a cerca de la máquina critica TGM1, con la finalidad de, ser evaluada respecto a su disponibilidad y los beneficios que se obtendrán mediante las propuestas mencionadas y explicadas en el capítulo dos.

3.2.1. Escenario Nominal

En la siguiente tabla se presenta el escenario actual estimado con un 100% de disponibilidad para el equipo **TGM1**, a continuación, se dará a conocer las condiciones de cálculos:

- El **costo real de unidad** fue calculado respecto al **costo de la unidad en el mercado** con un 20% de margen de utilidad.
- **Tiempo operacional nominal** de 20 horas sumando los turnos de mañana y noche.
- Nominalmente se envasan 5 cajas por minuto y cada caja contienen 12 unidades.
- El mes fue calculado con 30 días.

Tabla 3-5 Escenario Nominal Equipo TGM1.

ESCENARIO NOMINAL 100% disponibilidad		
<u>Datos e estimaciones</u>	<u>Escenario actual estimado</u>	
Costo unidad mercado	\$	3.499
Costo real unidad	\$	2.799
Perdida mes	\$	-
Costo por penalización	\$	-
<u>DÍA</u>		
Tiempo nominal con 100% de disponibilidad (horas)		20
Tiempo nominal con 100% de disponibilidad (min)		1.200
Cajas por día		6.000
Unidades por día		72.000
<u>MES</u>		
Tiempo nominal con 100% de disponibilidad (horas)		600
Tiempo nominal con 100% de disponibilidad (min)		36.000
Cajas por mes		180.000
Unidades por mes		2.160.000

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por la empresa.

3.2.2. Escenario Real y Sensibilización

En la siguiente tabla se presenta el escenario real correspondiente al mes de marzo del año 2023, en donde según la “OEE” indicador de producción (ANEXO A), el mes de marzo el equipo **TGM1** obtuvo una disponibilidad de un 90%, indicando que se perdieron unidades por indisponibilidad de la máquina, con un total de 233.205 (unidades), por lo tanto, se procedió a calcular los costos por penalización, básicamente se calcularon mediante las unidades perdidas por el costo real de las unidades. Se puede apreciar que la tabla tiene las mismas condiciones que la tabla del escenario nominal, sin embargo, la única diferencia es la disponibilidad.

Respecto a la sensibilización se hizo con la intención de responder la siguiente pregunta: ¿Qué pasaría con los costos de penalización si se aumenta un 2%, 3% o 4% de la disponibilidad del equipo?, Se puede apreciar que la disminución por mes de los costos por penalización es significativa, la diferencia entre los costos de penalización del escenario real y de los costos de penalización con un aumento de 2% de disponibilidad es de \$13.405.672 de beneficios por mes, para el mejor caso expuesto en la tabla que vendría siendo un aumento de 4% de disponibilidad, la diferencia es de \$26.091.343 por mes. Esto se lograría mediante la implementación correcta de las propuestas anteriormente mencionadas en el capítulo dos.

Tabla 3-6 Escenario Nominal Equipo TGM1.

ESCENARIO REAL 90% disponibilidad			SENSIBILIZACIÓN				
<u>Datos e estimaciones</u>			2%	2,5%	3%	3,5%	4%
Costo unidad mercado	\$	3.499	\$3.499	\$3.499	\$3.499	\$3.499	\$3.499
Costo real unidad	\$	2.799	\$2.799	\$2.799	\$ 2.799	\$2.799	\$2.799
Perdida mes	\$	233.025					
Costo por penalización	\$	652.283.580	\$639.237.908	\$635.976.491	\$632.715.073	\$629.453.655	\$626.192.237
Tiempo indisponible por falla/ajuste mecánico		2170(min)					
<u>DÍA</u>			SENSIBILIZACIÓN				
Tiempo real con 90% disponibilidad (hrs)		18	18,36	18,45	18,54	18,63	18,72
Tiempo real con 90% disponibilidad (min)		1.080	1.102	1.107	1.112	1.118	1.123
Cajas x día		5.400	5.508	5.535	5.562	5.589	5.616
Unidades x día		64.800	66.096	66.420	66.744	67.068	67.392
<u>MES</u>			2%	2,5%	3%	3,5%	4%
Tiempo real con 90% disponibilidad (hrs)		540	551	554	556	559	562
Tiempo real con 90% disponibilidad (min)		32.400	33.048	33.210	33.372	33.534	33.696
Cajas x mes		162.000	165.240	166.050	166.860	167.670	168.480
Unidades x mes		1.944.000	1.982.880	1.992.600	2.002.320	2.012.040	2.021.760

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por la empresa.

3.2.3. Costos de inversión para la implementación

A continuación, se presenta los costos de inversión para los meses y los años de implementación de las propuestas, destacando la necesidad absoluta de contratar un Facilitador y un Ingeniero en mantenimiento industrial para llevar a cabo las propuestas y lograr implementarlas de manera eficiente y eficaz. Los perfiles son de los cargos son:

Facilitador: El facilitador de mantenimiento ideal para el proyecto con un horizonte estimado de cinco años debe tener una sólida experiencia en gestión de mantenimiento, respaldada por un profundo conocimiento técnico. Se requieren habilidades de comunicación y facilitación para colaborar eficazmente con equipos multidisciplinarios. El facilitador debe destacarse en la planificación estratégica a largo plazo, demostrar un enfoque orientado a resultados y utilizar indicadores clave para evaluar el progreso. La familiaridad con la norma ISO 55000, herramientas como el Balanced Scorecard, matrices cualitativas y cuantitativas de criticidad de riesgo y el análisis de causa raíz, es esencial como también un buen dominio respecto al software de mantenimiento “SAP”. La adaptabilidad y resiliencia son cruciales, al igual que el liderazgo inspirador para motivar equipos y mantener un ambiente positivo.

Ingeniero en mantenimiento: Debe contar con las competencias necesarias para liderar, planificar, administrar, controlar y optimizar el plan de mantenimiento y la implementación del modelo de gestión de mantenimiento, mediante estrategias y herramientas efectivas de mantenimiento. Es necesario que este familiarizado con la norma ISO 55000, herramientas como el Balanced Scorecard, matrices cualitativas y cuantitativas de criticidad de riesgos y el análisis causas raíz, con el fin de, mitigar riesgos y consecuencias de fallas de los activos físicos productivos.

Por otra parte, es esencial realizar una auditoría externa respecto a la norma ISO 55000, con la finalidad de, estar controlando y mejorando continuamente la implementación de la filosofía de trabajo anteriormente mencionada. Se sugiere realizar una vez al año la auditoría.

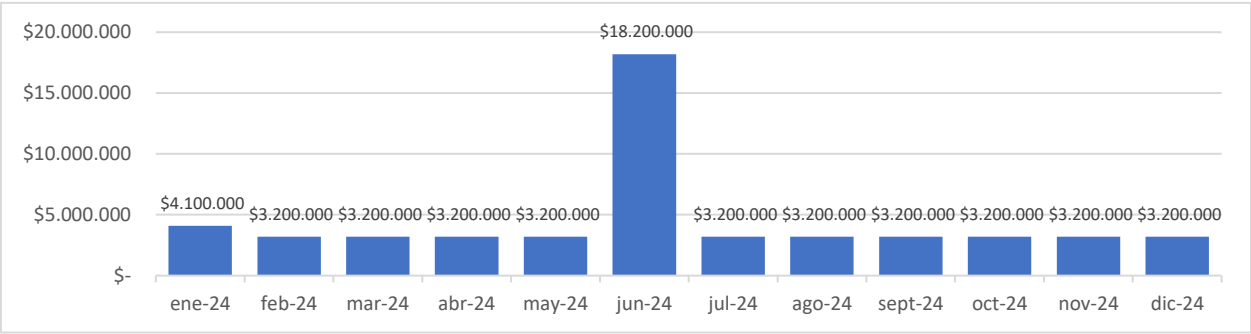
La siguiente tabla representa los costos de inversión asociados de cada ítem explicado anteriormente, dando como un total anual de \$54.300.000 CLP.

Tabla 3-7 Costos de inversión para la implementación.

ítems	MES	ANUAL
Facilitador	\$ 2.000.000	\$24.000.000
Ingeniero en mantenimiento	\$ 1.200.000	\$14.400.000
Formación ISO 55000	\$ 300.000 (por participante)	\$ 900.000
Auditoría externa de la norma	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
	Total	\$ 54.300.000

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en cotizaciones de CIDES corpotraining.

El siguiente grafico representa el flujo de costos mensual de los ítems anteriormente explicados, siendo **junio** el mes con la inversión más alta, ya que, se sugiere que a mediados de año se realice la auditoría externa para controlar que se esté llevando de manera adecuada la nueva filosofía de trabajo implementada.



Fuente: Elaboración propia en base a los costos de inversión de la implementación

Gráfico 3-1 Grafico de barras con los costos de inversión mensual.

La siguiente tabla hace alusión a los beneficios obtenidos según el porcentaje de sensibilización estimado lograr con una implementación ideal de las propuestas planteadas con un horizonte de tiempo de cinco años en total. Se calcul el total de beneficios para una sensibilización de un 2% y el total de la inversión para el horizonte de tiempo estimado. A continuación, se procederá a calcular el indicador ROI para evaluar la rentabilidad financiera del proyecto.

Tabla 3-8 Costos de inversión para la implementación.

Sensibilización	MES	ANUAL
2%	\$13.045.672	\$156.548.059
2,5%	\$16.307.090	\$195.685.074
3%	\$19.568.507	\$234.822.089
3,5%	\$22.829.925	\$273.959.104
4%	\$26.091.343	\$313.096.118
Beneficios en 5 años para 2%		\$782.740.296
Inversión en 5 años		\$271.500.000

Fuente: Elaboración propia en base a cálculos realizados para obtener los beneficios.

$$ROI = \frac{Ingresos - Inversión}{Inversión} \times 100$$

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Ecuación 3-1 Cálculo del indicador ROI

Donde:

- Ingresos: Cantidad de beneficios obtenidos mediante las propuestas en el horizonte de tiempo esperado.
- Inversión: Costo total de la inversión para implementar las propuestas en el horizonte de tiempo esperado.

Objetivo del indicador: Evaluar la rentabilidad financiera de una inversión o proyecto.

$$\text{ROI} = \frac{\$782.740.296 - \$271.500.000}{\$271.500.000} \times 100 = 188\%$$

Fuente: Documentación entregada por la universidad.

Ecuación 3-2 Resultado del indicador ROI

Se puede apreciar que al calcular el indicador ROI para el horizonte de tiempo estimado de cinco años, el proyecto tiene un retorno de la inversión de un 188% para una sensibilización de un 2%, esto quiere decir que el proyecto es rentable a largo plazo y en el caso que la sensibilización fuera mayor, los beneficios y la rentabilidad del proyecto serían aun mejores.

La estimación del ROI sugiere un potencial impacto financiero significativo una vez que las propuestas se implementen y empiecen a generar beneficios. Sin embargo, es importante considerar que las cifras proyectadas pueden estar sujetas a variaciones en la realidad. Factores externos, cambios en el mercado o ajustes en el contexto operacional podrían influir en el proyecto.

En este contexto, se recomienda realizar un monitoreo continuo y ajustar las estrategias según sea necesario durante la implementación. Además, es fundamental asegurarse de contar con recursos adecuados, apoyo del equipo y una gestión eficiente del cambio para maximizar el éxito de estas propuestas. La planificación detallada, la comunicación efectiva y la adaptabilidad serán clave para convertir estas propuestas en iniciativas exitosas a lo largo del horizonte de tiempo esperado.

CONCLUSIONES

El desarrollo de esta tesis ha permitido al alumno una comprensión profunda del contexto operacional de Godrej Chile, revelando oportunidades significativas de mejora a través de la auditoría de mantenimiento AMORMS. El análisis detallado de los resultados generales y específicos de la auditoría, junto con las entrevistas realizadas a los trabajadores, ha proporcionado una visión integral para llevar a cabo las propuestas de mejora siendo aterrizadas al contexto operacional de la empresa.

Las propuestas formuladas para las fases de eficacia, desde la capacitación de la norma ISO 55000 hasta la implementación de herramientas como el balanced scorecard y la matriz cualitativa de criticidad de riesgo, demuestran un enfoque estratégico y sistemático para abordar las brechas identificadas, además, el análisis de causa raíz en la fase tres presenta un potencial fortalecimiento a la capacidad de la empresa para prevenir problemas recurrentes.

El examen cuantitativo y cualitativo de estas propuestas ha revelado un retorno de inversión (ROI) del 188%, respaldando la viabilidad y eficacia de las medidas sugeridas. Con estos resultados, se sientan las bases para un plan de implementación sólido que no solo elevará la eficiencia del mantenimiento, sino que también contribuirá positivamente a los objetivos corporativos de Godrej Chile. En definitiva, este trabajo de título proporciona una guía práctica y fundamentada para mejorar la gestión de mantenimiento en el contexto específico para la empresa.

Se estima que para el indicador OEE se obtenga un crecimiento escalonado de un 2% a 4% en el horizonte de tiempo planteado para las propuestas de mejora, es decir que, aumentará de un 57% a un 60%, no cumpliendo con el objetivo esperado por mes del 75%, ya que, la mayor pérdida de tiempos son respecto al rendimiento, con un 8% de interrupción de colaciones y pérdidas de tiempos netamente provenientes de producción.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN

Carlos Parra, Pablo Viveros, Fredy Kristjanpoller, Adolfo Crespo, 2021, Técnicas de auditoria para los procesos de: Mantenimiento, Fiabilidad operacional, y gestión de activos (AMORMS & AMS-ISO 55000)

Carlos Parra y Adolfo Crespo, 2015, Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos

Pablo Viveros, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera, Adolfo Crespo, 2013, Propuesta de un modelo de Gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo.

Norma ISO 14224:2016, Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural – recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.

Norma Chilena ISO 55000:2014, Gestión de Activos – visión general, principios y terminología.

Balance Scorecard – Kaplan y Norton 1992

Norma española UNE -EN 15341:2008, Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.

Alejandro J. Pistarelli, 2010, Manual de mantenimiento Ingeniería, Gestión y Organización.

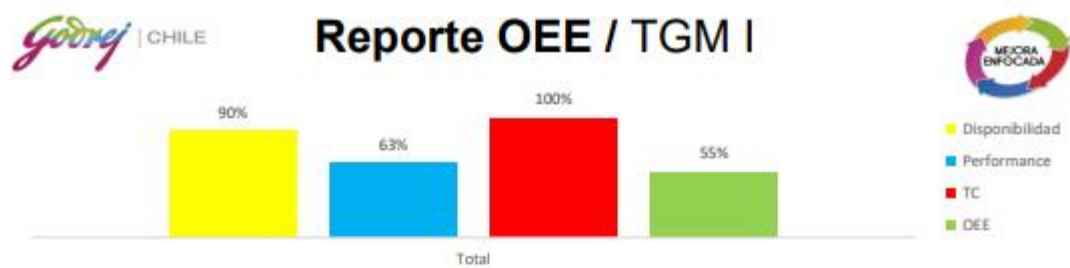
Tesina de Enrique Zygallo, 2014, BALANCE SCORECARD PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA FARMACEUTICA.

Carlos Parra, 2013, Informe final del proyecto de Confiabilidad. Empresa de Transporte de Gas.

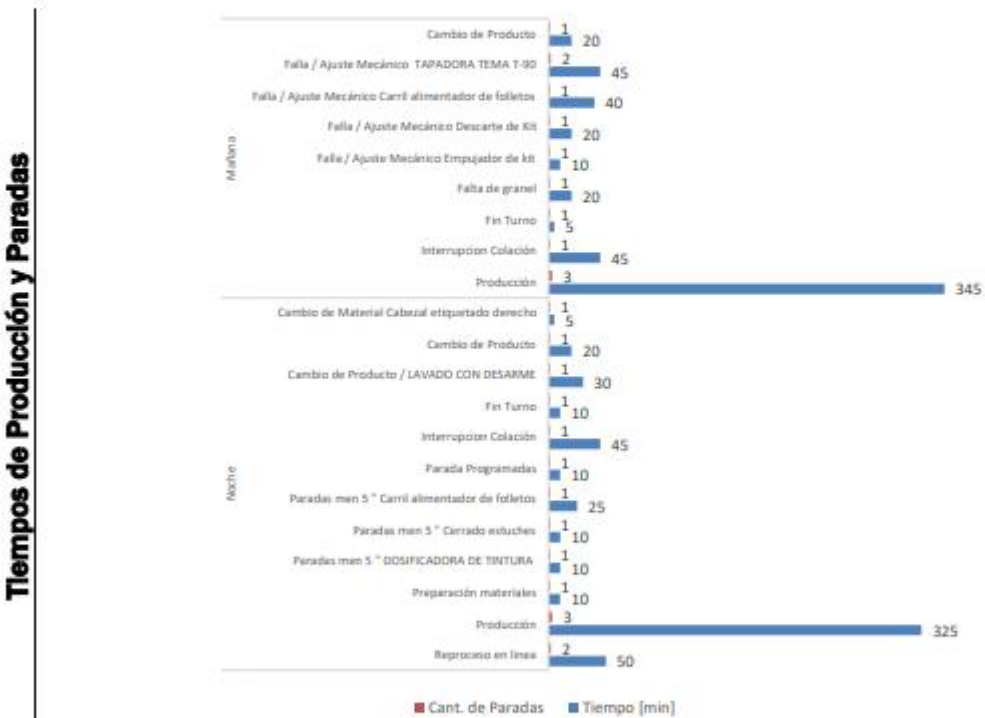
CIDES (2023). Formación de la Gestión de Activos Físicos acorde a ISO 55000.

ANEXOS

ANEXO A



Turno	Producción (unidades)			Producción OEE			Objetivo
	marzo	Semana	Día	marzo	Semana	Día	
Mañana	377.847	51.867	18.390	↓ 54%	↓ 54%	↓ 57%	75%
Tarde	-	-	-				
Noche	383.790	53.483	17.029	↓ 57%	↓ 55%	↓ 53%	
TOTAL	761.637	105.350	35.419	↓ 56%	↓ 55%	↓ 55%	



Principales Pérdidas Disponibilidad

	%	Tiempo	Unidades
1 Falla / Ajuste Mecánico	10%	2.170	141.050
2 Cambio de Producto	4%	985	64.025
3 Preparación materiales	2%	430	27.950
TOTALES	16%	3.585	233.025

Principales pérdidas de disponibilidad de los últimos 30 días

Principales Pérdidas Performance

	%	Tiempo	Unidades
1 Interrupcion Colación	8%	1.895	123.175
2 Paradas men 5 "	4%	950	61.750
3 Reproceso en línea	2%	555	36.075
4 Falta de materiales	0%	45	2.925
5 Falta de granel	0%	20	1.300
TOTALES	15%	3.465	225.225

Principales pérdidas de performance de los últimos 30 días

Fecha de Reporte: 30-03-2023

