

**GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE ACTIVOS
FÍSICOS EN PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO**



BLANCO, Santiago

MENARD, Nazareno

PROYECTO INTEGRADOR PROFESIONAL

Presentado a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del

Comahue como requisito para la obtención del grado de

INGENIERO MECÁNICO

Neuquén - Argentina

2023

**GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE ACTIVOS
FÍSICOS EN PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO**

BLANCO, Santiago
MENARD, Nazareno

Director: Ing. **CAMPOS, Damián**

Presentado a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del
Comahue como requisito para la obtención del título de grado de
INGENIERO MECÁNICO

Neuquén - Argentina

2023

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE ACTIVOS FÍSICOS EN PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO

BLANCO, Santiago

MENARD, Nazareno

Aprobado en fecha 14 de Abril de 2023.

Tribunal evaluador:

- Mg. Ing. AUDISIO, Orlando
- Ing. TROFFÉ, Mario
- Ing. RAMOSKA, Leandro

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por el apoyo incondicional en los distintos momentos de este extenso proceso, tanto en los buenos, como en los difíciles, por la confianza, el cariño, el aliento y la fortaleza que nos brindaron para llegar hasta este lugar.

A todos nuestros compañeros, los que están y los que ya no están, muchos de los cuales el tiempo convirtió en grandes amigos con los que compartimos gratos momentos de estudio, mates y esparcimiento, siendo parte fundamental de nuestra formación como profesionales.

A la Universidad Nacional del Comahue, incluyendo al personal no docente, que abrió sus puertas para favorecer nuestro desarrollo profesional y crear oportunidades de crecimiento y aprendizaje.

A nuestro tutor, Damián Campos, por brindarnos su tiempo y su conocimiento, guiándonos y apoyándonos durante todo el desarrollo de este Proyecto Integrador Profesional, y gran parte de la carrera.

A los profesores y las profesoras de la carrera de Ingeniería Mecánica, por brindar y transmitir los conocimientos para prepararnos para el ámbito profesional.

A HIDENESA, por ofrecernos la oportunidad de involucrarnos en el ámbito laboral y profesional, y por facilitarnos la información para el desarrollo de este Proyecto Integrador Profesional.

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE ACTIVOS FÍSICOS EN PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO

Autores: BLANCO, Santiago y MENARD, Nazareno

Director: Ing. CAMPOS, Damián

Resumen

En este trabajo se propone un sistema de gestión de mantenimiento para las plantas de Gas Licuado de Petróleo (GLP) instaladas en la provincia del Neuquén. En primer término, se muestra un análisis de la situación actual, luego se define el enfoque de gestión mediante el modelo de gestión de mantenimiento basado en la Norma ISO 55000 y se caracterizan los equipos. Posteriormente, se hace un análisis de criticidad de los equipos y se plantea un plan de mantenimiento preventivo, que incluye las rutinas y procedimientos que deben seguirse, así como los requerimientos de mano de obra. La gestión propuesta debe controlarse mediante un sistema de información, que será la fuente principal de datos para la toma de decisiones. El desarrollo del sistema de gestión se basó en fuentes bibliográficas y en las normativas específicas aplicables, tanto para el tipo de proceso productivo como para las estrategias de mantenimiento.

*Palabras clave: Gas Licuado de Petróleo (GLP), Gestión de Activos,
Mantenimiento, Confiabilidad.*

ASSET MAINTENANCE MANAGEMENT AT LIQUEFIED PETROLEUM GAS STORAGE AND DISTRIBUTION PLANTS

Authors: BLANCO, Santiago and MENARD, Nazareno

Advisor: Ing. CAMPOS, Damián

Summary

This paper proposes a maintenance management system for Liquefied Petroleum Gas (LPG) plants installed in the province of Neuquén. First, an analysis of the current situation is shown, then the management approach is defined using the maintenance management model based on the ISO 55000 Standard, and the equipment is characterized. Subsequently, a criticality analysis of the equipment is made, and a preventive maintenance plan is suggested, which includes the routines and procedures to be followed, as well as the human resources requirements. The proposed management must be controlled using an information system, that will be the primary data source for decision-making. The development of the management system was based on bibliographic citations and the specific regulations applicable to the production process type and maintenance strategies.

*Keywords: Liquefied Petroleum Gas (LPG), Asset Management,
Maintenance, Reliability.*

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. FUNDAMENTACIÓN	4
3. OBJETIVOS	5
4. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Gestión de Activos	6
4.2. Mantenimiento Industrial	11
4.2.1. Mantenimiento Correctivo	13
4.2.2. Mantenimiento Preventivo	13
4.2.3. Mantenimiento Predictivo	16
4.2.4. Mantenimiento Proactivo	17
4.3. Relación entre Gestión de Activos y Gestión de Mantenimiento	21
4.4. Datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos	22
4.5. Gestión del Riesgo	27
4.6. Normativa específica	33
5. METODOLOGÍA	34
5.1. Introducción a la Gestión de Activos	34
5.2. Análisis de Antecedentes	34
5.3. Relevamiento de Activos	34
5.4. Definición del Alcance y Objetivos del SGM	35
5.5. Identificación de Activos	35
5.6. Análisis de Riesgo	35
5.7. Rutinas de Mantenimiento e Inspección	36
5.8. Documentación Complementaria	36
5.9. Implementación del Sistema de Gestión	37
6. DESARROLLO	39
6.1. Introducción a la Gestión de Activos	39

6.2. Análisis de Antecedentes	41
6.3. Relevamiento de Activos	43
6.3.1. Descripción de una Planta Tipo	45
6.4. Definición del Alcance y Objetivos del SGM	56
6.5. Identificación de Activos	58
6.6. Análisis de Riesgo	61
6.7. Elaboración del Plan de Mantenimiento	67
6.7.1. Fichas técnicas	67
6.7.2. Rutinas de Mantenimiento e Inspección	69
6.7.3. Solicitud de servicio	72
6.7.4. Orden de trabajo	72
6.7.5. Informe de mantenimiento	73
6.7.6. Hojas de vida	73
6.8. Implementación del Sistema de Gestión	73
7. COMENTARIOS FINALES	78
8. CONCLUSIONES	80
9. REFERENCIAS	81
Anexos	83
A. Tag Bajada del Agrio	84
B. Análisis de riesgo	93
C. Plan de mantenimiento	98

Índice de Figuras

1.	Sistema de Transporte y Distribución de Gas Natural de la provincia de Neuquén (https://www.enargas.gob.ar/).	3
2.	Planta de almacenamiento y distribución de GLP en la localidad de Los Miches, provincia de Neuquén (https://https://www.hidenesa.com.ar/).	4
3.	Relación entre los términos clave dados por la Norma ISO 55000 (adaptado de ISO 55000 (2015)).	9
4.	Curva de Davies o de la bañera.	14
5.	Representación temporal de los indicadores.	21
6.	Retroalimentación típica de análisis de confiabilidad recolectada y datos de mantenimiento (adaptado de ISO 14224 (2016)).	24
7.	Clasificación de la Taxonomía con niveles taxonómicos (ISO 14224, 2016).	25
8.	Tiempos de Mantenimiento dados por la Norma ISO 14224 (adaptado de ISO 14224 (2016)).	26
9.	Vinculación entre actividades en la Gestión del Riesgo (adaptado de ISO 31000 (2018)).	29
10.	Esquema normativo en las distintas etapas del proyecto (elaboración propia).	38
11.	Fotografía de planta de almacenamiento de GLP tipo (https://https://www.hidenesa.com.ar/).	45
12.	Esquema general de planta de almacenamiento de GLP tipo (Escala 1:200).	46
13.	Diagrama de flujo de planta de almacenamiento de GLP tipo.	47
14.	Detalle del sector descargadero de una planta de GLP.	49
15.	Detalle del sector de bombas.	50
16.	Detalle del sector de tanques.	51
17.	Detalle del sector de vaporización.	52
18.	Detalle del sector de separación.	53
19.	Detalle de chimenea de quemado.	53
20.	Detalle del sector de regulación.	54
21.	Detalle del sector de medición.	55
22.	Detalle del sector de odorización.	55

23.	Fragmento del análisis de riesgos realizado en el proyecto.	66
24.	Fragmento de plan de mantenimiento de planta Aluminé.	70
25.	Fragmento de <i>check-list</i> diario de planta Villa Pehuenia.	71
26.	Flujograma de Mantenimiento.	74
27.	Flujograma de Mantenimiento Correctivo.	75

1. INTRODUCCIÓN

Se puede definir al mantenimiento como la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un elemento, equipo o instalación (denominados también activos), destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual puede desarrollar una función requerida (UNE-EN 13306, 2018). El propósito del mantenimiento es estudiar, analizar y proponer, en un proceso de mejora continua, las soluciones que aseguren la máxima confiabilidad, la mayor vida útil y el mayor valor de los activos.

En el último tiempo, el mantenimiento ha sufrido importantes cambios, dejando de ser visto como un centro de gastos o un mal necesario, para convertirse en un sistema integral de gestión que fomenta la creación de valor y la generación de utilidades. El objetivo del mantenimiento, en cada uno de los niveles de su estructura organizativa, debe ser aportar estrategias de mejora, a partir del diagnóstico y análisis de oportunidades, y de la evaluación del impacto del mantenimiento en la organización.

El mantenimiento industrial ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. Por esto, el objetivo antes planteado, dista mucho del que se planteaba inicialmente para el mantenimiento, donde se actuaba para reparar las averías que se producían en los activos, poniéndolos nuevamente en funcionamiento, pero sin analizar las causas de las mismas. Esta manera de actuar, se conoce hoy como mantenimiento correctivo, el cual es un mantenimiento basado en la rotura. Con el correr de los años, comenzó a implementarse un mantenimiento basado en el tiempo, en el cual se analizaban tiempos de falla promedios, para poder realizar intervenciones programadas en los activos, anticipándose a la ocurrencia de dichas fallas. Luego, con el desarrollo de instrumentos de diagnóstico técnico, aparece el denominado mantenimiento predictivo, el cual es un método basado en la consideración del tiempo de vida residual de un equipo. Finalmente, comienza a aplicarse un método tendiente a mejorar la disponibilidad de los equipos, con modificaciones y soluciones técnicas, a partir del análisis de la causa raíz de los distintos modos de falla, con el objeto de minimizar sus consecuencias.

En los últimos años, la industria hidrocarburífera argentina ha sufrido un crecimiento casi ininterrumpido. En el período julio-septiembre del año 2022 la producción de hi-

drocarburos registró un destacado incremento en comparación a igual trimestre del 2021. El alza en la producción quedó confirmada a partir del informe trimestral de coyuntura energética que elabora y publica la Secretaría de Energía (<https://www.energia.gob.ar/>). Del material surge que, durante ese tercer trimestre, la producción de petróleo alcanzó los 8.565 Mm³, lo que representa un aumento del 13,8 % respecto del mismo período del año anterior. Por su parte, la producción de gas natural alcanzó los 139,2 MMm³/día, elevándose un 5,2 % en relación a igual segmento de 2021. Otra muestra del crecimiento del sector hidrocarburífero y su efecto dinamizador en la economía queda plasmada en el incremento del gas natural entregado a la industria: respecto a julio-septiembre de 2021 este año se verificó un alza del 3,7 % del volumen correspondiente.

Dentro de esta industria, se pueden encontrar empresas dedicadas al tratamiento y distribución de gas, que al no estar avocadas a los procesos principales de extracción y/o tratamiento de hidrocarburos, se encuentran más atrasadas en la aplicación de herramientas de gestión, y en particular, de gestión de mantenimiento. En estas situaciones, el ingeniero puede y debe intervenir, apoyando la aplicación de herramientas de gestión de mantenimiento, en concordancia con los objetivos y lineamientos de la empresa, proponiendo objetivos claros en un proceso de mejora continua.

El reto que se plantea es realizar y poner en práctica mejoras en las tareas de gestión, y definir el mantenimiento de manera integral, tomando como referencia los lineamientos dados por la normativa específica para la Gestión de Activos (GA) (ISO 55000, 2015). Esta norma engloba un concepto de control, seguimiento y mejora por lo que explica *qué se debe hacer*, y no *cómo hacerlo*. La aplicación de un modelo de gestión en base a la norma permite cumplir con requisitos y características específicas que guían a una organización en temas como seguridad, calidad y producción.

En la provincia de Neuquén, una gran cantidad de localidades (principalmente las de la zona oeste y noroeste), se encuentran excluidas de la red troncal de distribución de gas natural (ver Figura 1). Es por esto que, en las localidades principales de estas zonas, se instalan plantas de almacenamiento, vaporización, regulación y distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP), con la finalidad de abastecer a una red interna de distribución.

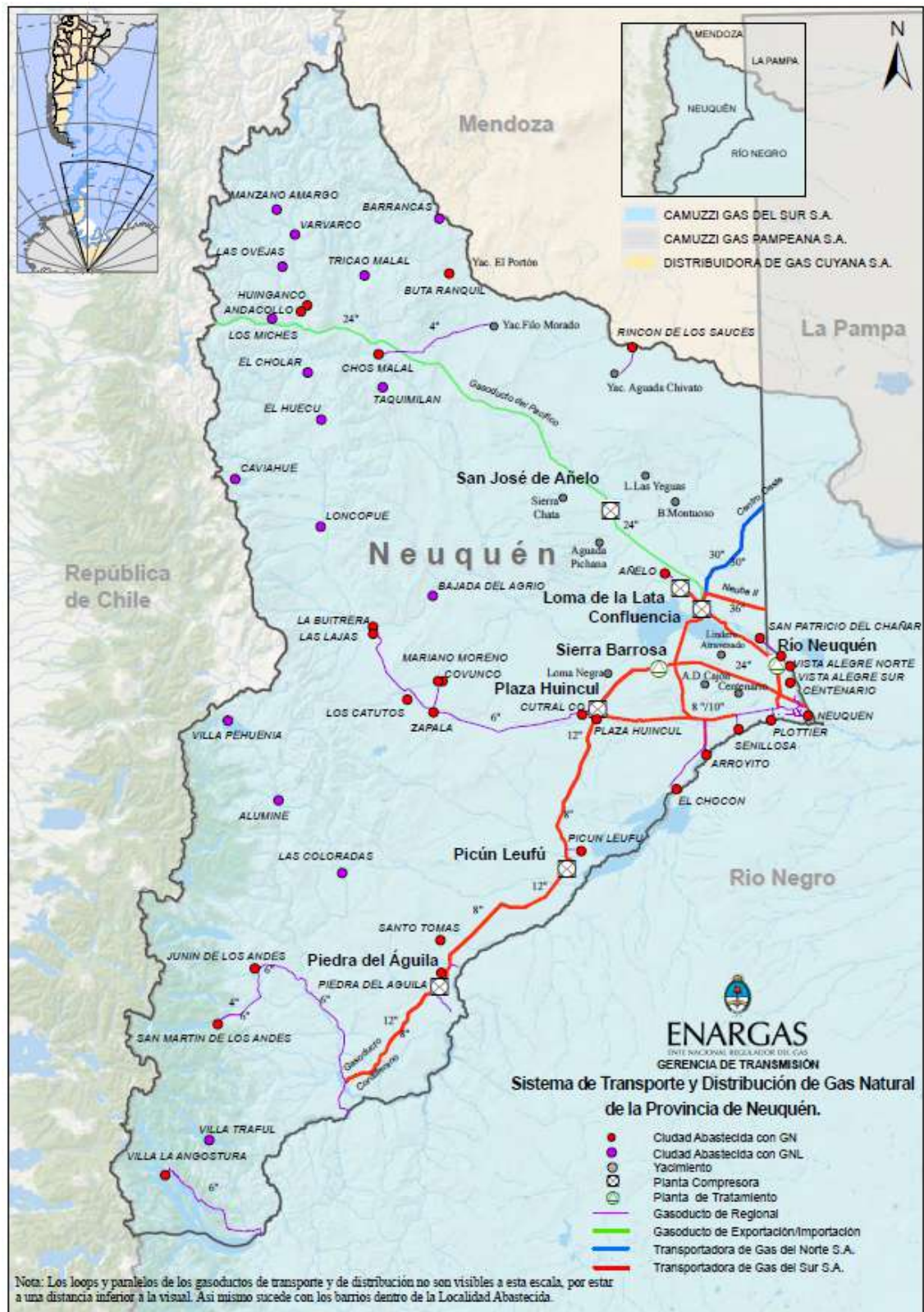


Figura 1. Sistema de Transporte y Distribución de Gas Natural de la provincia de Neuquén (<https://www.enargas.gob.ar/>).

En la Figura 2, se presenta una vista general de una planta típica de GLP, instalada en el interior de la provincia. El servicio de estas plantas es crítico, debido a la geografía en la que se encuentran, la dificultad de acceso y la severidad del clima en algunas estaciones del año. Por esta razón, es de suma importancia contar con un plan de mantenimiento específico, con su respectivo sistema de gestión, para asegurar el correcto funcionamiento de las plantas donde se almacena, se trata y se distribuye el gas, lo que resulta en un suministro continuo y de calidad.



Figura 2. Planta de almacenamiento y distribución de GLP en la localidad de Los Miches, provincia de Neuquén (<https://www.hidenesa.com.ar/>).

2. FUNDAMENTACIÓN

El servicio de abastecimiento de GLP en la provincia de Neuquén, lo realiza la empresa Hidrocarburos del Neuquén S.A. (HIDENESA), la cual dispone a tal fin de varias plantas distribuidas estratégicamente en el territorio provincial donde se realizan el almacenamiento y vaporización del GLP, para su posterior distribución y suministro a la población.

La empresa cuenta con un Plan de Mantenimiento para las distintas plantas, pero el mismo no se encuentra actualizado. Además, se requiere disponer de un Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) que permita disminuir las paradas de planta no programadas, con el objetivo de iniciar un proceso de mejora continua tendiente a asegurar la prestación del servicio de forma ininterrumpida.

El presente trabajo surge por la necesidad planteada precedentemente. En particular, la empresa Hidrocarburos del Neuquén S.A. (HIDENESA) requirió al Área Diseño Mecánico (Departamento Mecánica Aplicada, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue) asistencia técnica en la actualización del Plan de Mantenimiento para seis plantas de almacenamiento y distribución de GLP.

Por lo expuesto, la empresa consideró oportuno abordar la problemática planteada a través de la implementación de un sistema de pasantías para estudiantes avanzados de la carrera Ingeniería Mecánica, en el marco del Convenio Específico firmado oportunamente con la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue.

La programación de actividades se realizó contemplando la asignación de tareas de campo y de gabinete en las instalaciones de la empresa. Específicamente se contemplaron visitas periódicas a las plantas (en las localidades de Aluminé, Bajada del Agrio, Caviahue, Las Coloradas, Loncopué y Villa Pehuenia, todas ellas en el interior de la provincia de Neuquén) con el objetivo de tomar contacto directo con los activos bajo estudio.

3. OBJETIVOS

Objetivo General

Aplicar y ampliar los conocimientos adquiridos durante la carrera de grado, integrando la teoría con la práctica profesional en la temática de Mantenimiento Industrial.

Objetivos Específicos

- Elaborar un Plan de Mantenimiento para plantas de almacenamiento y distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP), según Norma [ISO 55000 \(2015\)](#).
 - Desarrollar un Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM).
 - Llevar a cabo las actividades en cada una de las etapas del trabajo, bajo la supervisión de los tutores asignados por el programa de pasantías, en un ambiente emparentado a condiciones de desempeño profesional real.
-

4. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos que se consideraron necesarios abordar en relación a la GA y el Mantenimiento Industrial.

4.1. Gestión de Activos

Las normas de la serie ISO 55000 - *Gestión de Activos* fueron creadas en el año 2015 por la Organización Internacional de Normalización, tomando como punto de partida las Normas BSI PAS 55 - *Asset Management*, con el objetivo de brindar ayuda a las organizaciones para obtener el máximo valor de sus activos, en línea con sus políticas, objetivos, misión y contexto. De esta forma, las normas mencionadas posibilitan a dichas organizaciones obtener sostenibilidad y el mejor desempeño de sus activos, tanto Físicos como No Físicos.

Un activo es algo que posee valor potencial o real para una organización. El valor puede variar entre diferentes organizaciones y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero. Esto quiere decir que un activo, cualquiera sea su naturaleza, se caracteriza por poseer valor para la organización. Dicho valor, y lo que representa, dependerá de los objetivos organizacionales, la naturaleza y el propósito de la organización, y las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Además, se debe definir la denominada vida del activo, que es el período comprendido desde la generación del activo hasta la disposición final del mismo.

La organización no necesariamente tiene responsabilidad a lo largo de toda la vida del activo, y de hecho, un activo puede proporcionar valor a más de una organización a lo largo de su vida, e incluso el valor del activo para una organización puede cambiar a lo largo de la misma. La correcta gestión de los activos a lo largo del período bajo responsabilidad es fundamental para extraer el máximo valor, en pos de alcanzar los objetivos de la organización.

Para la Norma [ISO 55000 \(2015\)](#), la GA traduce los objetivos de la organización en decisiones, planes y actividades, utilizando un enfoque basado en riesgo. A partir de dicha gestión, se definen prácticas coordinadas con las cuales la organización busca optimizar el desempeño de los activos a lo largo del ciclo de vida, o del período durante el cuál se

encuentren bajo responsabilidad de dicha organización, en busca de obtener el máximo valor a través de los mismos. De esta forma, apoya la obtención de valor mientras balancea los costos financieros, ambientales y sociales, el riesgo, la calidad del servicio y el desempeño relacionado con los activos. Puede cubrir los procesos de diseño, construcción, explotación, mantenimiento, reemplazo y disposición final del activo.

El cuerpo normativo que abarca la GA se compone de tres normas que se complementan entre sí, las cuales son:

- ISO 55000: *Gestión de Activos - Aspectos generales, principios y terminología* (ISO 55000, 2015).

Esta norma provee los aspectos generales para la GA, sus principios y terminología aplicable, los beneficios esperados al adoptar la GA, y también provee el contexto para las Normas ISO 55001 e ISO 55002.

- ISO 55001: *Gestión de Activos - Sistemas de gestión - Requisitos* (ISO 55001, 2015).

Esta norma especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar el Sistema de Gestión de Activos (SGA) dentro del contexto de una organización.

- ISO 55002: *Gestión de Activos - Directrices para la aplicación de la ISO 55001* (ISO 55002, 2015).

Esta norma proporciona directrices para la implementación de un SGA, de acuerdo a los requisitos que plantea la Norma ISO 55001.

La GA también se considera como un proceso de razonamiento, autoevaluación, de desarrollo de estrategias, objetivos y planes de acción para la implementación y sostenibilidad de los activos, coordinando el conocimiento y las funciones de toda la organización (Amendola, 2015). Otros autores la definen como la administración sistemática enmarcada en filosofías, métodos y procesos de trabajo para planificar, organizar, dirigir, coordinar, controlar y optimizar el uso de los activos en su ciclo de vida de manera responsable y segura.

De acuerdo a todas las definiciones anteriores, la GA consigue que las organizaciones, de una forma holística y sistemática, generen valor a través de los activos, siendo un apoyo fundamental para lograr los objetivos estratégicos de la organización.

La Norma [ISO 55000 \(2015\)](#) plantea que la GA se basa en un conjunto de cuatro fundamentos:

- **Valor:** la finalidad de los activos es proporcionar valor a la organización y a sus partes interesadas, y es por ello que la GA se enfoca en el valor que estos pueden proporcionar, y no en los activos en sí mismos.
- **Alineación:** la GA traduce los objetivos organizacionales en decisiones, planes, y actividades técnicas, financieras y operacionales, las cuales, en conjunto, posibilitan el cumplimiento de los objetivos antes mencionados.
- **Liderazgo:** el liderazgo y el compromiso de todos los niveles gerenciales es fundamental para establecer, operar y mejorar con éxito la GA dentro de una organización. Es por esto que el liderazgo y la cultura de trabajo de la organización son determinantes para la obtención de valor.
- **Aseguramiento:** la GA asegura que los activos cumplirán con su propósito. El aseguramiento aplica a los activos, a la GA y al SGA.

La GA forma parte de la gestión de la organización, es decir, la gestión del total de la organización, la cual incluye por ejemplo gestión de recursos humanos, gestión de recursos financieros, gestión de la imagen, etc. Es por eso que debe utilizarse un enfoque integrado, que permita que el SGA se construya sobre elementos de sus otros sistemas de gestión.

La organización utiliza un SGA para dirigir, coordinar y controlar las actividades de la GA. Esto es debido a la necesidad de tener un control del riesgo, y para lograr alcanzar los objetivos de la GA. En la [Figura 3](#) que se muestra a continuación, se pueden observar las relaciones entre activos (o cartera de activos), el SGA, la GA y la gestión de la organización.

El SGA es una serie de elementos conectados entre sí, los cuales interactúan dentro de una organización, teniendo como finalidad establecer los objetivos de la política de GA y



Figura 3. Relación entre los términos clave dados por la Norma ISO 55000 (adaptado de ISO 55000 (2015)).

las actividades necesarias para conseguir dichos objetivos a través de las diferentes etapas del ciclo de vida de los activos. La implementación de un SGA permitirá a la organización profundizar los conocimientos acerca de sus activos, los riesgos asociados al gestionarlos, y el aporte de los mismos para la toma de decisión y la planificación organizacional.

El SGA debe buscar extender el ciclo de vida del activo tanto como sea posible, considerando los riesgos, los costos y las oportunidades asociados a los mismos con el objetivo de alcanzar los rendimientos especificados por la organización, siempre contemplando que se lleve a cabo de manera responsable, socialmente beneficiosa y ambientalmente responsable.

Para establecer y definir un SGA, se requiere una comprensión profunda de cada uno de sus elementos, y de las políticas, planes y procedimientos que lo integran. La Norma ISO 55000 (2015) plantea una serie de requisitos para un SGA. Estos se encuentran descritos en la Norma ISO 55001 (2015), y son los que se detallan a continuación:

- **Contexto de la organización:** al establecer el SGA, una organización debe tener en cuenta sus contextos internos y externos. Su influencia es clave para el establecimiento de reglas para la toma de decisiones, y de objetivos de la organización, que a su vez influyen en el diseño y el alcance del SGA.
- **Liderazgo:** la alta dirección es responsable del desarrollo de las políticas y de los

objetivos de la GA, y de la alineación de los mismos con los objetivos de la organización, y con otros sistemas de gestión dentro de la organización. Además, es responsable de proveer y asegurar los recursos adecuados para apoyar el SGA.

- **Planificación:** los objetivos estratégicos de la organización proporcionan el contexto general y la dirección de las actividades de la organización, incluyendo las actividades de GA. Los principios a través de los cuales se proponen aplicar la GA deben plantearse en la política de GA, y la forma de implementar estos principios debería documentarse en un plan estratégico de GA. Este plan debe utilizarse para guiar los objetivos de la organización, y para definir el rol del SGA para lograr dichos objetivos.
 - **Apoyo:** para la implementación y uso del SGA, se requerirá la colaboración de distintas áreas de la organización. Esta colaboración a menudo implica el uso compartido de recursos, y por consiguiente, la coordinación de recursos y la aplicación, verificación y mejora de su uso, deben ser objetivos del SGA.
 - **Operación:** el SGA permite la dirección, ejecución y control de las actividades de GA. Debe incluir las políticas funcionales, las normas técnicas, los planes y los procesos para la implementación de los planes de GA. La gestión del cambio es una consideración importante al operar el SGA.
 - **Evaluación del desempeño:** la organización debe evaluar el desempeño de sus activos, de la GA y de su SGA. Las medidas de desempeño pueden ser directas o indirectas, financieras o no financieras. La gestión eficaz de los datos de activos es fundamental para lograr una correcta medición del desempeño de los activos.
 - **Mejora:** el SGA debe hallarse en constante evolución, en función de que varíen el contexto, los objetivos de la organización y el portafolio de activos. La mejora continua es un concepto que debe aplicarse a los activos, a las actividades de GA y al SGA. Las oportunidades de mejora pueden determinarse a través de la evaluación del desempeño de activos, de la GA y del SGA. Los incidentes o situaciones de emergencia relacionadas con los activos son muy importantes, por lo que el SGA debería considerar un plan de respuesta ante emergencias.
-

La GA, según lo que destacan varias fuentes, proporciona diversos beneficios al aplicarse a una organización. En particular, dentro de los que destaca la Norma [ISO 55000 \(2015\)](#), se pueden mencionar los siguientes:

- **Mejora del desempeño financiero**, debido a una mejora del retorno sobre la inversión y la reducción de costos relacionados a los activos.
- **Riesgo gestionado**, al asegurar el desempeño de los activos.
- **Demostración de cumplimiento**, al ajustarse de forma transparente a los requisitos legales y regulatorios, como así también adherirse a procesos, políticas y normas de GA.
- **Mejora de la reputación**, a partir de la mejora en la satisfacción del cliente, la conciencia y la confianza de las partes interesadas.
- **Mejora de la eficiencia y la eficacia**, como resultado de la revisión y mejora de los procesos, los procedimientos y el desempeño de los activos.

4.2. Mantenimiento Industrial

En general, se puede definir al mantenimiento como la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un elemento, equipo o instalación (denominados también activos), destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual puede desarrollar una función requerida ([UNE-EN 13306, 2018](#)).

En las últimas décadas, el mantenimiento en la industria moderna ha experimentado una serie de profundas transformaciones a nivel tecnológico, económico, social, organizacional, cultural y humano. Estos cambios emergen a partir de la actual competitividad de los negocios y la globalización de los mercados. Frente a este panorama un sistema integral de gestión de mantenimiento, representa la única vía efectiva que permite a las organizaciones, enfrentar de forma eficiente los retos constantes a los cuales están sometidas hoy en día.

El propósito del mantenimiento debe ser estudiar, analizar y proponer, en un proceso de mejora continua, las soluciones que aseguren la máxima confiabilidad, la mayor vida útil, y el mayor valor de los activos con los que se trabaja. Para esto, es importante disminuir

la cantidad y la severidad de ocurrencia de fallas, teniendo en cuenta que la falla de un ítem es la pérdida de la capacidad de realizar lo requerido ([ISO 14224, 2016](#)).

El mantenimiento en cada uno de los niveles de su estructura organizativa debe aportar estrategias de mejoramiento, a partir del diagnóstico y análisis de las oportunidades para la optimización de costos y la evaluación del impacto del mantenimiento, en sus cuatro áreas fundamentales ([Amendola, 2015](#)):

1. Capacidad de Producción

- Mejora de la productividad de la planta.
- Aumento de la capacidad de los equipos.

2. Costos de Producción

- Reducción de tiempos de mantenimiento.
- Reducción de los tiempos de paradas.

3. Seguridad Industrial y personal

- Reducción de fallas críticas y catastróficas.
- Mayor seguridad del personal.

4. Satisfacción de los Clientes

- Cumplimiento de las entregas.
- Alta calidad de los productos.

Existen diversas filosofías de mantenimiento, y muchas veces es difícil establecer fronteras entre las mismas, debido a que existen diferencias entre lo que plantean distintos autores. A menudo se diferencian cuatro filosofías básicas de mantenimiento, las cuales se definen a continuación.

4.2.1. Mantenimiento Correctivo

También denominado Mantenimiento Basado en la Rotura (MBR), consiste en la reparación de averías a medida que van apareciendo (Pistarelli, 2012). La lógica de esta filosofía es simple y directa, “si no se rompe, no se repara”. Este método ha sido una parte importante de las operaciones de mantenimiento desde los inicios de las plantas industriales. De esta forma, no se gasta dinero en mantenimiento hasta que una máquina o sistema falla en operación. MBR es una técnica de gestión reactiva que espera por la falla de la máquina o equipo antes de tomar cualquier acción de mantenimiento. Este es el método de gestión de mantenimiento más costoso (Mobley, 2004). El mantenimiento correctivo estará presente en todo tipo de gestión de mantenimiento, ya que siempre se necesitarán reparaciones.

En relación a costos asociados a este tipo de gestión de mantenimiento, se pueden destacar altos costos de almacenamiento de repuestos, altos costos de mano de obra por pago de horas extra, elevados tiempos de inactividad de máquinas, equipos y operarios, reducción de vida útil de equipos, con la consecuente depreciación de los activos, y baja disponibilidad de producción.

El resultado de este tipo de gestión de mantenimiento reactivo es un elevado costo de mantenimiento y una baja disponibilidad de equipos. El análisis de los costos de mantenimiento indica que una reparación realizada de modo reactivo o MBR tendrá un costo promedio aproximado tres veces mayor que la misma reparación realizada de modo programado o preventivo (Mobley, 2004). Realizar intervenciones programadas permite minimizar tiempos de reparación, evitando una serie de tiempos asociados, como tiempos de detección, de diagnóstico y de espera. Además, se reducen costos de mano de obra asociados a reparaciones no programadas, evitando también pérdidas de producción.

4.2.2. Mantenimiento Preventivo

Consiste en reparar un equipo o reemplazar sus componentes en forma periódica, sin importar su estado o condición. En otras palabras, las tareas de mantenimiento se basan en lapsos de tiempo de operación. La Figura 4 muestra un ejemplo de la vida estadística de un tren de máquinas, representada comúnmente por la conocida Curva de Davies o

de la bañera. El tiempo medio a la falla, o *Mean Time To Failure* (MTTF), indica que una máquina nueva tiene una alta probabilidad de falla durante las primeras semanas de operación, debido a problemas de manufactura o de instalación. Después de este período inicial, la probabilidad de falla es relativamente baja por un período de tiempo extendido. Una vez cumplido el período de vida normal de la máquina, la probabilidad de falla se incrementa rápidamente a medida que transcurre el tiempo. En la gestión de mantenimiento preventivo, las reparaciones se programan en base a la estadística del MTTF.

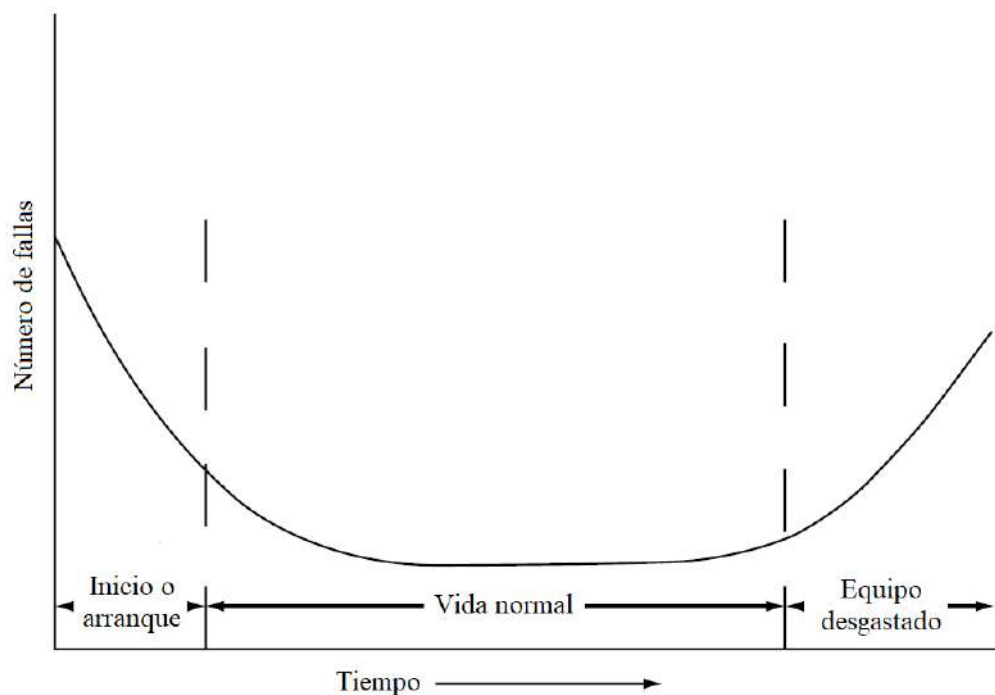


Figura 4. Curva de Davies o de la bañera.

La implementación del mantenimiento preventivo se realiza de diferentes maneras. Algunos programas son más limitados, y consisten en lubricación y ajustes menores. Otros programas de mantenimiento preventivo más completos incluyen lubricación, reparaciones programadas, ajustes y *overhauls*. Todos los programas de gestión de mantenimiento preventivos utilizan la premisa de programar las intervenciones a intervalos predeterminados de tiempo, de acuerdo a criterios preestablecidos, tendientes a reducir la probabilidad de falla. Dichos programas asumen que las máquinas o equipos sufrirán degradación típica con el paso del tiempo.

Este enfoque presenta un inconveniente, ya que el modo de operación y sus distintas variables afectan directamente la vida operativa normal de la maquinaria. Debido a esto, el

tiempo medio entre fallas, o *Mean Time Between Failures* (MTBF) no será el mismo para dos equipos idénticos, operando bajo condiciones diferentes. El uso de MTBF estadísticos para programar las tareas de mantenimiento puede generar reparaciones innecesarias o fallas catastróficas, lo que da como resultado equipos reemplazados sin ser necesario o equipos que fallan y generan pérdidas de producción, situaciones en ambos casos indeseables. Es por ello que [Pistarelli \(2012\)](#) plantea que para aplicar un modelo de gestión de mantenimiento preventivo eficaz, es necesario que se cumplan algunas condiciones mínimas:

- Los ítems a intervenir tienen un período de vida útil conocido a partir del cual se presenta un rápido crecimiento del MTBF.
- La vida útil para todos los componentes iguales es muy parecida (baja dispersión).
- La mayoría de los elementos probados se mantienen sin fallas durante su vida útil.
- La intervención reestablece totalmente la condición básica del ítem.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento preventivo son:

- Aumentar la disponibilidad de los equipos a través de la disminución de detenciones no programadas.
 - Minimizar las averías imprevistas de los equipos.
 - Mejorar el aprovechamiento de mano de obra por medio de la programación de tareas.
 - Mejorar la calidad de productos y servicios.
 - Disminuir el riesgo para el personal en las operaciones de producción y mantenimiento.
 - Minimizar los gastos debido a reparaciones de emergencia.
-

4.2.3. Mantenimiento Predictivo

La premisa del mantenimiento predictivo es el monitoreo regular de la condición de los equipos para asegurar el máximo intervalo de tiempo entre reparaciones, y minimizar el número y el costo de paradas inesperadas por fallas en los equipos. Se puede decir que el mantenimiento predictivo es una filosofía que, en pocas palabras, utiliza las condiciones operativas reales de los equipos y sistemas de una planta para optimizar la operación total. Un programa de gestión de mantenimiento predictivo completo, utiliza una combinación de las herramientas más rentables de monitoreo de condición (como son, por ejemplo: medición de vibraciones, termografía, tribología, ultrasonido, etc.), para conocer la condición operativa real de los equipos o sistemas de la planta, y basado en esa información real, programa todas las actividades de mantenimiento según sea necesario.

En vez de basarse en estadísticas de vida media de equipos de la industria o de la propia planta para programar las actividades de mantenimiento, el mantenimiento predictivo usa el monitoreo directo de la condición de los equipos para determinar el MTTF real, o la pérdida de eficiencia para cada tren de máquinas y sistema en la planta, con el objetivo de no permitir que la falla sintomática irreversible evolucione en una falla funcional. Esto proporciona la capacidad para optimizar la disponibilidad de la maquinaria y reducir en gran medida los costos de mantenimiento ([Moblely, 2004](#)).

Un programa de mantenimiento predictivo puede minimizar las paradas no programadas de todos los equipos mecánicos en la planta, y asegurar que las reparaciones mecánicas se realicen en condición aceptable. Además, puede identificar problemas en máquinas antes de que se conviertan en serios, permitiendo predecir el tiempo hasta la aparición de la falla funcional. La mayoría de los problemas mecánicos pueden minimizarse si son identificados y reparados a tiempo.

Las herramientas de mantenimiento preventivo brindan información al encargado de mantenimiento, el cual utiliza estos datos, en conjunto con su propia experiencia, y/o sistemas de toma de decisión, para programar las actividades de mantenimiento.

4.2.4. Mantenimiento Proactivo

Surge como alternativa para anticiparse a una falla sintomática irreversible que luego se transforma en una falla funcional, y lograr revertir la situación. Es un método tendiente a mejorar la disponibilidad de los equipos, con modificaciones y soluciones técnicas diversas.

Es muy difícil definir con precisión el límite entre el mantenimiento predictivo, y el mantenimiento proactivo, ya que ambos buscan identificar fallas sintomáticas en forma prematura. La diferencia principal radica en el carácter de reversibilidad o irreversibilidad que le confieren a las fallas sintomáticas. En el caso del mantenimiento proactivo, la detección de la falla sintomática ocurre con mayor anticipación, lo que permite tomar acciones para desviar la tendencia natural hacia la falla funcional, y evitar en muchos casos la ocurrencia de la misma.

El mantenimiento proactivo presenta beneficios en su incorporación, como son la posibilidad de analizar la evolución de una falla sintomática reversible (prácticamente desde la aparición de la causa raíz), provee de información para actuar sobre las causas de las fallas, y reduce los gastos provocados por fallas sintomáticas irreversibles. Además, es importante destacar que las herramientas que incorpora el mantenimiento proactivo ofrecen un panorama muy definido del estado de los componentes de equipos, lo que permite decidir el momento más oportuno para su reemplazo o reparación, optimizando en muchas ocasiones el intervalo entre dos intervenciones preventivas.

Algunas herramientas del mantenimiento proactivo que se destacan son el análisis físico-químico de lubricantes, el recuento de partículas contaminantes, la verificación de metales y aleaciones, alineación y balanceo, seguimiento de niveles térmicos, y estudios de amperaje, entre otros.

Además de las cuatro filosofías o estrategias de mantenimiento explicadas, que son las más reconocidas, se debe destacar una estrategia de mantenimiento que es de gran relevancia, conocida como Mantenimiento Total Productivo, o *Total Productive Maintenance* (TPM).

El TPM es una disciplina de mantenimiento creada en Japón en la década de los 70, que propone una administración participativa en la que se incluye a todos los trabajadores

en el proceso. En ella, el mantenimiento ya no se trata de una actividad de un sector exclusivo dentro de la organización. Esto no le disminuye la responsabilidad al sector de mantenimiento, sino que de común acuerdo se delegan actividades de mantenimiento al sector de producción. Por lo general, estas son las tareas primarias de mantenimiento, que muchas veces están estrechamente relacionadas con la actividad productiva, y se pueden llevar a cabo sin la necesidad de sacar de servicio a la maquinaria.

El concepto de involucrar al operario en las tareas rutinarias de mantenimiento como son la inspección y monitoreo del equipo, se toma del mantenimiento autónomo, el cual propone el chequeo por parte del operario de parámetros previamente establecidos para los distintos equipos, y convocar al sector de mantenimiento frente a tareas que eventualmente no se puedan solucionar de manera sencilla o sin detener la operación. Esto proporciona un incremento en la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas, lo que favorece a la prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.

Para conseguir esto, es indispensable que los empleados de todos los niveles se comprometan participando activamente, en particular en los niveles superiores. Estos últimos deben establecer las políticas y suministrar los recursos necesarios para la implementación de este tipo de disciplina de mantenimiento, permitiendo y fomentando una comunicación abierta desde abajo hacia arriba, para recibir opiniones, propuestas y sugerencias que ayuden a la mejora continua.

Uno de los principales objetivos de aplicar TPM es mejorar la calidad del personal, maximizando la participación de los operadores en tareas de mantenimiento, entrenándolos en la detección temprana de posibles fallas en desarrollo. Con esto se busca lograr la operación de equipos sin fallas ni averías en el día a día, eliminando toda clase de pérdida, mejorando la confiabilidad y disponibilidad de los mismos, obteniendo así el máximo provecho de la capacidad industrial instalada, eliminando productos defectuosos, evitando paradas no programadas y reduciendo costos de mantenimiento.

Dentro de las características más significativas del TPM, se encuentra la amplia participación de todas las personas de la organización, quienes intervienen en acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo. Esto se alcanza cuando se logra pensar al TPM como una estrategia global de la organización, en lugar de un sistema

que únicamente mantiene equipos. Para ello, es fundamental utilizar y poner en valor el conocimiento que posee el personal sobre los procesos y el equipamiento.

Como en todo proceso en el que se busca la mejora continua, es necesario evaluar el desempeño de la gestión de mantenimiento, para determinar si las metas y objetivos se están cumpliendo. Para realizar esta evaluación, se utilizan indicadores de desempeño, los cuales ayudan a identificar áreas problemáticas que necesitan atención en la gestión y también destaca áreas exitosas. Dentro de los indicadores de mantenimiento más importantes, podemos destacar los siguientes:

- **Tiempo medio entre fallas (MTBF):** indica el tiempo promedio entre la ocurrencia de fallas para los componentes, equipos, o unidades. Este indicador incluye el tiempo inactivo y de reparación.

$$MTBF = \frac{T_0 - T_{PNP}}{C_F} \quad (1)$$

Donde:

T_0 = Tiempo operativo.

T_{PNP} = Tiempo de parada no programada.

C_F = Cantidad de reparaciones.

- **Tiempo medio para la falla (MTTF):** al igual que el MTBF, indica el tiempo promedio entre ocurrencia de fallas, pero sin incluir el tiempo inactivo y de reparación.

$$MTTF = \frac{T_0}{C_F} \quad (2)$$

Donde:

T_0 = Tiempo operativo.

C_F = Cantidad de reparaciones.

- **Tiempo total medio de reparación (*Mean Time To Repair*, MTTR):** indica el tiempo medio necesario para preparar y realizar la reparación de un componente, equipo, sistema o unidad.

$$MTTR = \frac{T_{TR}}{C_R} \quad (3)$$

Donde:

T_{TR} = Tiempo total de reparaciones.

C_R = Cantidad de reparaciones.

- **Confiabilidad (C(t)):** es la probabilidad de que un equipo cumpla con sus funciones requeridas, sin presentar fallas, en un período de tiempo t.

$$C(t) = e^{-t/MTTF} \quad (4)$$

Donde:

t = Período de tiempo de análisis.

MTTF = Tiempo medio para la falla.

- **Disponibilidad (A_0):** es el porcentaje de tiempo disponible para la operación del equipo, contando como tiempo inactivo el mantenimiento correctivo y preventivo.

$$A_0 = \frac{T_o - T_P}{T_o} \quad (5)$$

Donde:

T_o = Tiempo operativo.

T_P = Tiempo de parada.

- **Costo total de mantenimiento (C_T):** es el costo total de mantenimiento correctivo y preventivo, incluyendo repuestos. No incluye los costos relacionados al tiempo inactivo con respecto a pérdidas de producción.

$$C_T = \sum C_{Mi} \quad (6)$$

Donde:

C_{Mi} = Costo individual de mantenimiento.

- **Tiempo medio entre incidentes (Mean Time Between Incidents, (MTBI):** indica el tiempo promedio entre la ocurrencia de incidentes, los cuales pueden ser clasificados por su naturaleza según sea el interés del indicador.

$$MTBI = \frac{T_o}{C_I} \quad (7)$$

Donde:

T_o = Tiempo operativo.

C_I = Cantidad de incidentes.

En la Figura 5 se muestran a modo de ejemplo algunos de los indicadores de mantenimiento.

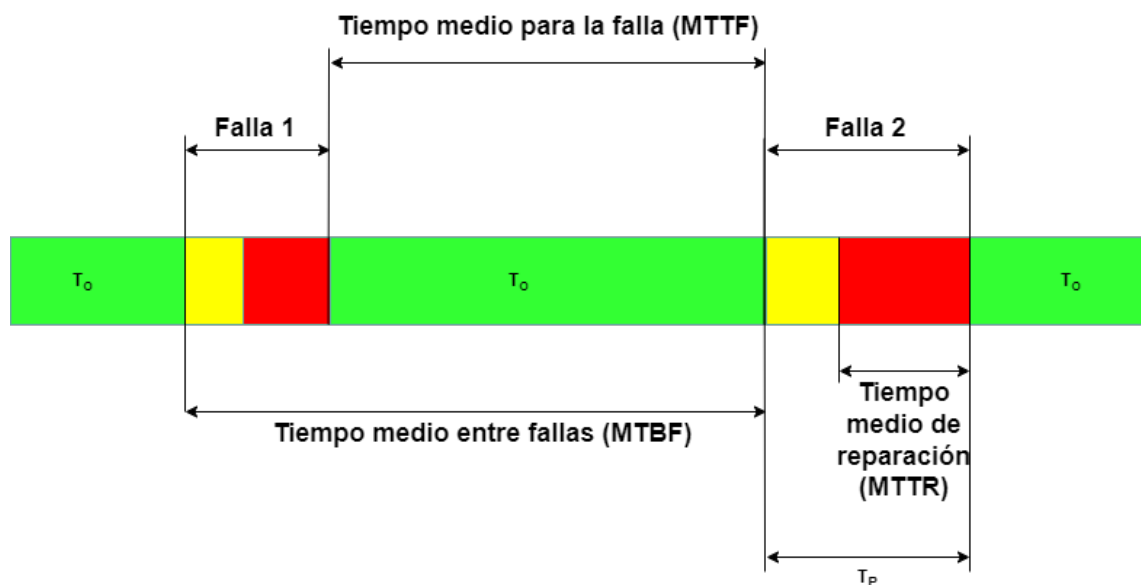


Figura 5. Representación temporal de los indicadores.

4.3. Relación entre Gestión de Activos y Gestión de Mantenimiento

La Gestión de Activos Físicos y la Gestión de Mantenimiento son dos actividades interdependientes que interactúan continuamente dentro de las organizaciones. Es por esto que muchas veces se llegan a confundir sus funciones, pensando que son las mismas.

Una organización necesita que sus Activos Físicos se desempeñen de manera confiable, en pos de alcanzar los objetivos estratégicos. Un activo confiable es aquel que cumple sus funciones cuando se lo requiere y en su correcto contexto operacional.

La confiabilidad de Activos Físicos debe ser primero construida, y luego sostenida durante todo el ciclo de vida. La construcción comienza en la primera fase del ciclo de vida del activo, con la planificación, diseño y adquisición del mismo. Todas las decisiones que se tomen en estos procesos tendrán repercusión en el desempeño y confiabilidad del activo durante todo su ciclo de vida. Luego, para sostener la confiabilidad, son fundamentales la operación y el mantenimiento, ya que en función a cómo los activos sean operados y mantenidos se determinará cómo se verá afectada la confiabilidad.

La Gestión de Activos Físicos gestiona todo el ciclo de vida de los activos, desde la planificación hasta la disposición final de los mismos. Se encarga de planificar y controlar todo lo referido a los activos, diseñando los planes estratégicos bajo los cuáles operará la organización, definiendo políticas, procedimientos, organizando y asignando roles y responsabilidades respecto al uso, manejo y aprovechamiento de los mismos.

En cambio, la Gestión de Mantenimiento es responsable de asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los activos, de manera alineada con los objetivos de la organización, cumpliendo con requisitos de calidad, seguridad y medio ambiente. Se encarga de establecer las tareas de mantenimiento sobre Activos Físicos, programando las actividades y controlando la correcta ejecución. Entonces, en conclusión, el SGM forma parte del SGA Físicos.

4.4. Datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos

Para aplicar eficazmente un sistema de gestión, sin importar del tipo que se trate, es fundamental que existan datos adecuados para realizar una correcta evaluación de desempeño del mismo, en pos de buscar la mejora continua. Para esto, la recopilación y estructuración de los datos debe ser sistemática, ordenada y bajo un único criterio claramente definido. Esto permite obtener indicadores de calidad del sistema de gestión, y en particular, en el SGM posibilita determinar la confiabilidad de distintos equipos, lo que ayuda a realizar una correcta evaluación de desempeño del mismo.

La Norma [ISO 14224 \(2016\)](#) proporciona una base sólida para la recopilación y es-

tructuración de los datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos relacionados a la industria de petróleo, petroquímica y gas natural. Estos datos son fundamentales para la GA durante su ciclo de vida, y en particular, para la gestión de mantenimiento de los mismos.

La Norma [ISO 14224 \(2016\)](#) propone que *los datos en las fallas, los mecanismos de falla y el mantenimiento relacionado a esas instalaciones industriales y sus operaciones han llegado a ser más importantes. Es necesario que esta información sea utilizada mediante, y comunicada entre las partes involucradas y sus disciplinas, dentro de la misma compañía o entre compañías. Varias metodologías de análisis se utilizan para evaluar el riesgo de peligros a la personas y medioambiente, o para analizar la planta o el desempeño del sistema. Para que tales análisis sean efectivos y decisivos, los datos de confiabilidad y mantenimiento (RM) de equipos son vitales (ISO 14224, 2016)*. La estandarización de información de mantenimiento y confiabilidad facilita el entendimiento e intercambio de información entre miembros del equipo de mantenimiento, miembros de otros equipos de la organización, directivos, fabricantes, proveedores, como así también organizaciones de industrias similares, y este es el objetivo principal de la norma.

Si bien la disponibilidad operativa de instalaciones industriales ha ido mejorando a lo largo del tiempo, continúan observándose pérdidas en la producción, y aumentos en los costos de mantenimiento debido a la mala confiabilidad de equipos, lo que representa un elevado costo. Analizar las causas de los eventos de falla es fundamental para implementar acciones en vista de mejorar la disponibilidad de equipos, lo que trae consigo mejoras en la rentabilidad y la seguridad.

Los beneficios del análisis de datos de confiabilidad son muchos, incluyendo la oportunidad de optimizar los intervalos entre las inspecciones y revisiones de equipos, el contenido de los procedimientos de mantenimiento, mejoras en la toma de decisiones, reducciones de fallas catastróficas, menores impactos ambientales, mayor seguridad para el personal operativo y, fundamentalmente, una mayor disponibilidad de los equipos.

En gran parte, la mejora de la confiabilidad de equipos depende de las experiencias de uso de los mismos. Es por ello que la recolección, análisis y retroalimentación de los datos de funcionamiento son muy importantes para los diseñadores y fabricantes de equipos. En la [Figura 6](#) se muestra un ciclo de retroalimentación típico para usos de datos,

describiendo un proceso de mejora continua, propuesto por la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#).

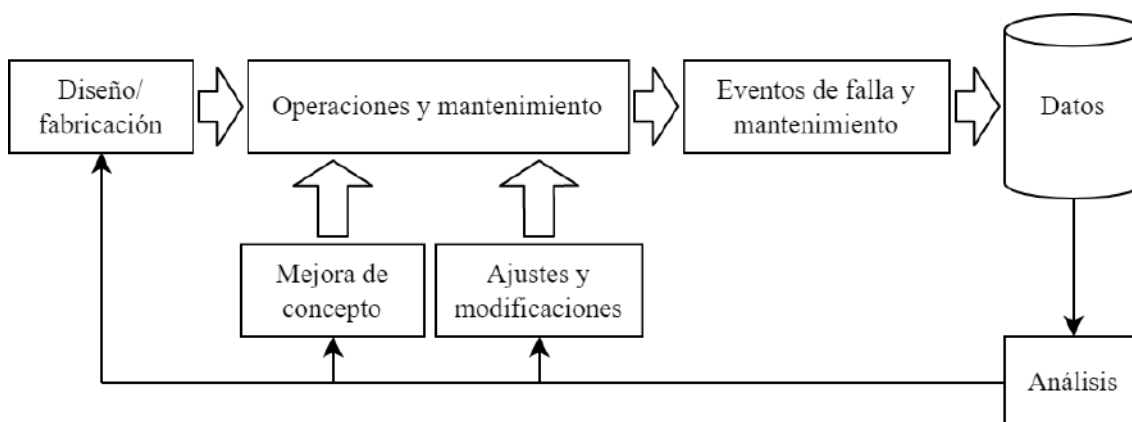


Figura 6. Retroalimentación típica de análisis de confiabilidad recolectada y datos de mantenimiento (adaptado de [ISO 14224 \(2016\)](#)).

Esta norma, en uno de sus apartados desarrolla extensamente el tema de la calidad de los datos. Define las características que deben poseer los datos de calidad (integridad, tipos de datos, formatos, almacenamiento, población y período de vigilancia suficiente, relevancia, etc.), ya que la confianza de los mismos, y cualquier análisis que surja de ellos, depende fuertemente de la calidad de los datos recolectados. Además, la norma brinda pautas para la planificación del proceso de recolección de datos, y para verificar la calidad de los mismos, presentando algunos de los problemas y limitaciones que se deben tener en cuenta cuando se busca obtener datos de calidad. También se desarrolla el proceso de recolección de datos, analizando puntos importantes del proceso como fuentes de datos, métodos típicos de recolección, y organización y capacitación de personal para la recolección.

Otro apartado relevante de esta norma, es el que trata sobre límites de equipos, taxonomía y definiciones de tiempos. En este punto, en primer lugar se expone la importancia de una clara descripción de los límites de los equipos, en pos de facilitar la comunicación entre operadores y fabricantes de equipos, buscando la compatibilidad de datos, evitando la superposición entre diferentes clases de equipos.

Luego, se define la taxonomía como la clasificación sistemática de activos dentro de un contexto funcional, basada en factores comunes (como ubicación, uso, características), y representada en una jerarquía. De esta forma, se presenta en la Figura 7 una guía para la implementación de la taxonomía propuesta por la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#). Los niveles

1 al 5 representan niveles de categorización en relación a la aplicación en la industria y en las plantas. En cambio, a partir del nivel 6 y hasta el 9, la relación es con el equipo. El número de niveles de subdivisión depende de la complejidad del equipo y el uso de los datos.

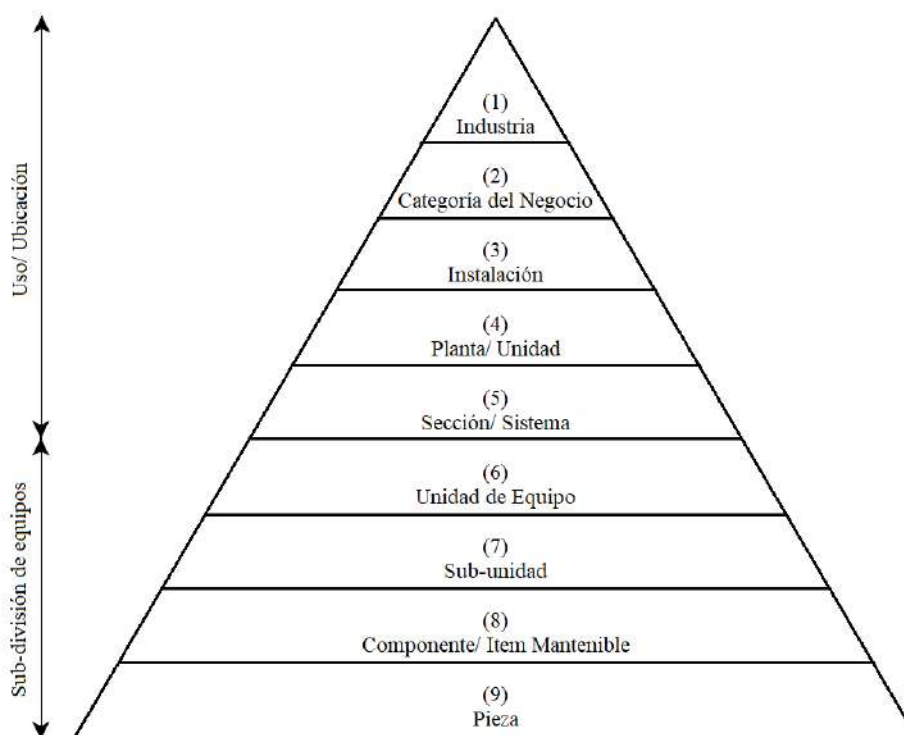


Figura 7. Clasificación de la Taxonomía con niveles taxonómicos (ISO 14224, 2016).

La Norma ISO 14224 (2016) plantea que para los análisis de disponibilidad, posiblemente los únicos datos requeridos sea la confiabilidad a nivel de equipo, mientras que un análisis de RCM y/o de causa raíz puede requerir datos acerca del mecanismo de falla a nivel de componente/ítem mantenable. Es posible que muchos ítems queden definidos en diferentes niveles de la jerarquía taxonómica, y esto dependerá del contexto o el tamaño del ítem.

En el mismo apartado se trata el tema de línea de tiempo, en donde se definen y desarrollan los diferentes períodos de tiempo, diferenciando en primer lugar tiempo de parada, y tiempo activo. En el primero se incluye el tiempo de parada planificado (donde se encuentran el mantenimiento preventivo y otras interrupciones planeadas) y el tiempo de parada no planificado (donde se incluye el mantenimiento correctivo y otras interrupciones no

planeadas). Por otro lado, dentro del tiempo activo se distingue entre tiempo operativo (incluye detención, puesta en marcha, marcha, espera en caliente) y tiempo no operativo (incluye tiempo inactivo, espera en frío).

Los datos se pueden registrar durante todo el ciclo de vida del equipo o en intervalos más acotados (siendo común el segundo caso debido a los costos). Considerando que la mayoría de los ítems siguen la línea de tiempo conocida como Curva de la Bañera (Figura 4), cuando sólo se requieren datos para la parte operativa del estado estacionario de un ítem, la recolección de datos comenzará luego de que finalice el período de arranque. Por el contrario, si se busca obtener datos relacionados a la fallas de arranque, será útil comenzar la recolección de datos desde el momento de puesta en marcha. Es por esto que la duración del período de recolección de datos puede ser muy distinta entre los equipos.

Para realizar el registro de los períodos de tiempo durante el mantenimiento, se recomienda focalizar principalmente en dos, el tiempo de parada y el tiempo activo de reparación, los cuales se muestran en la Figura 8. El primero, incluye el tiempo transcurrido desde el momento en que el equipo entra en estado de parada (debido a una reparación) hasta que esté operativo para la función requerida. El segundo es el tiempo que transcurre mientras el trabajo de mantenimiento se realiza realmente, e incluye el tiempo activo de reparación y el retraso técnico.

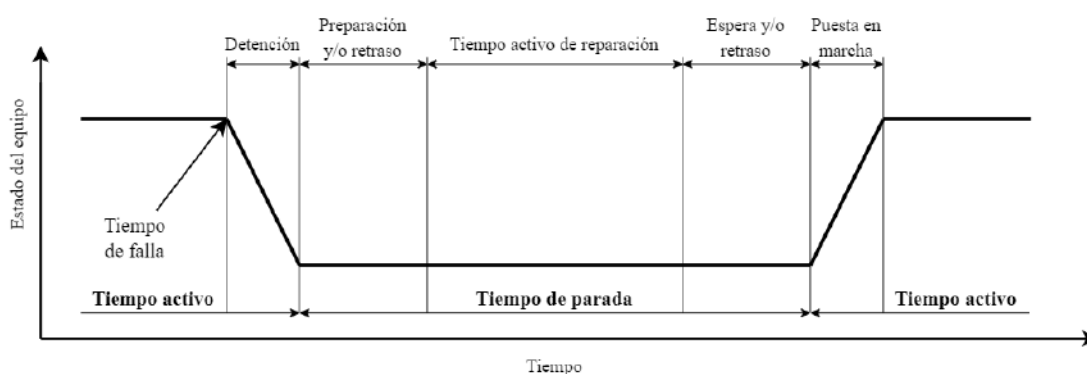


Figura 8. Tiempos de Mantenimiento dados por la Norma ISO 14224 (adaptado de [ISO 14224 \(2016\)](#)).

En el último apartado de la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#), se desarrolla extensamente el tema de los datos recomendados para equipos, fallas y mantenimiento. En primer lugar se categorizan los datos, con la finalidad de presentar una manera organizada y estructurada

de recolectar los datos. De esta forma, se definen tres categorías:

- **Datos de equipo:** se incluyen parámetros técnicos, operacionales y medioambientales. Algunos datos son comunes para varias clases de equipos, y otros son específicos para una clase de equipo en particular. La norma establece un mínimo de datos a recolectar y plantea algunos adicionales optativos, los cuales se encuentran en tablas. Adicionalmente se presentan algunos ejemplos en los anexos de la misma.
- **Datos de falla:** para combinar datos de diferentes fuentes, ya sean distintos equipos, distintos sectores, o distintas plantas, es fundamental contar con una definición uniforme de falla y con un método de clasificación de fallas. Para esto, la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#) propone una tabla donde se presenta un informe común de datos de fallas.
- **Datos de mantenimiento:** se debe realizar un informe común para todas las clases de equipo, donde se detallen datos estipulados por la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#). Dentro de los datos mencionados, hay algunos que son mínimos y obligatorios (como: fecha de mantenimiento, categoría de mantenimiento, identificación/ubicación del equipo, etc.), y otros que si bien son deseables, son opcionales (como: prioridad de mantenimiento, impacto en la planta, ubicación de repuestos, etc.).

Se puede decir que la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#) a través de recomendaciones para recolección de datos, estandarización de tiempo y actividades, y del modelamiento de activos (taxonomía, modos de falla, atributos), indica cómo obtener la información de mantenimiento y confiabilidad, que es una parte pequeña de todo lo que abarca la Norma [ISO 55000 \(2015\)](#) en cuanto a GA, por lo que la [ISO 14224 \(2016\)](#) es complementaria a la [ISO 55000 \(2015\)](#).

4.5. Gestión del Riesgo

La Norma Internacional [ISO 31000 \(2018\)](#): Gestión del riesgo - Directrices, define a la gestión del riesgo como *actividades coordinadas para dirigir y controlar la organización con relación al riesgo* ([ISO 31000, 2018](#)). Para poder comprender esta definición, es necesario saber cuál es el concepto de riesgo que se emplea. Para ello, se toma de dicha

norma la definición de riesgo, que es *el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos* (ISO 31000, 2018). De esta manera, se puede comprender a la gestión del riesgo como el conjunto de actividades coordinadas que desarrolla una organización para intentar controlar, dirigir y anticiparse a las incertidumbres que pudieran ocurrir respecto a los objetivos establecidos.

Muchas veces los riesgos están asociados a eventos potenciales con consecuencias y probabilidades de ocurrencia de los mismos. Estas consecuencias pueden afectar a la actividad que desarrolla la organización desde el punto de vista productivo, económico, a la vida humana, al medio ambiente, al equipamiento, a la imagen empresarial, etc. Es por ello que es de suma importancia poder mantener controlado el riesgo en la actividad que se desarrolla, gestionándolo de manera conveniente.

El propósito de la gestión del riesgo es la creación y la protección del valor, para mejorar el desempeño, fomentar la innovación y contribuir al logro de los objetivos organizacionales. Para que esto sea posible, la gestión debe ser eficiente y eficaz en la creación y protección del valor. Podemos asegurar que esto se logrará, si se consigue que la gestión del riesgo sea integrada, abarcando todas las actividades de la organización; estructurada y exhaustiva, para conseguir resultados coherentes y comparables; además de ser inclusiva y adaptada, haciendo partícipe a las partes interesadas oportunamente, sin perder de vista el contexto interno y externo de la organización. Considerando que los contextos son cambiantes en el tiempo, para que la gestión tenga éxito debe ser además dinámica, adaptándose a los cambios que surgen, sin olvidarse de contemplar los factores humanos y culturales. Cualquier gestión en sistemas dinámicos tiene que tener la capacidad de aprender de su propia experiencia, buscando alcanzar la mejora continua del mismo. Si se consigue integrar todos estos factores en la gestión del riesgo se puede asegurar que la misma será efectiva y alineada con los objetivos de la organización.

El proceso de la gestión del riesgo implica la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas a las actividades de comunicación y consulta, establecimiento del contexto y evaluación, tratamiento, seguimiento, revisión, registro e informe del riesgo (ISO 31000, 2018). Las vinculaciones entre todas estas actividades se pueden esquematizar como se muestra en la Figura 9.

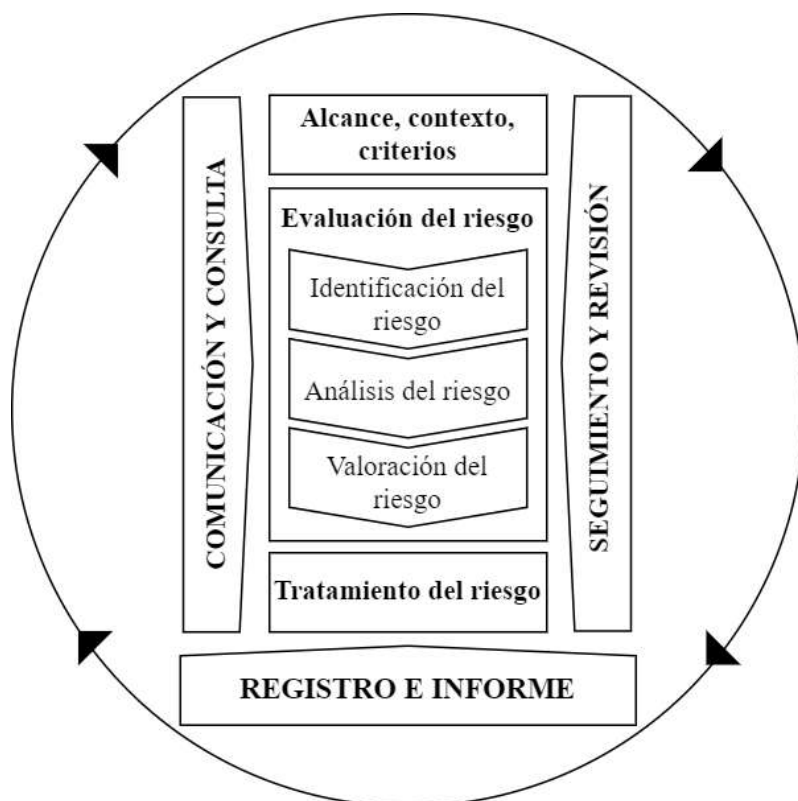


Figura 9. Vinculación entre actividades en la Gestión del Riesgo (adaptado de [ISO 31000 \(2018\)](#)).

- **Comunicación y consulta:** el objetivo de la comunicación es promover la toma de conciencia y la comprensión del riesgo al que se está expuesto en la actividad que se está desarrollando, mientras que la consulta busca obtener información y retroalimentación para apoyar la toma de decisiones.
- **Alcance, contexto y criterios:** lo primero que se debe hacer para la gestión del riesgo es establecer el alcance de sus actividades, a qué nivel se va a aplicar, cuáles van a ser sus objetivos pertinentes y su alineamiento con los objetivos de la organización. Además, se debe tener acabado conocimiento tanto del contexto interno como el externo, ya que estos pueden ser fuentes de riesgos para la organización. Por último se deben establecer los criterios para valorar la importancias de los riesgos para apoyar los procesos de toma de decisiones. Estos criterios deben estar alineados con el marco de referencia de la gestión del riesgo y adaptados al alcance y propósito de la actividad en consideración.

- **Evaluación de riesgo:** se trata de un proceso global que incluye la identificación del riesgo, el análisis del riesgo y la valoración del mismo. Estas actividades deberían llevarse de manera sistemática, iterativa y colaborativa, siempre basándose en el conocimiento y la mejor información disponible, complementándose con investigaciones adicionales en caso de ser necesario.

En la identificación del riesgo se trata de encontrar, reconocer y describir los riesgos que pueden impedir o ayudar a una organización a alcanzar sus objetivos. Para ello, siempre es importante contar con información pertinente y actualizada. Se debe considerar la relación que puede existir entre riesgos, y cómo afectan a uno o varios objetivos. Además, se debe poder identificar si se tratan de fuentes internas o externas las que generan estos riesgos, y las consecuencias tangibles o intangibles que pueden producir.

El análisis de riesgo se ejecuta para comprender la naturaleza del mismo. Esto implica una consideración detallada de incertidumbres, fuentes de riesgo, probabilidades, consecuencias, escenarios, eventos, controles y eficacia. Los eventos de alta incertidumbre pueden ser difíciles de cuantificar. Esto puede ser una cuestión importante cuando se analizan eventos con consecuencias severas. No se debe perder de vista que las consecuencias pueden incrementarse por efectos en cascada y efectos acumulativos. El análisis de riesgo proporciona una entrada para la valoración del riesgo, en la decisión de si es necesario o no tratar el riesgo, y qué estrategias y métodos se va a aplicar para ello.

Las técnicas de evaluación de riesgo más adecuadas se encuentran descritas en la Norma [ISO 31010 \(2015\)](#): *Gestión del riesgo - Técnicas de evaluación de riesgo*, que proporciona directrices para la selección y aplicación de técnicas sistemáticas para la evaluación de riesgo, con el objetivo de lograr establecer un orden de prioridades de las actividades de la gestión de riesgo que se van a llevar a cabo. Dentro de las técnicas propuestas, se describen las que son de interés para el presente proyecto:

- **Análisis preliminar de peligros, o *Preliminary Hazard Analysis* (PHA)**: es un método inductivo sencillo de análisis, cuyo objetivo es identificar los peligros, situaciones peligrosas y los eventos que pueden causar daños en una
-

determinada actividad, instalación o sistema.

- **Análisis de escenarios:** se identifican los posibles escenarios a futuro utilizando la imaginación o extrapolación del presente, y se consideran los diferentes riesgos suponiendo que cada uno de esos escenarios puede ocurrir. Esto se puede realizar formalmente o informalmente, cualitativamente o cuantitativamente.
- **Análisis de modos de falla y efectos (FMEA) y análisis de modos de falla y criticidad de los efectos (FMECA):** el FMEA es una técnica que identifica los modos y mecanismos de falla y sus efectos. El FMEA puede ir seguido por un análisis de criticidad que defina la importancia de cada modo de falla de forma cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa (FMECA). La valoración del riesgo tiene como propósito ayudar a la toma de decisiones. Básicamente es la comparación entre los criterios establecidos y los resultados del análisis del riesgo, y sobre eso se decide si corresponde alguna acción adicional. Cualquiera sea la decisión que se tome, se debe tener en cuenta el más amplio de los contextos y las consecuencias reales y percibidas por las partes interesadas. Lo recomendable es que la valoración del riesgo se registre, se comunique y luego se haga validar por los niveles apropiados de la organización. Es por ello que se procede a ponderar todas las situaciones posibles a través del análisis en una matriz de consecuencia/probabilidad con el objetivo de obtener el nivel de riesgo asociado a cada situación planteada.
- **Matriz de consecuencia/probabilidad:** la matriz de consecuencia/ probabilidad es un método que permite combinar clasificaciones cualitativas o semicuantitativas de consecuencia y probabilidad para producir un nivel de riesgo o una clasificación de riesgo. Normalmente, se utiliza como una herramienta de selección cuando se han identificado muchos riesgos, para definir cuáles son los riesgos que necesitan análisis adicionales o más detallados, cuáles son los que se han de tratar primero, o cuáles se han de referenciar a un nivel de gestión más elevado.

La escala (o escalas) de consecuencia debería cubrir la gama de diferentes

tipos de consecuencia a considerar y se debería extender desde la consecuencia máxima verosímil hasta la consecuencia más baja de interés.

La escala de probabilidad debería estar adaptada a la gama aplicable al estudio bajo análisis, recordando que la probabilidad más baja debería ser aceptable para la consecuencia más alta definida, en caso contrario todas las actividades con la consecuencia más alta se definen como intolerables.

- **Tratamiento del riesgo:** consiste en seleccionar e implementar acciones para abordar el riesgo. Generalmente se trata de un proceso iterativo, en el cual se formulan y seleccionan las opciones para el tratamiento del riesgo, luego se planifican e implementan dichas acciones evaluando la eficacia de las mismas. Posteriormente se define si el riesgo residual de haber aplicado dichas acciones es aceptable, y en caso de no serlo, se efectúa un tratamiento adicional. La selección de las opciones más apropiadas para el tratamiento del riesgo surge del balance entre el beneficio potencial que se obtiene de aplicar dicha acción frente a los costos, esfuerzos o desventajas de la implementación de las mismas. Una vez seleccionadas las acciones que se consideran más apropiadas para el tratamiento del riesgo, se debe planificar dicho tratamiento de manera tal que los involucrados comprendan las disposiciones, y que pueda realizarse el seguimiento del avance respecto de lo planificado. Este plan debe establecer claramente el orden en el que se debe implementar el tratamiento del riesgo.
 - **Seguimiento y medición:** es la actividad mediante la cual se puede asegurar mejorar la calidad y eficiencia del diseño, la implementación y los resultados del proceso. Esta debe ser una actividad continua y planificada en el proceso de gestión de riesgo, y llevada a cabo por personal responsable claramente definido, donde se evalúen de manera periódica el procesos de gestión de riesgo y sus resultados.
 - **Registro e informe:** busca comunicar las actividades de gestión de riesgo y sus resultados a lo largo de la organización, proporcionando información para la toma de decisiones, favoreciendo la interacción con las partes interesadas. Esta información debe asistir a las personas que tienen la responsabilidad y obligación de rendir cuentas por las actividades de gestión de riesgo que se desarrollan.
-

4.6. Normativa específica

A continuación se presentan las normas específicas aplicables al proyecto en cuestión:

- **Norma G.E. N°1-112 - Norma para el proyecto, construcción y operación de plantas de almacenamiento de gases licuados de petróleo (G.E.N°1-112, 1982):**

Esta norma regulatoria nacional establece los lineamientos principales que deben contemplarse al momento de proyectar la construcción de una planta de almacenamiento de GLP. El objetivo es estandarizar los requisitos mínimos que se deben cumplir para asegurar la protección de las personas, y bienes físicos propios y de terceros. En ella se establecen las especificaciones técnicas y normativas de referencia que se deben consultar para el establecimiento de dimensiones mínimas, medidas de seguridad, equipamiento, parámetros de funcionamiento, sectores, etc., para la construcción y operación de una planta de almacenamiento de GLP.

- **Norma G.E. N°1-102 - Norma sobre mantenimiento en plantas de gas licuado de petróleo (G.E.N°1-102, 1981):**

Esta norma establece las rutinas y periodicidades de tareas de mantenimiento que se deben llevar a cabo en los distintos equipos. En ella se describe el tipo de equipamiento que normalmente se encuentra instalado en plantas de GLP al momento de ser publicada, con las intervenciones que se deben realizar y la frecuencia de las mismas. Además, presenta sugerencia de planillas para el registro de las actividades de mantenimiento que se llevan a cabo.

- **Norma N.A.G. 155 - Norma mínima para el diseño, construcción, operación y mantenimiento para plantas de gas licuado de petróleo de bajo volumen de almacenamiento para sistemas de distribución por redes instaladas en vía pública (N.A.G. 155, 2000):**

Es la norma más actual (año 2000) de la que se dispone para la construcción, operación y mantenimiento de plantas de GLP. Esta es una normativa nacional perteneciente al organismo que actualmente regula las actividades que implican la operación y comercialización de gas en territorio Argentino, que comprende los contenidos de las dos normas anteriormente nombradas, y las reemplaza.

5. METODOLOGÍA

El trabajo realizado en el presente proyecto integrador es amplio, debido a que comprende el desarrollo de un SGM en su totalidad, con su correspondiente Plan de Mantenimiento. Es debido a esto que pueden identificarse diferentes etapas dentro del desarrollo del proceso. Las mismas pueden resumirse como se presenta a continuación.

5.1. Introducción a la Gestión de Activos

Esta primera etapa se centró en la lectura, comprensión e interpretación de la serie de Normas ISO 55000. Las mismas establecen aspectos generales, principios, terminología, requisitos y directrices para la aplicación de un SGA. En este sentido, se destaca el valor que agrega la implementación de un SGA a la organización, ya que optimiza sus Activos Físicos, considerando aspectos asociados al desempeño, riesgos y su ciclo de vida. Así mismo, un Sistema de Gestión, y en particular un SGM, contribuye al logro de los planes estratégicos de la organización.

5.2. Análisis de Antecedentes

En esta etapa se realizó la búsqueda, recopilación, evaluación y análisis de documentación referida a las distintas plantas de GLP que posee la organización, como así también de la flota vehicular de la misma. Para esto fue necesario analizar las Normas [G.E.N°1-112 \(1982\)](#), [G.E.N°1-102 \(1981\)](#) y [N.A.G. 155 \(2000\)](#), planos, *layouts*, informes de mantenimiento, registros fotográficos, catálogos de diferentes equipos, informes de compras, entre otros, aportados por la organización. Además, esto se complementó mediante reuniones con referentes de distintos sectores de la organización implicados en el proceso realizado en las plantas. A partir de la información obtenida, se realizó una memoria descriptiva de las tareas desarrolladas en la operación normal de una planta estándar de almacenamiento de GLP.

5.3. Relevamiento de Activos

A partir de la información reunida en la etapa anterior, fue posible comenzar a identificar las características generales y particulares de las distintas plantas, como así también

de la flota vehicular. Luego, a través de visitas de campo se logró la visualización de los equipos en operación en cada una de las plantas, para poder así alcanzar una comprensión más profunda de la función que cumple cada componente. Además, posibilitaron la realización de relevamientos fotográficos y la caracterización del estado de los equipos de cada planta, para luego contrastar lo relevado con la información antes recopilada.

5.4. Definición del Alcance y Objetivos del SGM

En este punto del proyecto, una vez comprendidos los requerimientos que plantea la Norma [ISO 55000 \(2015\)](#) para una adecuada GA, y habiendo realizado un estudio en profundidad del proceso que se realiza habitualmente en las plantas de almacenamiento y distribución de GLP, se definieron -en conjunto con la gerencia general de la organización- tanto el alcance como los objetivos del SGM.

Además, en esta etapa se seleccionaron indicadores de gestión de mantenimiento, a partir de los cuales se realizará una evaluación del desempeño del SGM implementado. Para esto, se eligieron cuatro indicadores dentro de los muchos propuestos por la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#), que se encontraron más representativos para el trabajo realizado, los cuales son: Tiempo Medio Para la Falla (MTTF), Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF), Tiempo Total Medio de Reparación (MTTR), y Disponibilidad (A_O).

5.5. Identificación de Activos

En esta etapa las tareas estuvieron abocadas al desarrollo de un sistema de identificación de activos, conocido como TAG, el cual asigna un código alfanumérico para cada uno de los distintos equipos. Para esto, se utilizó como base lo propuesto por la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#). Luego del desarrollo de dicho sistema de identificación (el cual distingue y organiza teniendo en cuenta planta, sector, unidad operativa, y componente), se elaboró un sistema de identificación similar, para la identificación de la flota vehicular de la organización.

5.6. Análisis de Riesgo

Habiendo identificado los distintos Activos Físicos de la organización, es importante proteger el valor de los mismos. Para esto, la Norma [ISO 55000 \(2015\)](#), plantea la impor-

tancia de la gestión de los riesgos y las oportunidades, con el fin de alcanzar un balance deseado entre costo, riesgo y desempeño. Siguiendo lo recomendado por la misma norma, se utilizó la Norma [ISO 31000 \(2018\)](#), la cual brinda las directrices para realizar una correcta gestión de riesgos. A su vez, esta Norma recomienda la utilización de la Norma [ISO 31010 \(2015\)](#), que indica los distintos procedimientos a realizar, según distintas técnicas, para la evaluación de riesgos. Una vez desarrollado el análisis de riesgos según las normas antes mencionadas, se realizó una ponderación del riesgo que implican los distintos Activos Físicos para la organización, con el objetivo de realizar una jerarquización del nivel de importancia que debe otorgarle a los mismos la organización, en relación a las tareas de mantenimiento con las que se tratará el riesgo.

5.7. Rutinas de Mantenimiento e Inspección

Luego de haber definido un orden de prioridad para el mantenimiento de los distintos Activos Físicos, se inició el desarrollo de planes de mantenimiento para las distintas plantas que se abordan en el presente trabajo, como así también para la flota vehicular. Para establecer las diferentes tareas, con sus respectivas periodicidades, se utilizó como punto de partida lo establecido por la Norma [N.A.G. 155 \(2000\)](#), y la Norma [G.E.N°1-102 \(1981\)](#), en conjunto con lo recomendado por los fabricantes de los distintos equipos. Además, se complementaron estos lineamientos con información y experiencia brindada por el Gerente Técnico de la organización, como así también el supervisor de mantenimiento y operarios de planta. Posteriormente se redactaron Procedimientos de Mantenimiento para cada una de las tareas incluidas en el plan, en base a lo que dictan las normas antes mencionadas, en conjunto con lo recomendado por fabricantes y el supervisor de mantenimiento de la organización. Además, se establecen rutinas de inspección tanto diarias como mensuales, en las cuales se plantean distintas rutinas de inspección visual, siguiendo los lineamientos planteados en las normas mencionadas, como así también en base al nivel de riesgo y a la criticidad que cada activo representa para la organización.

5.8. Documentación Complementaria

Esta etapa se abocó al desarrollo de documentación complementaria, la que es de interés para el SGM, debido a que permite contar con datos relevantes relacionados a los

activos que posee la organización. Además, el análisis de estos datos permite contar con mayor información para la toma de decisiones, y lo que es más importante aún, para la evaluación del SGM. Esta documentación incluye Solicitudes de Servicio, Órdenes de Trabajo, Informes de Mantenimiento, Hojas de Vida, entre otros. Gran parte de la documentación se desarrolló bajo los lineamientos de la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#), la cual define cuáles son los datos mínimos que debe poseer este tipo de documentación.

5.9. Implementación del Sistema de Gestión

Finalmente, para cerrar el desarrollo del trabajo, en esta última etapa la tarea desarrollada consistió en definir el proceso operativo del SGM, es decir, el proceso lógico que debe seguirse desde que surge la necesidad de una intervención de mantenimiento, hasta el registro y almacenamiento del informe de mantenimiento generado luego de realizar la tarea. Para esto, se definieron los distintos pasos a seguir y la forma en que se debe registrar y conservar la documentación generada.

En el diagrama de la Figura 10, se puede observar la vinculación de las distintas normas en el desarrollo de cada una de las etapas del proyecto.

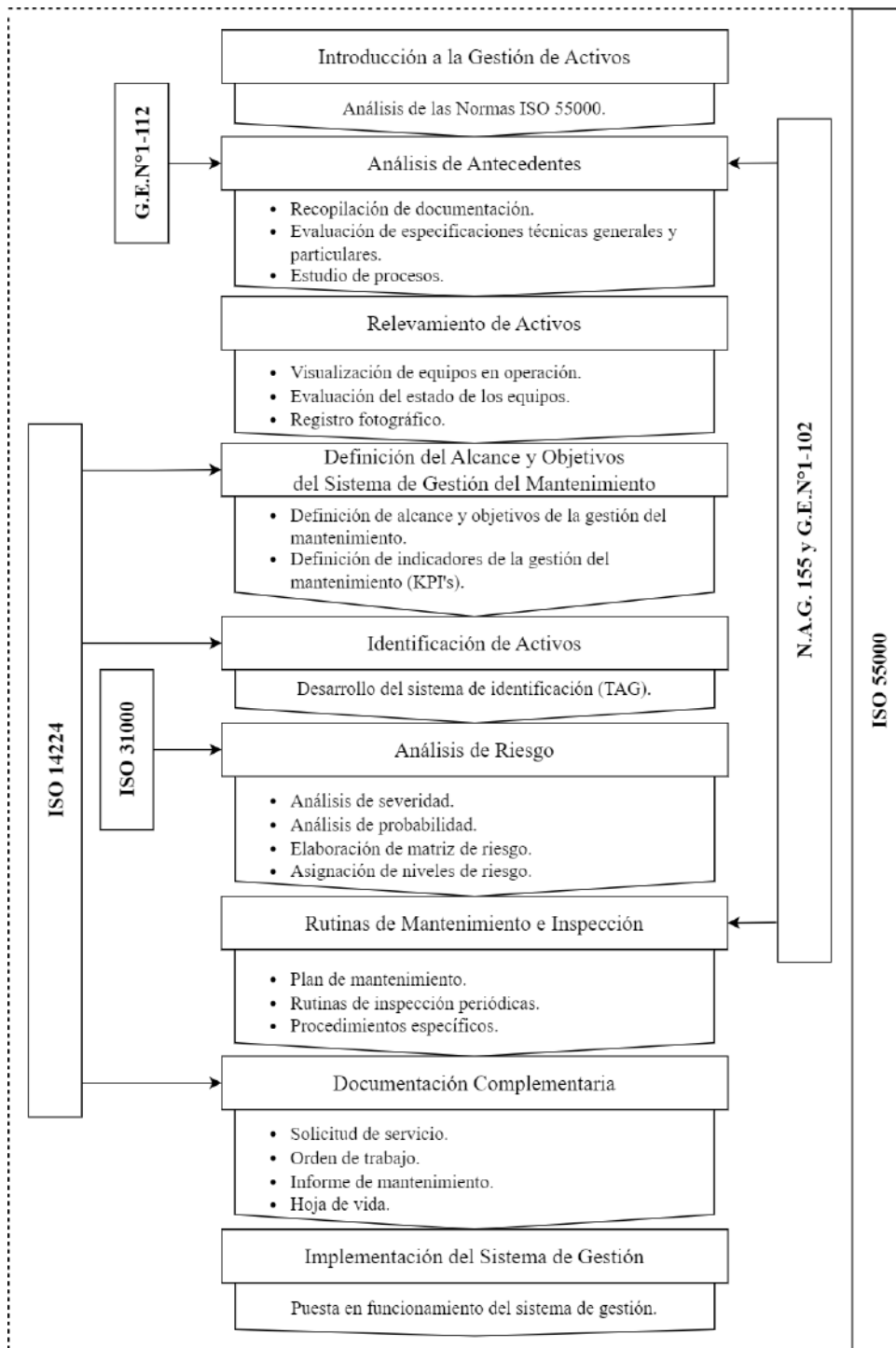


Figura 10. Esquema normativo en las distintas etapas del proyecto (elaboración propia).

6. DESARROLLO

En este capítulo se presenta el desarrollo de las distintas etapas según la metodología propuesta para el desarrollo de la gestión del mantenimiento de Activos Físicos en plantas de almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo (GLP).

6.1. Introducción a la Gestión de Activos

En esta primera etapa del proyecto, el trabajo se centró en el análisis y comprensión de la serie de Normas ISO 55000, con el objetivo de comprender los requisitos mínimos necesarios para la implementación de un SGA, que posteriormente se traducirán en los requisitos pertinentes a ser aplicados en un SGM. De esta forma, se busca que los Activos Físicos presten servicio extendiendo su vida útil tanto como sea posible, generando valor para la organización, y apoyando el cumplimiento de los objetivos, tanto del SGA, como los de la organización.

El primer paso, y el más importante, es llevar a cabo un análisis del contexto en el que se quiere implementar el Sistema de Gestión. Esto es fundamental para poder establecer los objetivos del sistema, de modo tal que sean ambiciosos, pero a su vez alcanzables. Además, el análisis de contexto permite establecer el alcance que se le va a dar al sistema de gestión, en este caso de mantenimiento, determinando los límites que abarcará el mismo y los recursos disponibles y necesarios para llevar a cabo los objetivos establecidos. En las siguientes etapas se desarrollarán en detalle las actividades que corresponden al análisis de contexto. En estas se especifican los requisitos que plantea la serie de Normas ISO 55000, y qué actividades fueron llevadas a cabo para cumplir con lo propuesto en la implementación de un SGM, tomando como base los requisitos establecidos para la aplicación de un SGA.

Una vez realizado el análisis de contexto, se procedió a definir una política de gestión de mantenimiento, definiendo su alcance, los roles y las responsabilidades. Esto se realizó en conjunto con la alta dirección de la organización, que en este caso incluyó a la gerencia general, la gerencia de operaciones y el supervisor de mantenimiento. Complementariamente, se identificaron los riesgos y oportunidades a tratar con el objetivo de asegurar que el sistema de gestión pueda lograr los resultados propuestos tendientes a prevenir efectos

indeseados y lograr la mejora continua. Luego, se describe la aplicación de un análisis de riesgo y criticidad, siguiendo los lineamientos propuestos por la Norma [ISO 31000 \(2018\)](#). Los resultados obtenidos de este análisis tienen por objeto establecer una base de referencia en la toma de decisiones que permitan definir las acciones a implementar para afrontar los riesgos y oportunidades de mejora identificadas, constituyéndose en el puntapié inicial para realizar la planificación de la implementación del SGM. Además, una vez identificados los riesgos y las oportunidades, se deben establecer los objetivos del sistema de gestión, los cuales deben ser coherentes, alcanzables, medibles y estar alineados con los objetivos de la organización.

Como en todo sistema que se desee la mejora continua, la planificación es una de las etapas fundamentales para asegurar el correcto funcionamiento del sistema a implementar. En el presente trabajo, la planificación del SGM se realizó en la etapa de Elaboración del Plan de Mantenimiento, donde se definieron las actividades de mantenimiento que deben llevarse a cabo. Cuando se habla de actividades, no solo se refiere a las acciones directas de intervención de un activo, sino también a toda aquella actividad de trasfondo que normalmente se engloba en la gestión del mantenimiento, que si bien no son acciones que se realizan directamente sobre los equipos, son acciones necesarias para el correcto desarrollo y programación de las actividades operativas. También, resulta necesario llevar un registro documentado de las actividades desarrolladas que se consideren necesarias por la organización. Por lo cual, se presenta el desarrollo y elaboración de la documentación de registro de las actividades de mantenimiento.

Finalmente, en la etapa de Implementación se engloban las actividades que corresponden a la operación, evaluación de desempeño y mejora del SGM.

6.2. Análisis de Antecedentes

Como se mencionó anteriormente, el primer paso para la aplicación de un correcto SGM, es saber dónde se encuentra posicionada la organización frente al entorno que la rodea. Es por esto, que es fundamental llevar a cabo un análisis pormenorizado del contexto.

En virtud de lo expuesto, se recopiló documentación de los equipos e instalaciones, referida a: plexo normativo, especificaciones técnicas, procesos involucrados, intervenciones de mantenimiento, registros de fallas, modificaciones y/o actualizaciones, y cualquier dato relacionado con la historia de vida de los activos.

En cuanto al análisis del plexo normativo, las normas específicas (presentadas en el Marco Teórico) que rigen el diseño, operación y mantenimiento de las plantas, son las siguientes:

- **Norma G.E. N°1-112 - Norma para el proyecto, construcción y operación de plantas de almacenamiento de gases licuados de petróleo (G.E.N°1-112, 1982).**
- **Norma G.E. N°1-102 - Norma sobre mantenimiento en plantas de gas licuado de petróleo (G.E.N°1-102, 1981).**
- **Norma N.A.G. 155 - Norma mínima para el diseño, construcción, operación y mantenimiento para plantas de gas licuado de petróleo de bajo volumen de almacenamiento para sistemas de distribución por redes instaladas en vía pública (N.A.G. 155, 2000).**

En cuanto al archivo permanente de documentación, la organización proporcionó la siguiente información:

- Planos de detalle de las plantas bajo estudio, *layouts*, diagramas de instrumentación, entre otros.
 - Catálogos y manuales de operación, provistos por el fabricante, de algunos equipos instalados.
 - Registros de mantenimiento y calibración de válvulas de seguridad y alivio.
-

- Registros de recambio de algunos elementos constitutivos.

Toda esta documentación se procesó y se seleccionó lo que se consideró pertinente para el desarrollo del trabajo. En particular, se debe mencionar que gran parte de la documentación suministrada no poseía trazabilidad, por lo que no era posible correlacionar la información con algún equipo que estuviese prestando servicio, o que perteneciese a alguna de las plantas bajo análisis (por ejemplo, registro de intervenciones sobre manómetros sin referencia al número de serie del mismo). Complementariamente, se realizaron consultas a los fabricantes a efectos de completar las fichas técnicas con las hojas de especificaciones y manuales de operación.

A partir de la recopilación de información, se tomó conocimiento de la reglamentación normativa que regula la actividad, comprendiendo la forma en que fueron planificadas y construidas las plantas de almacenamiento, vaporización y distribución de GLP, pudiéndose a su vez, identificar y tipificar los equipos instalados en cada una de las plantas bajo estudio.

En paralelo, se mantuvieron reuniones con los referentes de las distintas áreas técnicas de la organización. Las mismas se llevaron a cabo en las oficinas administrativas (ubicadas en las ciudades de Neuquén y Plaza Huincul), y en las plantas visitadas en el interior de la Provincia de Neuquén. En particular, se realizaron entrevistas al representante técnico de la organización, al referente del área de seguridad e higiene, al personal operativo de las distintas plantas visitadas y al referente de mantenimiento de la organización. Como resultado de dichas reuniones, se pudo completar la información en cuanto a ciertas actividades de mantenimiento que comúnmente no son estrictamente documentadas, y se tuvo una aproximación, basada en la experiencia de los entrevistados, en cuanto a los riesgos asociados a la operación y mantenimiento de las plantas.

Se debe mencionar, que la documentación analizada solo se registraba en formato papel físico, por lo que se decidió digitalizarla para su posterior procesamiento y creación de una base de datos. De esta forma, se sentaron las bases para establecer una nueva forma de registrar las intervenciones de mantenimiento, estableciendo una estructura que permitirá incorporar el registro de las actividades programadas una vez cumplimentado el nuevo plan de mantenimiento.

6.3. Relevamiento de Activos

En todo SGA, y en particular en un SGM, es fundamental establecer y definir detalladamente los activos incluidos en dicho sistema. Este es un proceso necesario para el correcto establecimiento del alcance del sistema, lo que es primordial para establecer los objetivos que se quieren alcanzar con el SGM. Por lo tanto, esta etapa se consideró de suma importancia para desarrollar el presente trabajo.

En el desarrollo de esta etapa, la primer tarea ejecutada fue la caracterización de las distintas plantas utilizando los registros de información disponible (planos, *layouts*, P&ID, entre otros). Si bien todas las plantas bajo estudio comparten una configuración común, con una división por sectores, el equipamiento instalado en cada uno de ellos presenta características particulares para cada una de las plantas. Estas diferencias en el diseño se relacionan directamente con: el año de construcción, la capacidad instalada, la ubicación geográfica, la logística de abastecimiento, entre otros. A continuación, se presentan las características generales de cada una de las plantas bajo estudio:

1. Planta Aluminé:

- Capacidad: 197 m^3 .
- Cantidad de tanques: 3.
- Potencia de vaporización: 2280000 BTU/hr.
- Tipo de vaporización: Indirecta.
- Cantidad de vaporizadores: 4.

2. Planta Bajada del Agrio:

- Capacidad: 98 m^3 .
- Cantidad de tanques: 2.
- Potencia de vaporización: 205430 BTU/hr.
- Tipo de vaporización: Directa.
- Cantidad de vaporizadores: 2.

3. Planta Caviahue:

- Capacidad: 98 m^3 .
- Cantidad de tanques: 2.
- Potencia de vaporización: 1120000 BTU/hr.
- Tipo de vaporización: Indirecta.
- Cantidad de vaporizadores: 2.

4. **Planta Las Coloradas:**

- Capacidad: 98 m^3 .
- Cantidad de tanques: 2.
- Tipo de vaporización: Indirecta.
- Cantidad de vaporizadores: 2.

5. **Planta Loncopué:**

- Capacidad: 98 m^3 .
- Cantidad de tanques: 2.
- Potencia de vaporización: 1120000 BTU/hr.
- Tipo de vaporización: Indirecta.
- Cantidad de vaporizadores: 2.

6. **Planta Villa Pehuenia:**

- Capacidad: 96 m^3 .
- Cantidad de tanques: 6.
- Potencia de vaporización: 990000 BTU/hr.
- Tipo de vaporización: Indirecta.
- Cantidad de vaporizadores: 1.

Complementariamente, se realizaron visitas de campo a cada una de las plantas bajo estudio. Las mismas, tuvieron como finalidad ampliar la base de conocimiento focalizando la atención en: actualización de los registros con eventuales actualizaciones y/o

modificaciones del equipamiento instalado, los procesos involucrados, evaluación de la condición de los activos, y los procedimientos de operación y mantenimiento. Además, se realizó una visita a la base operativa ubicada en la ciudad de Plaza Huincul, provincia de Neuquén, donde se gestiona la mayor parte de la flota de vehículos livianos y unidades móviles pesadas.

Cabe destacar que fue necesario actualizar los equipos a partir del relevamiento realizado dado que, en gran parte de las plantas, se encontraron desviaciones respecto a los registros analizados. Estas actividades permitieron recolectar información técnica actualizada de cada uno de los equipos identificados, y además generar un registro fotográfico de los mismos. Estas imágenes fueron utilizadas posteriormente para desarrollar las fichas técnicas de cada uno de los equipos, incluyendo las especificaciones técnicas particulares.

El entendimiento alcanzado permitió realizar una Memoria Descriptiva y Operativa de una planta estándar de almacenamiento de GLP. A continuación, se presentan sus características principales.

6.3.1. Descripción de una Planta Tipo

En la Figura 11 se muestra una fotografía de una planta típica de almacenamiento. Además, se presentan un diagrama general (ver Figura 12) y un diagrama de flujo de una planta tipo (ver Figura 13).



Figura 11. Fotografía de planta de almacenamiento de GLP tipo (<https://www.hidenesa.com.ar/>).

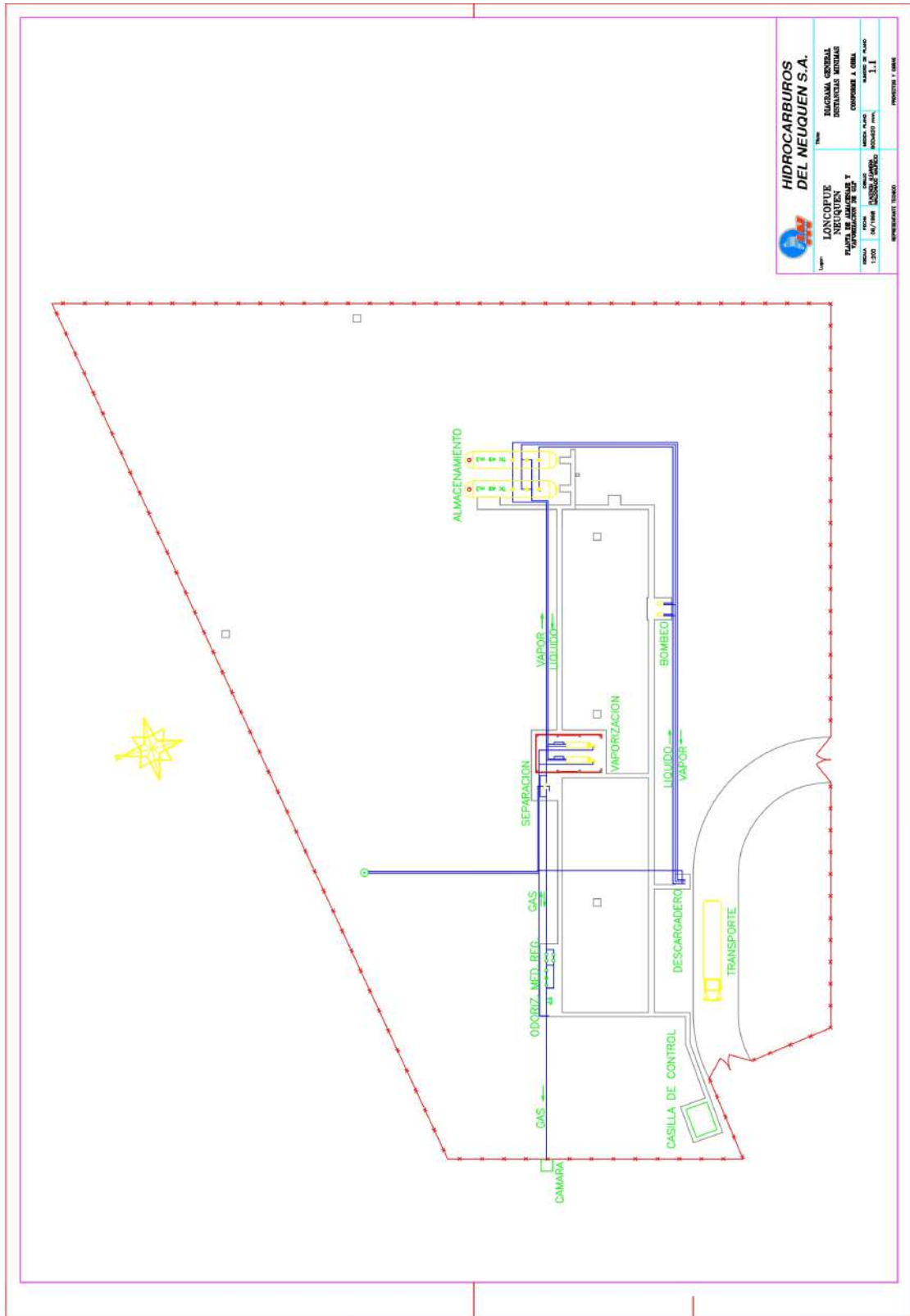


Figura 12. Esquema general de planta de almacenamiento de GLP tipo (Escala 1:200).

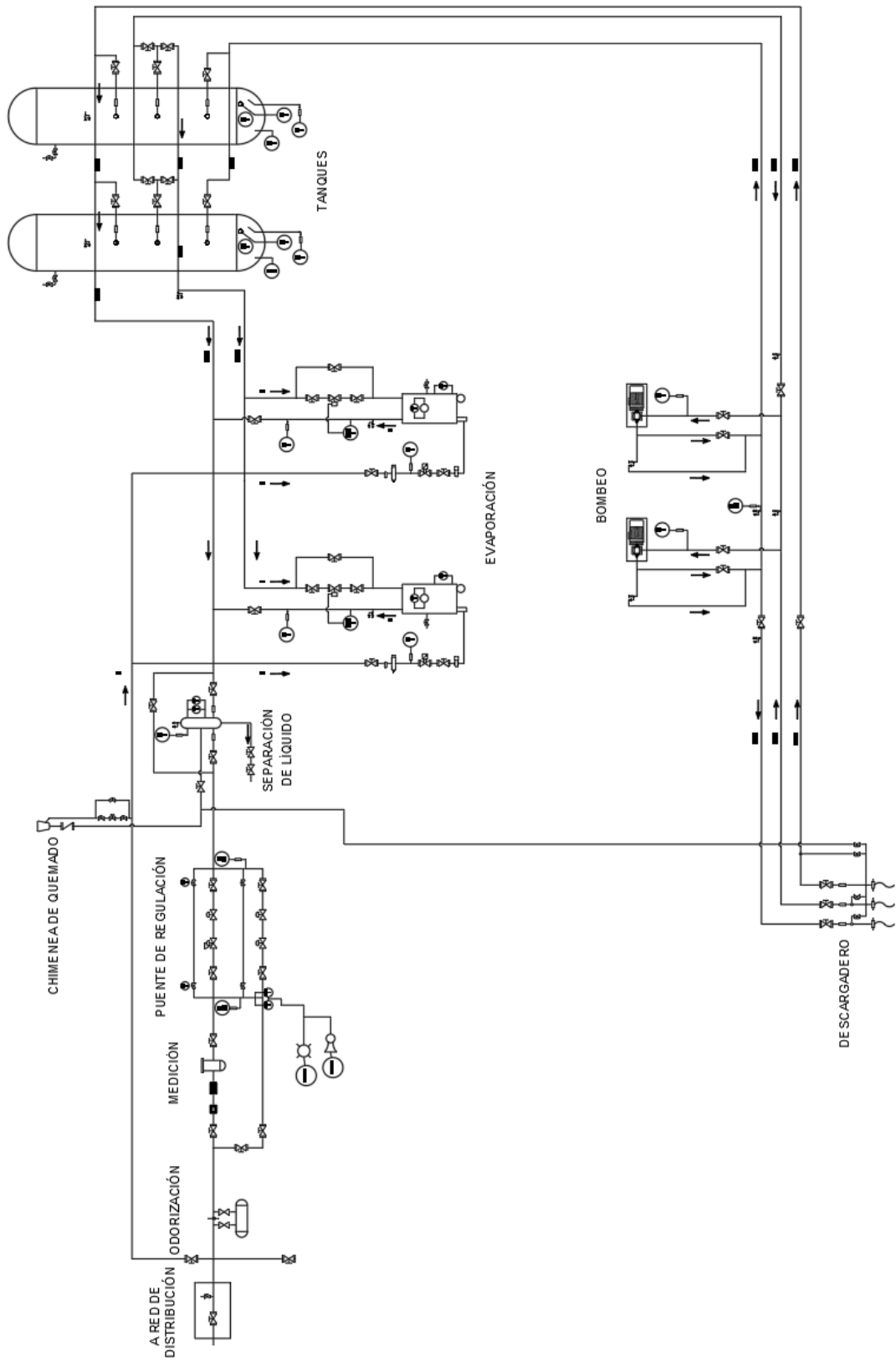


Figura 13. Diagrama de flujo de planta de almacenamiento de GLP tipo.

Tal como se observa en las figuras presentadas anteriormente, en una planta típica de almacenamiento y distribución de GLP se pueden identificar los siguientes sectores:

1. Descargadero.
2. Bombeo.
3. Almacenamiento.
4. Vaporización.
5. Separación de líquidos y chimenea de quemado.
6. Regulación.
7. Medición.
8. Odorización.

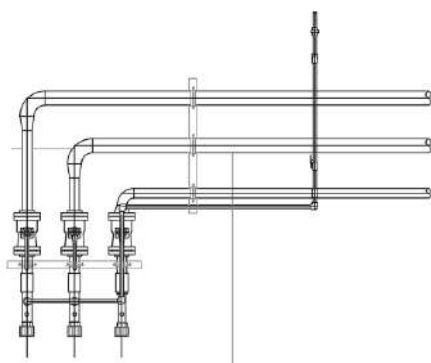
Para iniciar el proceso de descarga en la planta, un camión con un tanque móvil ingresa a la misma previo paso por el control de acceso, hasta ubicarse sobre la platea de hormigón armado. Se verifica que el camión tenga arrestallamas y se observan todas las precauciones indicadas en los carteles de seguridad. Se conecta el cable de puesta a tierra del camión, y se conectan las mangueras de vapor y de líquido manteniendo las válvulas del descargadero cerradas.

A continuación, se describen cada uno de los sectores definidos previamente.

Descargadero

El sector de descargadero (ver detalle en la Figura 14) posee una boca de conexión al tanque móvil para la línea de vapor y dos bocas de las cuáles una se corresponde con la entrada de líquido a los tanques fijos y la otra con el servicio de carga a tanques móviles para la operación de graneleo. Todas las bocas de conexión están dotadas de acoples rápidos de seguridad.

La línea de vapor se extiende hasta el sector de tanques fijos, mientras que las líneas de líquido hacen lo propio hasta el sector de bombas. Todas las líneas se ubican a una altura de 80 cm sobre el nivel del terreno natural, montadas sobre sus correspondientes



(a) Vista superior.



(b) Registro fotográfico.

Figura 14. Detalle del sector descargadero de una planta de GLP.

soportes. Las mismas poseen válvulas de exceso de flujo, válvulas de bloqueo manual y los conexiones necesarios para el venteo, conexión de accesorios e instrumentación.

Este sector, cuenta además con una protección por choque de vehículos, que se construye con materiales antichispa y una puesta a tierra para conectar al tanque móvil cada vez que se realice una maniobra de carga o descarga.

Bombeo

Este sector cuenta con dos bombas accionadas a través de motores eléctricos antiexplosivos, permitiendo que se efectúen las siguientes tres operaciones:

1. Descarga de tanque móvil a tanques fijos con Bomba 1 y/o Bomba 2.

Para esta operación se aprovecha la mayor presión de vapor dentro del tanque móvil para impulsar el líquido hacia los tanques fijos, sin necesidad de poner en marcha el sistema de bombeo. El producto llega a este sector por la línea de entrada de líquido, que posee una válvula de alivio hidrostático. Una vez que las presiones de las masas gaseosas del tanque móvil y de los tanques fijos se equilibren, el producto se impulsa a través de la línea de salida hacia los tanques fijos, habilitando cualquiera de las dos bombas con la que se quiera realizar la operación. Las bombas se montan sobre bases diseñadas a tal efecto, y poseen un *manifold* de entrada y salida. En la entrada se cuenta con válvulas de bloqueo esféricas, manómetros montados sobre válvulas de bloqueo y purga, y válvulas de exceso de flujo. En la salida se cuenta con válvulas de alivio y válvulas de bloqueo esféricas.

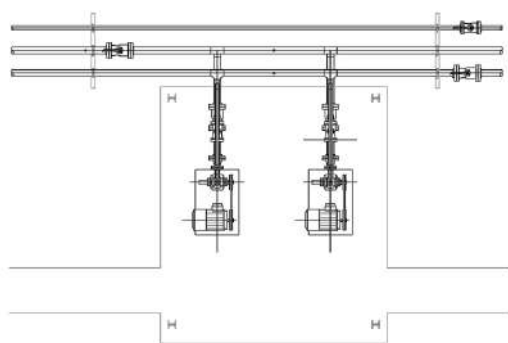
2. Trasvase de un tanque fijo a otro con Bomba 1 y/o Bomba 2.

Esta operación, tiene como objetivo vaciar alguno de los tanques fijos cuando sea necesario. Para ello se toma el producto de cualquier tanque por la línea de aspiración con la Bomba 1 o la Bomba 2, y se impulsa hacia el otro tanque por medio de cualquiera de estas empleando la línea de entrada.

3. Llenado de tanque móvil desde tanques fijos con Bomba 1 y/o Bomba 2.

Para realizar esta operación, en primer lugar se deben equilibrar presiones entre el tanque móvil a cargarse y el tanque fijo a través de la línea de vapor. Luego de aspirar el líquido con la Bomba 1 o la Bomba 2 desde cualquiera de los tanques por la línea correspondiente, se impulsa el mismo hacia el tanque móvil por medio de un tramo de cañería que va hacia el sector del descargadero.

El sistema eléctrico de arranque y protección de los motores se encuentra en el tablero principal en la casilla, quedando únicamente en el sector de bombas los pulsadores de arranque y parada. En la Figura 15, se presenta un detalle del sector de bombas.



(a) Vista superior.



(b) Registro fotográfico.

Figura 15. Detalle del sector de bombas.

Almacenamiento

En este sector se instalan los tanques de almacenamiento. Los mismos están montados sobre bases diseñadas para tal fin, y poseen los elementos necesarios para sus eventuales controles, tanto externos como internos. En la Figura 16 se presenta un detalle del sector de tanques.

Los tanques están equipados con controles fijos de nivel, controles rotativos de nivel, manómetros montados sobre válvulas de bloqueo y purga, válvulas de exceso de flujo, termómetros, y válvulas de alivio por sobrepresión montadas sobre soportes múltiples reglamentarios. Para el ingreso a los mismos, en caso de ser necesario, se construyen pasarelas con acceso desde el terreno por medio de escaleras del tipo marinera con guarda hombres.

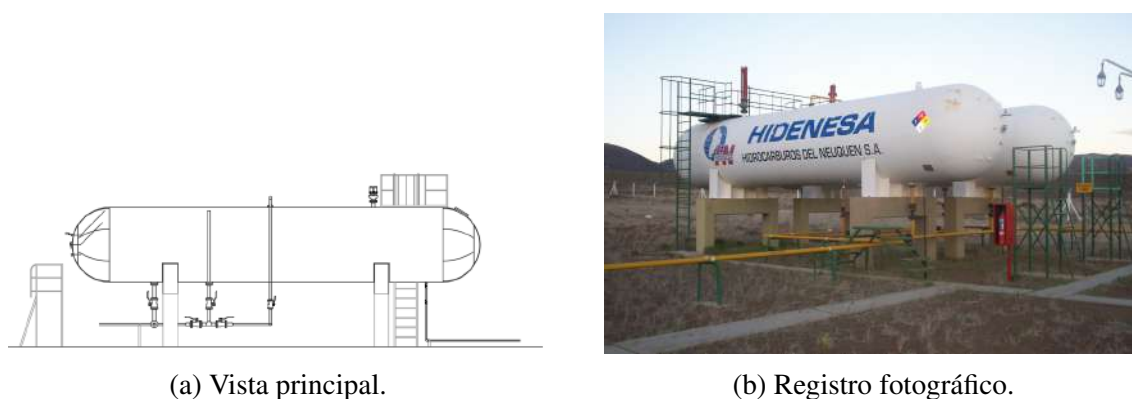


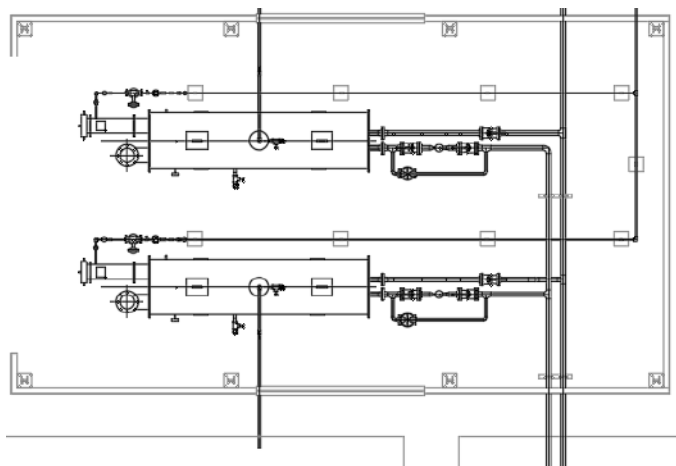
Figura 16. Detalle del sector de tanques.

Vaporización

En este sector se realiza la vaporización para satisfacer la demanda cuando se requiera, en la cual se utiliza para el pasaje de líquido a vapor energía extra, suministrada por un calentador directo o indirecto. En el vaporizador de tipo directo, el fluido se vaporiza por contacto directo con la fuente de calor. En cambio en el de calentamiento indirecto, el calor necesario es aportado por un fluido intermediario, normalmente agua, en la cual se encuentra sumergido el serpentín por el que circula el producto a vaporizar. En la Figura 17 se presenta un detalle del sector de vaporización con vaporizadores de tipo indirecto.

Cuando baja la presión del gas, se habilitan los pasos de líquido por los vaporizadores, generando más gas y aumentando la presión. En caso de producirse un excedente de propano gaseoso, el mismo volverá al tanque remontando la línea de vapor correspondiente. El control posee un sistema de corte de seguridad mediante una termocupla que corta el paso de gas en caso de que se detecte la falta de llama piloto en los quemadores.

La rama que alimenta a los quemadores de los vaporizadores y de la chimenea de quemado nace aguas abajo del sector de regulación y medición. Al llegar a cada quemador, se cuenta con un bloqueo, un filtro tipo “Y”, una trampa de líquidos, una válvula para



(a) Vista superior.



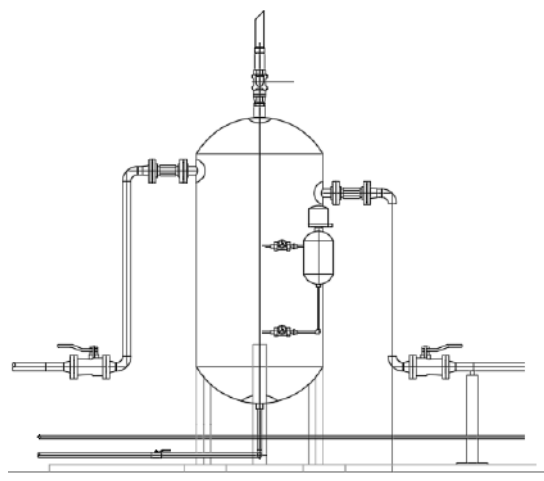
(b) Registro fotográfico.

Figura 17. Detalle del sector de vaporización.

manómetro con purga, válvula de seguridad por bloqueo neumática con termocupla de seguridad, válvula termorreguladora y válvula esférica final para regular el tamaño de la llama principal.

Separación de líquidos y chimenea de quemado

Las líneas de propano gaseoso que circulan en dirección al sistema de regulación previamente deben pasar a través del separador de líquidos para retener eventuales condensaciones que puedan producirse. En la Figura 18 se presenta un detalle del sector de separación.



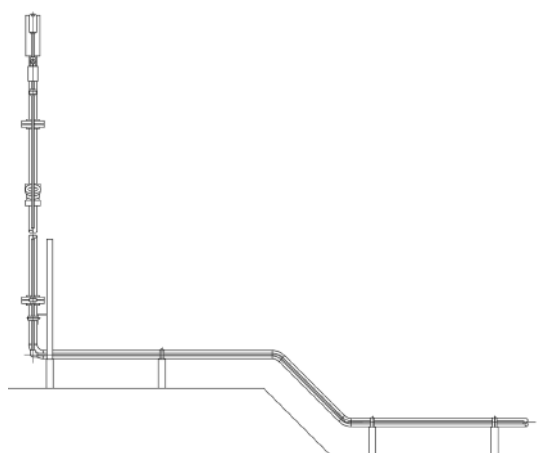
(a) Vista principal.



(b) Registro fotográfico.

Figura 18. Detalle del sector de separación.

Este sector, posee un visor de nivel de líquidos y un control de nivel automático. También cuenta con una salida a la chimenea de quemado, y un drenaje en la parte inferior para purga de aceites y elementos pesados. Como dispositivos de seguridad y control se tienen válvulas de alivio por venteo, un manómetro montado sobre una válvula de bloqueo y purga, y una válvula de exceso de flujo. Este sistema contempla un *by pass* para maniobras de emergencia (por ejemplo, cuando se excede el nivel de líquido).



(a) Vista principal.



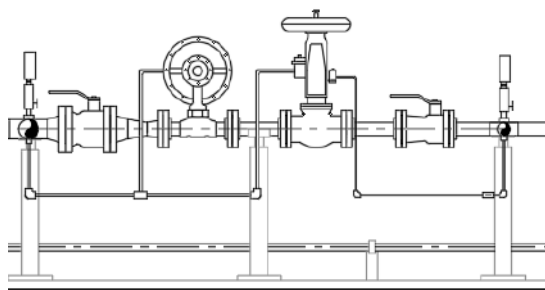
(b) Registro fotográfico.

Figura 19. Detalle de chimenea de quemado.

En la Figura 19 se presenta un detalle de la chimenea de quemado. La misma posee un sistema de encendido de llama piloto a distancia. Una vez que este se encuentra encendido, se habilitan las válvulas esféricas que permiten la circulación del gas a quemar, el cual proviene usualmente de las mangueras. También, se puede usar para vaciar el separador, y en un caso extremo o emergencia, se puede usar para vaciar los tanques de almacenamiento.

Regulación

El puente de regulación consta de dos ramas en paralelo. Cada una posee: una válvula de bloqueo manual, una válvula de bloqueo por sobrepresión con rearme manual, una válvula reguladora de presión, y por último una válvula de bloqueo manual. Además, se instalan dos manómetros, uno aguas arriba de la regulación y otro aguas abajo, ambos montados sobre una válvula de bloqueo y purga, y válvulas de exceso de flujo. Las dos ramas están habilitadas para trabajar simultáneamente, pero por lo general solo una está en funcionamiento continuo. En la Figura 20 se muestra un detalle del sector de regulación.



(a) Vista principal.



(b) Registro fotográfico.

Figura 20. Detalle del sector de regulación.

Medición

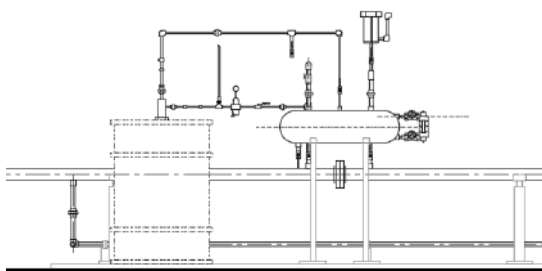
La rama que cuenta con el sistema de medición posee: una válvula de bloqueo para la entrada, un filtro tipo FM, un medidor tipo turbina, y una válvula de bloqueo para la salida. Además, se cuenta con una rama que funciona como *by pass* y que posee dos válvulas de bloqueo, con el fin de permitir la colocación de una placa ciega. En la Figura 21 se presenta un detalle del sector de medición.



Figura 21. Detalle del sector de medición.

Odorización

A la salida del puente de medición, se ubica un odorizador completo del tipo por arrastre, para lo cual se instala en la línea una placa orificio, y las correspondientes tomas aguas arriba y aguas abajo de la misma. En la Figura 22 se muestra un detalle del sector de odorización.



(a) Vista principal.



(b) Registro fotográfico.

Figura 22. Detalle del sector de odorización.

Finalmente, el GLP regulado, filtrado y odorizado, es enviado hacia la red de distribución local, la cual se extiende dentro del ejido municipal, llegando de esta forma a cada una de las bocas de suministro.

6.4. Definición del Alcance y Objetivos del SGM

En esta etapa, y en base al desarrollo alcanzado en las etapas anteriores, se enfocó la atención en cómo la organización lleva a la práctica las tareas asociadas a la gestión del mantenimiento.

En un primer análisis, se pudo advertir que el tipo de mantenimiento ejecutado, con mayor frecuencia, es de carácter correctivo. Se detectó que no se realizaban adecuadamente los registros de las tareas ejecutadas, omitiéndose información valiosa para dar seguimiento a las mismas. Específicamente, se observó que la organización no contaba con ningún tipo de procedimiento para realizar tareas de mantenimiento. Dada esta situación, al momento de registrarse una falla, el personal de planta se limitaba a realizar operaciones del tipo correctivo basadas en su experiencia, limitándose solo a dar un aviso de las novedades diarias. En los casos en que no se podía dar respuesta con el personal propio de la empresa, se optaba por la contratación de proveedores externos, formalizando el trabajo a través de órdenes de compra sin registrar adecuadamente las tareas desarrolladas.

Una vez tomado conocimiento sobre la gestión de las tareas de mantenimiento, se hizo evidente la necesidad de adecuar las prácticas de la organización tendientes a mejorar la confiabilidad de las plantas. Con este fin, se mantuvieron diversas reuniones con la gerencia general de la organización, la gerencia técnica y el supervisor de mantenimiento. En dichas reuniones, se acordó la necesidad de realizar un cambio de paradigma en la política de gestión de mantenimiento, en pos de mejorar la disponibilidad de los equipos y la calidad del servicio. La decisión tomada en conjunto, fue la de migrar a una política de mantenimiento preventivo programado.

Esta decisión se planteó en base a lo recomendado por la Norma [ISO 55002 \(2015\)](#), en cuanto a los beneficios de desarrollar un primer plan de gestión provisorio, que ayude a la organización a comprender las fortalezas y debilidades actuales, e identifique las prioridades en el desarrollo de planes futuros, optimizando los recursos implementados que aporten valor al sistema de gestión. En cuanto a la definición del alcance del SGM, se incluyeron dentro del mismo las seis plantas de almacenamiento y distribución de GLP y la flota vehicular perteneciente a la organización.

En función de lo expuesto, se definieron los siguientes objetivos de la gestión del mantenimiento:

- Aumento del nivel de servicio, disminución de paradas no programadas.
- Aumento de la disponibilidad de los activos.
- Aumento de la confiabilidad de los activos.
- Mejora de la condición y el desempeño de los activos.
- Reducción de incidentes de seguridad relacionados a fallas de activos.
- Reducción del impacto ambiental.

Cabe destacar, que no se incluyeron objetivos relacionados con los costos ni la rentabilidad, debido a que desde un primer momento se definió que no se abordarían aspectos económicos en el desarrollo del proyecto. Se pretende en primera instancia que los objetivos planteados estén alineados con los objetivos de la organización.

Con el objetivo de evaluar el desempeño del SGM, se seleccionaron los siguientes indicadores de desempeño:

1. Tiempo medio para la falla (MTTF).
2. Tiempo medio entre fallas (MTBF).
3. Tiempo total medio de reparación (MTTR).
4. Disponibilidad (A_0).

Estos indicadores se seleccionaron debido a: su sencillez de cálculo a partir de la información registrada, la representatividad de la información que brindan (aún cuando no se cuenta con gran cantidad de datos históricos), y la capacidad de reflejar el tipo servicio que está prestando el equipo bajo estudio. A partir de la evaluación de estos indicadores, se podrá establecer que tan cerca o lejos se encuentra el desempeño del SGM, conforme a lo que haya sido planificado para el mismo.

6.5. Identificación de Activos

A partir de los lineamientos dados por la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#), para la caracterización e identificación de equipos, y sumado a la identificación interna por parte de la organización, se buscó generar una combinación que sea lo más cercana posible a la cultura organizacional, pero que a su vez permita la posibilidad de intercambiabilidad de datos.

De esta forma, se desarrolló un sistema de identificación (TAG), que incluye cierta información de cada ítem de forma tal que permite individualizar el equipo dentro de la planta a la que pertenece. La norma también plantea en su desarrollo nueve niveles taxonómicos ordenados por jerarquía, donde los cinco primeros hacen referencia a la aplicación de la industria y las plantas, y el resto se relacionan con los equipos y sus características. A su vez, establece que el número de niveles de subdivisión, para la recolección de datos, depende de la complejidad del equipo y el uso que se dará a los registros. En este sentido, se planteó para este proyecto un TAG que consta de cuatro niveles principales.

El primer bloque identifica la planta a la que pertenece el equipo. En este caso se utilizó una identificación de 3 (tres) letras, según sea la localidad donde se encuentra ubicada. La codificación adoptada se muestra en la [Tabla 1](#).

Tabla 1. Primer nivel del TAG.

PLANTA	
Nombre	Codificación
ALUMINÉ	ALM
BAJADA DEL AGRIO	BDA
CAVIAHUE	CAV
LAS COLORADAS	LCO
LONCOPUÉ	LCP
VILLA PEHUENIA	VPH

El segundo bloque, indica el sector dentro de la planta al que pertenece el equipo. Para esta identificación, se adoptó una codificación alfabética, según se indica en la [Tabla 2](#).

Tabla 2. Segundo nivel del TAG.

SECTOR	
Nombre	Codificación
DESCARGADERO	D
SALA DE BOMBEO	B
ALMACENAMIENTO	T
VAPORIZACIÓN	V
SEPARACIÓN	S
QUEMADO	Q
REGULACIÓN	R
MEDICIÓN	M
ODORIZACIÓN	O
SUMINISTRO	SU
ILUMINACIÓN	I

Mientras que, el tercer bloque, hace referencia a la unidad operativa dentro de cada sector. En este caso se adoptó una codificación alfanumérica, para hacer referencia a la unidad operativa en la que se encuentra instalado el equipo al que se hace referencia. Esto es necesario ya que a partir de este punto, es preciso distinguir posibles desdoblamientos de unidades operativas, que necesariamente se deben particularizar de forma independiente (ver Tabla 3).

Tabla 3. Tercer nivel del TAG.

UNIDAD OPERATIVA	
Nombre	Codificación
LÍNEA LÍQUIDO	LLQ XX
LÍNEA VAPOR	LV XX
MANGUERAS	MNG XX
BOMBA	BMB XX
COMPRESOR GLP	CMV XX
COMPRESOR AIRE	CMA XX
TANQUE	TNQ XX
VAPORIZADOR	VAP XX
CALENTADOR	CTD XX
SEPARADOR	SEP XX
CHIMENEA QUEMADO	CHQ XX
PUENTE REGULACIÓN	PRG XX
MEDICIÓN	MED XX
ODORIZACIÓN	ODR XX
SALIDA	SLD XX
SUMINISTRO GAS INTERNO	SGI XX
SUMINISTRO GAS A EQUIPO	SG XX
ILUMINACIÓN PERIMETRAL	IPE XX
ILUMINACIÓN CIRCULACIÓN	ICI XX
ILUMINACIÓN POR SECTOR	IPS XX
EXTINTORES	EXT

El cuarto bloque hace referencia al equipo físico en sí mismo. A tal fin se adopta una codificación alfanumérica que permite identificar e individualizar equipos de iguales características, instalados dentro de los mismos sectores de la planta (ver Tabla 4).

Por último, en los equipos que presentan mayor complejidad, se define un quinto nivel taxonómico para describir las piezas que los componen. En el Anexo A se presenta, a modo de ejemplo, el tagueo de la planta de Bajada del Agrio.

Tabla 4. Cuarto nivel del TAG.

COMPONENTE			
Nombre	Codificación	Nombre	Codificación
MANGUERA 1 1/2 PULG	MGU XX	BOMBA CENTRÍFUGA P/AGUA	BCA XX
MANGUERA 2 PULG	MGD XX	SEPARADOR DE LÍQUIDOS	VESE XX
TERMINALES PARA MANGUERA	A XX	VÁLVULA SOLENOIDE	VS XX
CONEXIÓN RÁPIDA	N XX	VÁLVULA DE RETENCIÓN	FXV XX
ROBINETE DE PURGA	RB XX	VISOR DE NIVEL	LG XX
VÁLVULA ESFÉRICA BRIDADA	HCV XX-1	CONTROL AUTOMÁTICO DE NIVEL	LC XX
VÁLVULA ESFÉRICA ROSCADA	HCV XX-2	FILTRO	Y XX
VÁLVULA GLOBO	HCVO XX	SEPARADOR VERTICAL	SV XX
VÁLVULA ESFÉRICA 3 VIAS	HCT XX	VÁLVULA DE BLOQUEO NEUMÁTICO	VBN XX
VÁLVULA AGUJA	HCA XX	VÁLVULA TERMOREGULADORA	TCV XX
VÁLVULA DE SEGURIDAD EXTERIOR	PSV XX -1	PRESOSTATO	PS XX
VÁLVULA BY-PASS	PSV XX -2	PRESOSTATO DE BAJA PRESIÓN	PSL XX
VÁLVULA DE ALIVIO POR VENDEO	PSV XX-3	PRESOSTATO DE ALTA PRESIÓN	PSH XX
SOPORTE MÚLTIPLE DE SEGURIDAD	SVM XX	RACORD	RAC XX
VÁLVULA EXCESO DE FLUJO	FSH XX	CHISPERO P/ CHIMENEA	CHI XX
MANIFOLD DE PURGA Y BLOQUEO	HO XX	QUEMADOR CHIMENEA	QCH XX
MANÓMETRO	PI XX	VÁLVULA DE REGULACIÓN	PCV XX
MOTOR ELÉCTRICO	EM XX	REGULADOR	REG XX
BOMBA P/GLP	PU XX	ENDEREZADOR DE VENA	FX XX
COMPRESOR VAPOR GLP	CORE XX	MEDIDOR	FQ XX
ACUMULADOR VAPOR GLP	ACM XX	ODORIZADOR	OD XX
TANQUE GLP	TK XX	CAP DE ODORIZANTE XX LTS	CAP XX
INDICADOR DE NIVEL ROTATIVO	LIR XX	FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO	YCA XX
INDICADOR DE NIVEL FIJO	LIF XX	ÁNODO DE SACRIFICIO	ANS XX
TERMÓMETRO	TI XX	COLUMNA PERIMETRAL	CIP XX
MEDIDOR DE NIVEL FLOTANTE	LIFL XX	COLUMNA CIRCULACIÓN	CIC XX
ACTUADOR ELÉCTRICO	ACE XX	COLUMNA POR SECTOR	CIS XX
ACTUADOR NEUMÁTICO	ACN XX	TORTUGA	TOR XX
COMPRESOR DE AIRE	CMA XX	REFLECTOR	REF XX
VAPORIZADOR TIPO INDIRECTO	HEST XX	EXT. POLVO SECO 10 KG	PSD XX
VAPORIZADOR TIPO DIRECTO	HBDF XX	EXT. POLVO SECO 70 KG	PSS XX
QUEMADOR VAPORIZADOR	QVP XX	EXT. CO2 7 KG	CO XX

Cabe destacar que debido a que no se realizan intercambios ni movimientos de equipos entre plantas, se definió en forma conjunta con el gerente técnico que el número de identificación único de cada equipo debe coincidir con el TAG asignado, de esta forma se pretende evitar la complejidad al momento de individualizar los distintos equipos.

Dado que la Norma ISO 14224 (2016) no presenta un criterio para identificar los vehículos, y debido a que estos no cumplen con los niveles taxonómicos propuestos por dicho marco normativo, se definió un sistema propio para la identificación de la flota vehicular de la organización.

El primer nivel de identificación corresponde al tipo de flota, según el siguiente detalle: Liviana (L), Pesada (P) o Maquinaria (M). Luego, dado que gran parte de la flota vehicular se encuentra asociada a una planta o locación en particular, se propone identificar en el segundo nivel la locación en la que prestan servicio, y en caso de que la flota se utilice en diferentes plantas o localidades, se propone realizar una referencia a la base donde han sido asignadas. Como último nivel, para individualizar cada equipo, se propone utilizar el código alfanumérico correspondiente a la patente de los mismos.

6.6. Análisis de Riesgo

En esta etapa se realizó un análisis de riesgos según lo propuesto por la Norma [ISO 55000 \(2015\)](#), con el objetivo de determinar los riesgos y oportunidades que necesitan ser tratados para asegurar que el SGM pueda alcanzar los resultados propuestos, y prevenir o reducir efectos no deseados.

Específicamente, para el desarrollo del análisis de riesgos, se siguieron los lineamientos propuestos por la Norma [ISO 31000 \(2018\)](#). El análisis contempla una evaluación de los riesgos asociados a fallas de los activos, para establecer un criterio de criticidad en relación a: seguridad, calidad de servicio, mantenibilidad y medio ambiente. De esta forma, se pretende tomar conocimiento de cuáles son los equipos que representan mayor riesgo y requieren de mayor atención a la hora de pensar en el SGM.

Como se mencionó en el Marco Teórico de este trabajo, se pretende, a partir de la identificación del riesgo, reconocer y describir los riesgos que pueden impedir o ayudar a una organización a alcanzar sus objetivos. En este caso, los objetivos de la organización en cuanto a la gestión de mantenimiento, se relacionan con los criterios establecidos para analizar la criticidad de los activos. De esta forma, se evaluó el riesgo que presentan las fallas de activos haciéndose foco en los cuatro atributos antes mencionados, o bien, el riesgo que presentan en cuanto a los objetivos propuestos para la gestión de mantenimiento.

Las técnicas de evaluación de riesgo se describen en la Norma [ISO 31010 \(2015\)](#), proporcionándose directrices para la selección y aplicación de las mismas. Para este caso en particular, se eligieron cuatro herramientas/técnicas para realizar el proceso de evaluación de riesgo. Las mismas se seleccionaron en función de: el contexto de la organización, los objetivos planteados en referencia a la gestión de mantenimiento, y las características

intrínsecas de las propias herramientas/técnicas.

Para realizar el proceso de evaluación, en primera instancia, se utilizaron tres herramientas que permiten realizar una identificación de riesgo, las cuales son:

- Análisis preliminar de peligros (PHA).
- Análisis de escenarios.
- Análisis de modo de falla y efectos (FMEA).

De esta forma, se requirió la colaboración de personal experimentado en las áreas de seguridad, operación y mantenimiento para realizar una lista de posibles fallas asociadas a cada unidad operativa, considerando tanto fallas individuales, como combinaciones de fallas y fallas en cadena. En esta etapa cobró real importancia la experiencia del personal en relación a la operación de este tipo de plantas.

Además, para evaluar los riesgos a la seguridad física, se intentó establecer algún tipo de patrón recurrente en relación a eventuales accidentes durante la operación. Para esto, se analizaron los registros de accidentes laborales, con el objetivo de tomar en consideración estos datos al momento de hacer la ponderación.

Complementariamente, se utilizó la matriz de consecuencia/probabilidad que permite realizar una evaluación cuantitativa del riesgo (nivel). Para realizarla, previamente se debe definir un criterio de severidad para la ocurrencia de eventos, determinándose una valoración de las consecuencias, y un criterio de probabilidad de ocurrencia de los mismos.

Para definir un criterio de severidad de ocurrencia de eventos, se establecieron cuatro atributos considerando los pilares fundamentales dentro de la operación de este tipo de plantas. Específicamente, se evalúa el impacto que tendría la ocurrencia de cada una de las fallas en relación a estos atributos, los cuales se definen a continuación:

- Seguridad Física (SF): se relaciona con la seguridad referente a lesiones físicas, tanto del personal operativo y de mantenimiento en la planta, como de público en general, por la ocurrencia de fallas en activos de la planta.
 - Calidad de Servicio (CS): este atributo se relaciona al impacto que puede tener el suceso de una falla, respecto al servicio esperado de una planta de almacenamiento
-

y distribución de GLP. Es decir, la continuidad del suministro de GLP en la red local.

- **Mantenibilidad (M):** está relacionada con la factibilidad o dificultad que implicaría enmendar la ocurrencia de una falla, para poner nuevamente en funcionamiento al equipo. Principalmente se basa en tiempos y/o costos de reparación.
- **Medio Ambiente (MA):** asociado al daño ambiental por derrames y/o emisiones que se producirían por la falla o combinación de fallas de activos.

Para cada uno de los atributos, se establecen tres niveles de severidad, y a cada nivel le corresponde un puntaje (1, 5 o 10). En la Tabla 5 se puede observar cómo se definen los criterios de severidad de cada uno de los atributos, y el puntaje correspondiente. Para cada una de las fallas listadas en la etapa de identificación de riesgos, se realizó un análisis, para definir el puntaje correspondiente, a partir de la colaboración de cada uno de los especialistas en las áreas de seguridad e higiene, operación y mantenimiento.

Tabla 5. Criterios de severidad.

SEVERIDAD		
Atributo	Criterio de evaluación	Puntaje
Seguridad Física (SF)	Amputaciones y/o fatalidades; enfermedades profesionales con secuelas irreversibles	10
	Lesiones con tiempo perdido; enfermedades profesionales reversibles	5
	Lesiones leves (con o sin primeros auxilios)	1
Calidad de Servicio (CS)	Unidades sin reserva, con gran afectación al suministro	10
	Equipo con reserva, no afecta al suministro de forma total	5
	La falla del equipo no tiene ningún efecto sobre el suministro	1
Mantenibilidad (M)	La puesta en funcionamiento del equipo lleva más de 24 horas / Alto costo	10
	La puesta en funcionamiento del equipo lleva más de 8 horas / Costo medio	5
	La puesta en funcionamiento del equipo menor de 8 horas/ El equipo puede dejarse sin reparar hasta que surja una mejor oportunidad/ Bajo costo	1
Medio Ambiente (MA)	Daño ambiental más 10 m ³ / Emisión de GAS o GLP fuera del sitio / Derrame material no tóxico fuera del sitio	10
	Posible daño ambiental crónico dentro de los límites del sitio / Emisiones de material no tóxico / Descarga de materiales tóxicos	5
	Daño ambiental menor o a corto plazo / Dentro de los límites del sitio, emisión dentro de los límites permitidos menor de material no tóxico	1

Luego, en función de la sumatoria del puntaje total que se asigna a la ocurrencia de cada falla, se estableció un valor de consecuencia, que varía desde I hasta IV, y se define como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Valoración de la consecuencia.

VALORACIÓN DE LA CONSECUENCIA	
Puntaje total	Nivel de consecuencia
1 - 12	I
13 - 21	II
22 - 29	III
30 - 40	IV

En el mismo sentido, para definir un criterio de probabilidad de ocurrencia de fallas se establecieron cinco niveles de probabilidad. Los cuáles varían de I a V, y dependen de la posibilidad de ocurrencia de las fallas. En la Tabla 7 se puede ver la descripción de los niveles de probabilidad y su valoración. Para cada una de las fallas listadas en la etapa de identificación de riesgos, de igual manera que para la definición del puntaje en los atributos de severidad, se realizó un análisis en conjunto con el personal competente en diferentes áreas de la organización para definir el nivel de probabilidad de ocurrencia.

Tabla 7. Valoración de la probabilidad.

Valoración de la probabilidad		
Descripción	Probabilidad	Valoración de probabilidad
La situación podría ocurrir muy rara vez, se puede imaginar su ocurrencia pero es improbable	Remoto	I
El evento podría ocurrir, pero no es esperable que suceda	Poco probable	II
El evento que ocasiona la consecuencia podría ocurrir en alguna ocasión. Existe una posibilidad razonable de que ocurra	Posible	III
La situación o evento que ocasiona la consecuencia ocurre en muchos de los casos	Probable	IV
El evento se espera que ocurra en la mayoría de las ocasiones, es decir, casi siempre	Muy probable	V

Una vez establecidos los criterios para realizar la valoración de la consecuencia y la probabilidad de ocurrencia de fallas, se definió la matriz de consecuencia/probabilidad. En esta se colocó en el eje vertical la valoración de la probabilidad, con sus cinco posibles niveles, y en el eje horizontal se colocó la valoración de la consecuencia, con sus respectivos cuatro niveles.

De esta forma, a la hora de analizar el valor de riesgo de una falla, se ingresa el valor de consecuencia, lo que corresponde a una columna, y al cruzar esta con la fila correspondiente al valor de probabilidad (el proceso también puede realizarse de manera inversa), se obtiene el valor del riesgo que supone la ocurrencia de la falla en cuestión. Para definir estos valores, se utilizó simplemente el resultado del producto entre el valor de consecuencia y el valor de probabilidad. Como resultado, los valores que puede tomar el nivel de riesgo se ubican entre 1 y 20.

Una vez conocidos los valores que pueden tomar las distintas combinaciones de consecuencia/probabilidad, en conjunto con el personal experimentado en las áreas de seguridad e higiene, operación y mantenimiento, se establecieron cinco niveles de riesgo (los cuáles se pueden observar en la matriz de consecuencia/probabilidad de la Tabla 8).

Tabla 8. Matriz de consecuencia/probabilidad.

		VALORACIÓN DE LA CONSECUENCIA			
		I	II	III	IV
VALORACIÓN DE LA PROBABILIDAD	I	1	2	3	4
	II	2	4	6	8
	III	3	6	9	12
	IV	4	8	12	16
	V	5	10	15	20

Como se puede observar, los niveles de riesgo definidos se identifican con distintos colores y representan un valor o bien un rango de valores, a saber:

- Color blanco (valor 1), representa un riesgo mínimo y aceptable.
- Color verde (valores 2 y 3), representa un nivel de riesgo bajo, que debe tratarse, pero no requiere atención urgente.

- Color amarillo (valores desde 4 hasta 9), representa un nivel de riesgo medio, que requiere atención a la hora de planificarse el mantenimiento.
- Color rojo (valores desde 10 hasta 16), representa un nivel de riesgo alto, que requiere atención inmediata, y no es recomendable continuar la operación del equipo sobre el cual podría actuar la falla en cuestión.
- Color negro (valores desde 17 hasta 20), que representa un nivel de riesgo extremo, requiriendo atención de manera inmediata. En este último caso, debería detenerse la operación del equipo sobre el que se está analizando la posible falla, para poder actuar sobre el mismo y disminuir el riesgo de ocurrencia.

Una vez definidos los criterios de valoración de consecuencia y probabilidad, como así también la matriz respectiva, se evaluó el riesgo de ocurrencia de cada una de las fallas definidas en la etapa de identificación de riesgos. En la Figura 23 se puede observar un fragmento del análisis realizado para algunas fallas. En el Anexo B se presenta en análisis completo.

Sector	Unidad operativa	Fallas asociadas	Consecuencias/Riesgos	Severidad del riesgo					Calificación del riesgo		
				SF	CS	M	MA	Total	Consecuencia	Probabilidad	Valoración
Vaporización	Suministro	Falla filtro	Interrupción de proceso	1	5	1	1	8	1	4	4
		Falla válvula seguridad por bloqueo	Interrupción de proceso	1	5	5	1	12	1	3	3
		Falla válvula termostática	Interrupción de proceso/Exceso de temperatura GLP	10	5	5	1	21	2	2	4
		Falla piloto	Interrupción de proceso	1	5	5	1	12	1	4	4
		Falla quemador	Interrupción de proceso	1	5	5	1	12	1	4	4
		Falla regulador	Interrupción de proceso	1	5	5	1	12	1	3	3
	Vaporizador tipo indirecto	Fuga GLP exterior	Riesgo de salud/Contaminación/Explosión/Incendio	10	10	5	5	30	4	3	12
		Fuga GLP interna	Riesgo de salud/Contaminación/Explosión	10	10	10	5	35	4	3	12
		Fuga agua	Problema de proceso/Riesgo de salud	5	5	10	1	21	2	2	4
		Serpentín tapado (corrosión o sarro)	Problema de proceso	1	5	10	1	17	2	3	6
		Pinchadura de carcasa	Problema de proceso	5	5	5	1	16	2	2	4
		Degradación serpentín aire caliente	Problema de proceso	1	5	10	1	17	2	1	2
Vaporización	Falla puesta a tierra	Falla purga	Problema de proceso	1	1	5	1	8	2	1	2
		Combinación con otra falla generando riesgo mayor		10	10	5	10	35	4	2	8
		Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Explosión/Incendio	10	10	10	5	35	4	3	12
		Falla flotante	Problema de proceso	1	5	5	1	12	1	3	3

Figura 23. Fragmento del análisis de riesgos realizado en el proyecto.

Una vez obtenido el nivel de riesgo que representa cada una de las fallas para lograr una operación segura, de calidad y con mínimo impacto ambiental, se realizó una jerarquización de las mismas. Esto tiene como finalidad identificar cuáles son las fallas más propensas a suceder y generar un impacto negativo sobre los objetivos del SGM.

Por otro lado, con el mismo nivel de atención, se analizaron los casos donde, si bien el valor de riesgo obtenido no resultó elevado, las consecuencias de la ocurrencia de este tipo de fallas serían muy graves o inadmisibles. La finalidad de dicho análisis fue no perder de vista la posible gravedad de un incidente, a pesar de la baja probabilidad de ocurrencia.

Luego, para las posibles fallas con riesgos medios o bajos, la forma en que se trata el riesgo es la misma, es decir, a través de la planificación de tareas de mantenimiento adecuadas, pero sin la urgencia o el nivel de complejidad que requieren las fallas con mayor riesgo asociado.

6.7. Elaboración del Plan de Mantenimiento

De acuerdo a lo señalado con anterioridad, y habiendo tenido presente la política de gestión de mantenimiento de la organización, en forma conjunta se acordaron los contenidos y alcances del plan de mantenimiento para las plantas de GLP.

Dicho plan está constituido por fichas técnicas, rutinas de mantenimiento, hojas de vida, *check-lists*, cronogramas de rutinas, flujogramas de mantenimiento y recomendaciones generales para la realización de tareas de mantenimiento, cuyos detalles se presentan a continuación. En el Anexo C se presentan a modo de ejemplo los documentos mencionados.

6.7.1. Fichas técnicas

Se realizó en primer lugar un modelo de ficha técnica, donde se buscó incluir todas las características y datos técnicos que plantea la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#), de modo tal que pueda utilizarse para todos los equipos presentes en las plantas. De esta forma, una vez definida una plantilla general, se realizó una ficha técnica para cada uno de los componentes de las plantas bajo estudio. En la Tabla 9 se muestra la Ficha Técnica tipo correspondiente a una bomba centrífuga perteneciente a la planta de Las Coloradas.

Tabla 9. Ficha Técnica bomba centrífuga multietapa planta Las Coloradas.

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPO	Revisión N°: 1 Fecha: 23/09/19
DATOS GENERALES			
EQUIPO: BOMBA CENTRÍFUGA MARCA: BOMBADUR MODELO: ZM5 N° DE IDENTIFICACIÓN: LCO-B-BMB01-PU01 N° DE TAG A LA FECHA: LCO-B-BMB01-PU01 HOJA DE VIDA N°: HV-LCO-B-BMB01-PU01 CATÁLOGO N°: CAT-0005			
BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO			
BOMBA CENTRÍFUGA DE 3 ETAPAS PARA GLP DE 30000 LTS/H CONECTADO A UN MOTOR TRIFÁSICO ASINCRÓNICO ANTIEXPLOSIVO MEDIANTE UNA LINTERNA DE FÁCIL MONTAJE, PROVISTA POR UN MANCHÓN AUTOCENTRANTE DE DISEÑO PROPIO. CUERPO, CABEZAL Y TURBINA DE FUNDICIÓN O-RINGS DE NEOPRENE CARBON. CÁPSULA DE PORTA RESORTE DE ACERO SAE 1010. RESORTE DE CÁPSULA DE ACERO AISI 416. GRIS SAE 120, ASTM 48, CLASE 30. EJE DE ACERO SAE 4140. BRIDAS DE ACERO ASTM A-352. INSERTO DE PISTA FIJA DE CARBURO DE TUNGSTENO. PISTA MÓVIL DE			
TIEMPOS DE OPERACIÓN			
INTERMITENTE <input checked="" type="checkbox"/>		JORNADA LABORAL (8 hs) <input type="checkbox"/>	CONTINUO <input type="checkbox"/>
FECHA DE FABRICACIÓN:		FECHA DE PUESTA EN MARCHA: JULIO DEL 2015	
DATOS DEL FABRICANTE Y/O REPRESENTATE			
NOMBRE: BOMBADUR		TELÉFONO: +54 11 4222-2333 11 42222333	
CIUDAD: AVELLANEDA-BUENOS AIRES-ARGENTINA		WhatsApp: +54 911-6852-3670	
CORREO ELECTRÓNICO: ventas@bombadur.com		tecnica@bombadur.com	
DATOS OPERATIVOS			
CAUDAL : 30000 LTS/H			
POTENCIA: 10 HP			
VELOCIDAD: 2900 RPM			
FLUIDO: GLP			
BRIDA DE ENTRADA: 3"			
BRIDA DE SALIDA: 2"			
ITEMS MANTENIBLES DEL EQUIPO			
CANTIDAD	ELEMENTO	CÓDIGO	
1	Acople autoalineante Bombadur ACDG		
1	Rodamiento 6306 blindado C3		
1	Rodamiento 6307 blindado C3		
5	O-rings de neoprene		
1	O-ring tapa de bomba buma		
1	O-ring tapa de caracol buma		
1	Sello mecánico		
OBSERVACIONES			

6.7.2. Rutinas de Mantenimiento e Inspección

En base al análisis de riesgo, y la jerarquización del mismo, para los distintos modos de falla identificados, se tuvo un panorama más claro y preciso de dónde se requería prestar mayor atención a la hora de realizar la planificación del mantenimiento. En este sentido, se contemplaron las distintas tareas al momento de realizar intervenciones y la periodicidad de las mismas.

Para el caso de las plantas, se buscó información en cuanto a las actividades de mantenimiento y su periodicidad recomendada según referencias normativas. En primer lugar, se utilizó como base lo propuesto por la Norma [N.A.G. 155 \(2000\)](#), que es la normativa vigente para el mantenimiento de plantas de gas licuado de petróleo. Si bien es la última norma publicada sobre el mantenimiento para este tipo de plantas, es una norma que abarca diversos temas más allá del mantenimiento, como ser: el diseño, la construcción y la operación. Pero las actividades de mantenimiento no se desarrollan en profundidad, sino que se establecen algunas tareas de inspección puntuales, que se relacionan más con el marco legal. Es por esto que, de forma complementaria, se utilizó la Norma [G.E.N°1-102 \(1981\)](#), la cual proporciona una lista pormenorizada de las actividades de mantenimiento que requiere cada uno de los equipos. A pesar de que esta norma no está vigente, dado que fue sustituida por la Norma [N.A.G. 155 \(2000\)](#), se la utilizó como referencia para obtener los datos asociados a las tareas propuestas para cada equipo, y no así la periodicidad entre intervenciones.

Luego de realizar una aproximación con respecto a las tareas generales de mantenimiento que deben llevarse a cabo, se analizaron los manuales de mantenimiento para los equipos específicos que forman parte de los activos de las plantas. Dado que la información técnica disponible era escasa, para la gran mayoría de los equipos fue necesario solicitar a proveedores y fabricantes información adicional, no solo en relación a las tareas de mantenimiento, sino también sobre datos técnicos específicos de los activos.

A partir de la información recabada, fue posible definir actividades de mantenimiento específicas para cada uno de los equipos, estableciendo la periodicidad correspondiente. Estas actividades fueron agrupadas según las plantas a las cuales pertenecían los equipos en cuestión.

Una vez definidas dichas actividades, fueron evaluadas en conjunto con el representante técnico del sector de operaciones y el supervisor de mantenimiento de la organización. Como resultado, se realizaron aportes y sugerencias referidas a las fechas y/o épocas del calendario más indicadas para realizar las tareas propuestas en el plan.

Como resultado del proceso, se definieron las listas de actividades de mantenimiento asociadas a cada uno de los equipos de las seis plantas. En la Figura 24 se presenta un fragmento del plan de mantenimiento generado para la planta de Aluminé. En el Anexo C se presenta un plan de mantenimiento completo, correspondiente a la planta de Bajada del Agrio.

		PLAN DE MANTENIMIENTO										Rev: 02
Planta: ALUMINÉ		Fecha revisión: 15/11/2019										
Equipo	Actividad	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	2 años	3 años	5 años	10 años	Observaciones
Vaporizador tipo indirecto	Llenado de agua						x					Previo puesta en marcha vaporizadores
	Pintura cuerpo							x				
	Desarme y limpieza interior									x		
	Inspección visual de carcasa, serpentín y tubo de fuego									x		
	Prueba hidráulica del serpentín										x	
	Inspección de puesta a tierra						x					
Pulmón separador	Inspección visual	x										
	Pintura							x				
	Medición de espesores										x	
	Radiografiado de soldaduras										x	
	Prueba hidráulica										x	
	Lavado e inspección interna										x	
	Inspección de puesta a tierra						x					
Chimenea quemado	Control del sistema de encendido	x										
	Prueba de funcionamiento solenoides						x					
	Control de funcionamiento reguladora										x	

Figura 24. Fragmento de plan de mantenimiento de planta Aluminé.

Complementariamente, para cada una de las plantas, se establecieron actividades rutinarias de inspección. Las mismas se definieron con el objetivo de que sean claras y sencillas de llevar a cabo. Estas actividades se componen principalmente de inspecciones visuales a ojo desnudo, con la intención de identificar anomalías en el funcionamiento de los equipos, y poder generar alertas tempranas para prever un mantenimiento preventivo antes de que se produzca una parada no programada generada por una falla.

De esta forma, se definieron para cada una de las plantas *check-lists* periódicos, que además de permitir detectar desvíos que pudieran ocurrir sobre los equipos, permiten mantener un seguimiento y control del estado general de los mismos. Para la definición de estas actividades de inspección, como así también la periodicidad, se utilizó la ponde-

ración realizada de la evaluación de riesgos, y a su vez recomendaciones de fabricantes. En la Figura 25, se muestra parte de un *check-list* diario. En el Anexo C se presentan los formularios de *check-lists* completos.

		CHECK LIST DIARIO DE MANTENIMIENTO			Fecha: 19/10/2019
PLANTA: VILLA PEHUENIA		OPERARIO:			
	ESTADO	B	R	M	OBSERVACIONES
DESCARGADERO	VÁLVULAS				
	INSTRUMENTACIÓN				
	MANGUERAS Y ACOPLÉS				
BOMBEO	VÁLVULAS				
	INSTRUMENTACIÓN				
	BOMBAS				
	COMPRESOR				
	MOTORES				
TANQUES	VÁLVULAS				
	INSTRUMENTACIÓN				
VAPORIZACIÓN	VÁLVULAS				
	INSTRUMENTACIÓN				
	LÍNEA DE GAS PARA QUEMADORES				
	VAPORIZADORES				
	NIVEL DE AGUA (VAPORIZADORES)				
	TEMPERATURA DEL AGUA (VAPORIZADORES)				
	QUEMADORES (VAPORIZADORES)				
	CALDERAS				
NIVEL DE AGUA (CALDERAS)					
SEPARADOR	BOMBAS P/CALDERAS				
	VÁLVULAS				
	INSTRUMENTACIÓN				

Figura 25. Fragmento de *check-list* diario de planta Villa Pehuenia.

Adicionalmente a los beneficios ya mencionados respecto a la utilización de *check-lists* para inspeccionar equipos de forma periódica, este tipo de inspecciones son de gran utilidad para evaluar los intervalos entre intervenciones programadas de mantenimiento, ya que a través de dichas inspecciones se puede analizar si los intervalos de tiempo adoptados son adecuados, o si hace falta realizar ajustes en los mismos. De esta forma, pueden lograrse mejoras o ajustes de los planes de mantenimiento, resultando en una mejora en el SGM, lo que está alineado con la búsqueda de la mejora continua del sistema de gestión.

Sumado a los planes de mantenimiento y las rutinas de inspección establecidas, para cada uno de los equipos se desarrolló un Procedimiento de Mantenimiento, dentro del cual se describe detalladamente los pasos a seguir para realizar las distintas intervenciones de mantenimiento a cada uno de ellos. Estos procedimientos fueron realizados a partir de las recomendaciones de fabricantes dentro de los catálogos de cada equipo, combinados con los procedimientos y actividades de mantenimiento que se llevaban a cabo por personal de planta y mantenimiento de la organización. En el Anexo C se presenta un procedimiento tipo.

Por otro lado, en el caso de los planes de mantenimiento para la flota vehicular se optó por adoptar las rutinas de mantenimiento preventivo propuestas por los fabricantes,

principalmente definidas a partir del kilometraje realizado, debido a que el servicio que brindan los vehículos no se diferencia del esperado para cada una de las unidades (ver en Anexo C. Para detectar cualquier desvío del correcto funcionamiento que pueda surgir, se desarrollaron *check-lists* semanales para cada tipo de flota (liviana, pesada y maquinaria), los cuales de igual manera que en el caso de los *check-lists* de las diferentes plantas, son inspecciones visuales sencillas, con la intención de que todo personal que deba utilizar el vehículo los pueda realizar. De esta forma también se realiza un seguimiento del tiempo de uso de los vehículos, lo que permite establecer los momentos en los que se deben realizar las tareas de mantenimiento preventivo programadas. En el Anexo C se presenta un *check-list* tipo correspondiente a la flota liviana.

6.7.3. Solicitud de servicio

Al momento de observarse algún desvío frente al funcionamiento normal de un equipo o una falla en algún componente, el personal tanto operativo como de mantenimiento debe dar aviso y solicitar las intervenciones necesarias. Esta solicitud se hace a través de un documento llamado Solicitud de servicio, el cual se muestra en el Anexo C. Si se decide darle curso a la misma, se deben programar las actividades necesarias para atender el desvío identificado, y llevar a cabo la eventual reparación necesaria.

6.7.4. Orden de trabajo

Estos documentos contienen las especificaciones del trabajo a realizar. Se genera cuando se debe realizar una intervención de mantenimiento preventivo programado, o cuando se realiza una solicitud de servicio en el momento en que se encuentra algún desvío o falla en algún componente, y se da curso a dicha solicitud. El encargado de generar la orden de trabajo es el gerente técnico de la organización. Para el desarrollo de este documento, se buscó que sea de fácil comprensión para el personal involucrado, y que permita plasmar todas las especificaciones técnicas del trabajo a realizar, sin ser demasiado extenso. En el Anexo C se muestra la plantilla para realizar Órdenes de trabajo. Cada Orden de trabajo generada, poseerá un número de identificación único, que permitirá asociarla a cada equipo a través de su Hoja de vida.

6.7.5. Informe de mantenimiento

Los Informes de mantenimiento sirven para registrar las tareas que se llevaron a cabo sobre los distintos activos. Una vez que se emite la Orden de trabajo, y se lleva a cabo la intervención de mantenimiento solicitada, se debe completar este documento. El mismo cumple con los requisitos de datos mínimos que plantea la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#). De esta forma, estos registros incluyen: la ubicación del equipo, detalles operativos de los mismos, descripciones de daños encontrados, repuestos utilizados, tiempos de reparación, información del personal afectado, entre otros. En el Anexo [C](#) se presenta la plantilla para realizar estos informes. De igual manera que para las Órdenes de trabajo, cada Informe de mantenimiento generado tendrá un número de identificación único, para asegurar su trazabilidad, permitiendo la vinculación entre registros documentales dentro del SGM.

6.7.6. Hojas de vida

Permiten mantener un registro histórico de todas las intervenciones de mantenimiento que se realizaron sobre un equipo. Es por esto que se realizó una Hoja de vida para cada uno de los equipos presentes en las distintas plantas. En cada una de ellas se presentan los datos básicos del equipo, y se deben listar todas las intervenciones de mantenimiento que se realicen sobre el mismo, referenciando la Orden de trabajo y el Informe de mantenimiento de cada una de las intervenciones. En el Anexo [C](#) se presenta la plantilla para realizar Hojas de vida.

6.8. Implementación del Sistema de Gestión

La etapa operacional del SGM elaborado en el presente proyecto, se puede explicar a través de una secuencia de procesos o pasos lógicos, que comienzan con la necesidad de una intervención de mantenimiento, y culminan con la puesta en marcha del equipo nuevamente. En la Figura [26](#) se presenta el Flujograma de Mantenimiento, el cual continúa en la Figura [27](#).

Como se mencionó, el proceso operativo comienza con la identificación de la necesidad de una intervención de mantenimiento, la cual puede surgir tanto de novedades del sector de operación, como del de mantenimiento. Esta necesidad puede estar dada por dis-

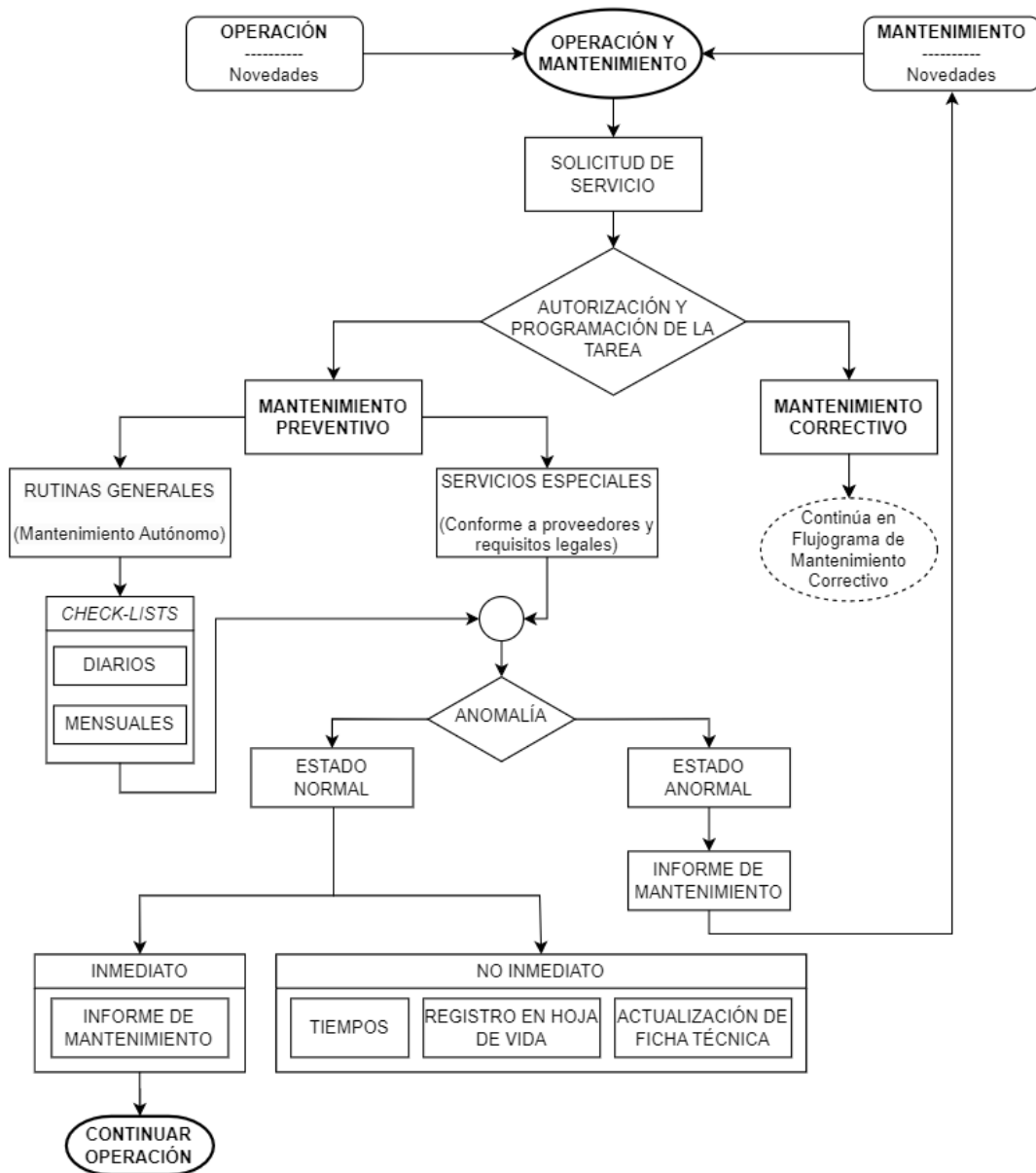


Figura 26. Flujograma de Mantenimiento.

tintos motivos, como puede ser que sea tiempo de realizar una actividad de mantenimiento (porque así lo indica el propio plan de mantenimiento), o puede surgir de la observación de algún desvío del correcto funcionamiento de un equipo o componente. En este último caso, el desvío puede ser de distintas características, ya que a partir de esta observación se puede prever que se desencadene una falla (sin que esta haya ocurrido aún) o bien puede ser efectivamente una falla que ya ocurrió. Es decir, en el primer caso, la necesidad de intervención corresponde a un mantenimiento preventivo no programado, y en el segundo, a un mantenimiento correctivo.

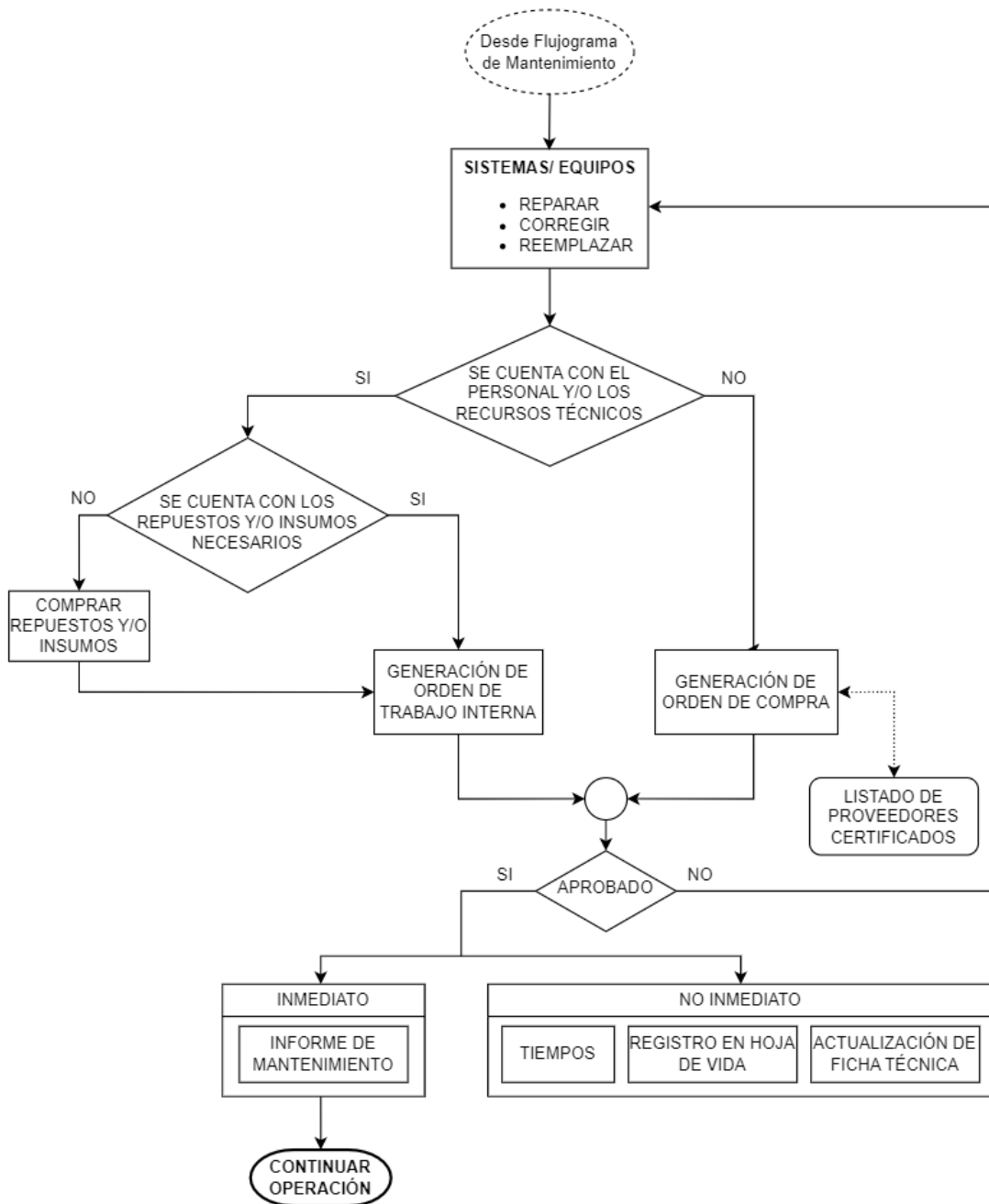


Figura 27. Flujograma de Mantenimiento Correctivo.

Cualquiera sea el caso, el paso siguiente en el flujograma operativo del SGM (Figura 26), es la autorización de dicha solicitud. Esto dependerá de diversos factores, como ser la urgencia de la reparación en relación al tiempo que resta para la próxima intervención de mantenimiento preventivo programado (en el caso que sea un desvío en el correcto funcionamiento), o la incumbencia que tenga el sector de mantenimiento con respecto a la solicitud realizada. Una vez autorizada la solicitud, debe programarse la tarea. En este

caso, los pasos a seguir difieren según la tarea corresponda a mantenimiento preventivo o a mantenimiento correctivo.

Dentro de las tareas correspondientes a mantenimiento preventivo, se pueden encontrar rutinas generales (propias del mantenimiento autónomo, como son *check-lists* diarios y/o mensuales), y también servicios especiales (los cuales se planifican conforme a proveedores y requisitos legales). En todos los casos, una vez ejecutada la tarea, es necesario evaluar si se presenta alguna anomalía. De encontrarse un estado anormal, se debe realizar un informe de mantenimiento, y elevarlo al supervisor del área. En el caso en que el estado luego de la intervención sea normal, se debe realizar en la inmediatez un informe de mantenimiento, y en un lapso de tiempo no inmediato se debe registrar la información correspondiente a tiempos de mantenimiento y tareas realizadas (en la hoja de vida del equipo), y se deberá actualizar la ficha técnica del mismo. Finalmente, el equipo debe continuar su operación.

En cambio, si la tarea autorizada corresponda a una intervención del tipo de mantenimiento correctivo (ver Figura 27), en primer lugar se debe evaluar si se cuenta con el personal y/o los recursos técnicos necesarios para realizarla. De no ser así, se debe generar una orden de compra con el fin de contratar un proveedor certificado para hacer la tarea. En el caso en que se cuente con el personal y/o recursos técnicos, se debe evaluar si se dispone de los repuestos y/o insumos necesarios para la tarea. De ser así, se procede a generar una orden de trabajo interna, pero si no fuese así, se debe trasladar a compras la necesidad de los repuestos y/o insumos requeridos. Una vez adquiridos los elementos, se procederá a generar la orden de trabajo interna. En todos los casos, se deberá concluir con la ejecución de la tarea de mantenimiento correctivo. Posteriormente, se debe someter a un proceso de aprobación de la tarea por parte del supervisor de mantenimiento.

En caso de que el resultado de la tarea ejecutada sea aprobado, se debe realizar en la inmediatez un informe de mantenimiento (al igual que en el caso de mantenimiento preventivo), y en un lapso de tiempo no inmediato se debe registrar la información correspondiente a tiempos de mantenimiento y tareas realizadas (en la hoja de vida del equipo), y se deberá actualizar la ficha técnica del mismo. Luego, el equipo debe continuar su operación. En caso en que el resultado de la tarea ejecutada no sea aprobado, debe reiniciarse el proceso de mantenimiento correctivo.

La implementación del SGM descrito generará una serie de documentación que deberá ser registrada y conservada como evidencia de las actividades desarrolladas en cada etapa del proceso. A partir de la misma, se contará con información para evaluar el funcionamiento del sistema de gestión. Para ello, será necesario procesar y analizar la información recabada, y de esta manera poder evaluar el correcto funcionamiento del mismo.

En este aspecto, al momento de desarrollar la documentación pertinente al SGM, se adoptó la metodología de control documental con la que contaba la organización. La misma permite y facilita el registro, control y trazabilidad de los documentos generados, como así también identificar si se trata de documentos actualizados según su número de revisión. Toda la documentación generada será de tipo física, y se almacenará correlativamente en la oficina central de la organización.

La finalidad última de la información registrada en la documentación es colaborar con la mejora continua del SGM. Por este motivo, debe proporcionar información que ayude a evaluar el desempeño del sistema que se está implementando. Con este fin, la documentación fue diseñada teniendo en consideración los datos mínimos propuestos por la Norma [ISO 14224 \(2016\)](#), para recopilar parámetros que permitan el cálculo de indicadores de gestión, a partir de los cuales se podrá evaluar el desempeño del mismo, permitiendo mejorar la planificación en pos de lograr los objetivos tanto del SGM, como así también los organizacionales.

7. COMENTARIOS FINALES

Durante el desarrollo del trabajo se buscó implementar un SGM, basado en un enfoque de GA, que contemple el contexto de la organización. Se hizo especial hincapié en establecer un adecuado circuito de comunicación e información, tendiente a registrar de forma sencilla las actividades relacionadas al mantenimiento. Esto permitió establecer la arquitectura de una base de datos a partir de la cual puedan extraerse indicadores representativos para evaluar al sistema de gestión, promoviendo la mejora continua del mismo. Por lo tanto, se considera conveniente analizar alternativas para migrar el SGM desarrollado a un software específico comercial, o bien desarrollar una aplicación *ad-hoc* que permita integrar adecuadamente todos los procesos involucrados.

Esta propuesta se enmarca en la evolución tecnológica actual, donde la mayoría de los individuos cuenta con un dispositivo móvil con acceso a internet (que permite almacenar y procesar una gran cantidad de información que puede ser analizada en segundos), pudiendo así obtener indicadores e información de valor en tiempo real. De esta forma se podría aportar información de las actividades de mantenimiento de manera inmediata y remota desde cualquier punto con acceso a internet. Además, se reducirían los tiempos de procesamiento de la información y, por otro lado, proporcionaría un beneficio ecológico (en cuanto al impacto ambiental) debido a la reducción del consumo de papel.

La aplicación requerida, tendría que ser compatible con cualquier sistema operativo actual (ya sea computadoras o dispositivos móviles), y se debería desarrollar en un lenguaje de programación que permita mantenerla actualizada. Asimismo debería tomar el desarrollo del SGM que se ha ideado hasta el momento y migrar a un formato digital, respetando las secuencias de procesos establecidos en el presente trabajo. A su vez, la aplicación debe ser flexible, es decir, debe tener la capacidad de adaptarse para poder ser replicada en la totalidad de las plantas que pertenecen a la organización.

Esta es una actividad que puede ser llevada a cabo como parte de otro convenio de pasantía entre la organización HIDENESA y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue, más precisamente con el Área Diseño Mecánico del Departamento de Mecánica Aplicada.

Además, una vez que se cuente con datos reales de las fallas más frecuentes en las

plantas bajo estudio, se podría incorporar la aplicación de técnicas de mantenimiento predictivo (lo cual implicaría una mejora sustancial para el SGM), ya que estas técnicas permiten monitorear el estado de los equipos y/o componentes, brindando información para la toma de decisiones. Esto permitiría optimizar los intervalos de intervención sobre los equipos (disminuyendo las paradas no programadas y a su vez evitando paradas programadas innecesarias). Además, una vez que se cuente con datos sobre cuáles son las fallas más frecuentes, se podría pensar en aplicar un mantenimiento de mejora, con el objetivo de eliminar o mitigar estos tipos de fallas, aumentando la disponibilidad de los equipos.

8. CONCLUSIONES

El presente Proyecto Integrador Profesional se desarrolló de manera satisfactoria acorde a los objetivos planteados. El trabajo desarrollado nos permitió tener un primer contacto con un entorno laboral formal de ingeniería aplicada, donde se pudo poner en práctica gran parte del conocimiento adquirido durante el cursado de la asignatura optativa Mantenimiento Industrial, e integrando otras incluidas en la currícula obligatoria de la carrera de grado.

El sistema desarrollado tiene mucho potencial de mejora, y durante el período que tomó el desarrollo, siempre se consideró esto como una opción, teniendo en cuenta que la mejora continua fue el paradigma de diseño del SGM desarrollado. De todas formas, siempre se buscó establecer un primer salto de calidad, logrando involucrar a todas las partes interesadas en la implementación de un sistema, teniendo como objetivo anticiparse a cualquier falla mediante la prevención, y la actualización de los registros para relevar periódicamente la condición de los distintos activos. Esto último, podemos afirmar que se logró ya que durante la etapa final del desarrollo de dicho SGM, se comenzó a poner en práctica la utilización de la documentación desarrollada para el registro de actividades de mantenimiento y supervisión de servicio de los distintos activos.

En lo personal, fue para nosotros un gran desafío formar parte del desarrollo de un SGM en una organización bien establecida, con estándares de calidad elevados. A su vez, consideramos que la experiencia desarrollada fue satisfactoria, tanto para nosotros como para la organización. De forma complementaria, se adquirió conocimiento y experiencia de trabajo en grupos interdisciplinarios, lo que fue enriquecedor y de gran valor para el ejercicio de la profesión. Por otro lado, nuestra participación en las distintas reuniones y presentaciones de avances periódicas, nos permitieron fortalecer y desarrollar habilidades para una comunicación efectiva tanto con el personal de operación como el gerencial.

9. REFERENCIAS

- Amendola, L. (2015). *Organización y Gestión del mantenimiento*.
- G.E.N°1-102. (1981). *Norma sobre mantenimiento en plantas de gas licuado de petróleo*. Gas del Estado.
- G.E.N°1-112. (1982). *Norma para el proyecto, construcción y operación de plantas de almacenamiento de gases licuados de petróleo*. Gas del Estado.
- ISO 12489. (2009). *Risk Management - Risk Assessment Techniques*. International Organization for Standardization.
- ISO 14224. (2016). *Petroleum, petrochemical and natural gas industries-Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*. International Organization for Standardization.
- ISO 31000. (2018). *Risk Management*. International Organization for Standardization.
- ISO 31010. (2015). *Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Reliability modelling and calculation of safety systems*. International Organization for Standardization.
- ISO 55000. (2015). *Asset Management*. International Organization for Standardization.
- ISO 55001. (2015). *Asset Management - Management systems - Requirements*. International Organization for Standardization.
- ISO 55002. (2015). *Asset Management - Management systems - Guidelines for the application of ISO 55001*. International Organization for Standardization.
- Mobley, R. K. (2004). *Maintenance fundamentals*. Elsevier Butterworth Heinemann.
- Mora, L. (2009). *Mantenimiento - planeación, ejecución y control*. Alfaomega Grupo Editor.
- N.A.G. 155. (2000). *Norma Mínima para el Diseño, Construcción Operación y Mantenimiento para Plantas de Gas Licuado de Petróleo de Bajo Volumen de Almacenamiento para Sistemas de Distribución por Redes Instaladas en Vía Pública*. Normas Argentinas de Gas.
- Pistarelli, A. (2012). *Manual de Mantenimiento, Ingeniería, Gestión y Organización*. Buenos Aires.
-

Torres, L. (2015). *Gestión Integral de Activos Físicos y Mantenimiento*. Alfaomega Grupo Editor.

UNE-EN 13306. (2018). *Mantenimiento. Terminología del mantenimiento*. Asociación Española de Normalización.

Anexos

- **Anexo A: Tag Bajada del Agrio.**
- **Anexo B: Análisis de riesgo.**
- **Anexo C: Plan de mantenimiento.**

A. Tag Bajada del Agrio

PLANTA	SECTOR	UNIDAD OPERATIVA	EQUIPO	COMPONENTE	DETALLE				
					DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	MATERIAL	NORMA	FABRICANTE
BDA	D	LLQ01	N01		Modelo CR 560 H Serie 300	51 mm	Bronce	-	UNIONSUD
BDA	D	LLQ01	N01	T01	Modelo CR 560 T Serie 300	51 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	LLQ01	RB01			13 mm	Bronce		
BDA	D	LLQ01	HCV01-2		WOG 1000	13 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	D	LLQ01	FSH01		Modelo E843 Serie 300	51 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	LLQ01	HCV02-1		Serie 300	51 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	D	LLQ01	N02		Modelo CR 560 H Serie 300	51 mm	Bronce	-	UNIONSUD
BDA	D	LLQ01	N02	T02	Modelo CR 560 T Serie 300	51 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	LLQ01	RB02			13 mm	Bronce		
BDA	D	LLQ01	HCV03-2		WOG 1000	13 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	D	LLQ01	FSH02		Modelo E843 Serie 300	51 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	LLQ01	HCV04-1		Serie 300	51 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	
BDA	D	LLQ01	FSH03		Modelo E807 Serie 300	13 mm	Bronce		
BDA	D	LLQ01	HO01		Manifold de purga y bloqueo	13 mm	Varios	VI 550 M	VAMACA
BDA	D	LLQ01	PI01		Cuadrante 4" 0-30	13 mm	IRAM-IAP-51-65		KONNEN
BDA	D	LLQ01	PSV01		Modelo S71	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D								
BDA	D	LV01	N03		Modelo CR 550 HYT Serie 300	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	LV01	N03	T03	Modelo CR 550 HYT Serie 300	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	LV01	RB03			13 mm	Bronce		
BDA	D	LV01	FSH04		Modelo E842 Serie 300	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	LV01	HCV05-1		Serie 300	38 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	D	LV01	FSH05		Modelo E807 Serie 300	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	LV01	HO02		Manifold Serie 3000	13 mm	Varios	VI 550 M	VAMACA
BDA	D	LV01	PI02		Cuadrante 4" 0-30	13 mm	IRAM-IAP-51-65		KONNEN
BDA	D	LV01	HCV06-2		WOG 1000	13 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	D	LV01	HCV07-2		WOG 1000	13 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	D								
BDA	D	MNG01	MGU01			38 mm			
BDA	D	MNG01	N04		Modelo CR 550 M Serie 300	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	MNG01	N05		Modelo CR 550 M Serie 300	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	MNG01	A01		Modelo M 104	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	MNG01	A02		Modelo M 104	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D								
BDA	D	MNG02	MGD01			51 mm			
BDA	D	MNG02	N06		Modelo CR 560 M Serie 300	51 mm	Bronce		UNIONSUD

PLANTA	SECTOR	UNIDAD OPERATIVA	EQUIPO	COMPONENTE	DETALLE				
					DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	MATERIAL	NORMA	FABRICANTE
BDA	D	MNG02	N07		Modelo CR 560 M Serie 300	51 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	MNG02	A03		Modelo M 105	51 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	MNG02	A04		Modelo M 105	51 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	D	MNG02	HCV08-2		WOG 1000	51 mm	A316		GENEBRE
BDA	D								
BDA	D	EXT	PSD01		Interior oficina				
BDA	D	EXT	PSD02		Exterior oficina				
BDA	D	EXT	PSD03						
BDA	D	EXT	PSD04						
BDA	B	LLQ01	HCV09-1		Serie 300 PT	76 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B	LLQ01	PSV02		Modelo S71	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	B	LLQ01	HCV10-1		Serie 300 PT	76 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B	LLQ01	PSV03		Modelo S71	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	B								
BDA	B	LLQ02	HCV11-1		Serie 300 PT	76 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B	LLQ02	PSV04		Modelo S71	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	B	LLQ02	HCV12-1		Serie 300 PT	76 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B								
BDA	B	LLQ03	HCV13-1		Serie 300 PR	51 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B								
BDA	B	BMB01	HCV14-1		Serie 300 PT	76 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B	BMB01	HCV15-2		WOG 1000	13 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B	BMB01	BC01		Modelo GL2		Varios		ADUR
BDA	B	BMB01	MOT01		Antiexplosivo 10 HP		Varios		WEG
BDA	B	BMB01	FSH06		Modelo E807 Serie 300	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	B	BMB01	HO03		Manifold de purga y bloqueo	13 mm	Varios	VI 550 M - zin	VAMACA
BDA	B	BMB01	PI03		Cuadrante 4" 0-30	13 mm	IRAM-IAP-51-65		KONNEN
BDA	B	BMB01	PSV05		Modelo S71	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	B	BMB01	HCV16-1		Serie 300 PT	51 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B								
BDA	B	BMB02	HCV17-1		Serie 300 PT	76 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B	BMB02	HCV18-2		WOG 1000	13 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B	BMB02	BC02		Modelo GL2		Varios		ADUR
BDA	B	BMB02	MOT02		Antiexplosivo 10 HP		Varios		WEG
BDA	B	BMB02	FSH07		Modelo E807 Serie 300	13 mm	Bronce		UNIONSUD

PLANTA	SECTOR	UNIDAD OPERATIVA	EQUIPO	COMPONENTE	DETALLE				
					DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	MATERIAL	NORMA	FABRICANTE
BDA	B	BMB02	HO04		Manifold de purga y bloqueo	13 mm	Varios	VI 550 M - zin	VAMACA
BDA	B	BMB02	PI04		Cuadrante 4" 0-30	13 mm	IRAM-IAP-51-65		KONNEN
BDA	B	BMB02	PSV06		Modelo S71	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	B	BMB02	HCV19-1		Serie 300 PT	51 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	B								
BDA	B	EXT	CO01		7 kg				
BDA	T	TNQ01	HCV20-1		Serie 300 PR	51 mm	ASTM A216 WCD	API 6D	VALMEC
BDA	T	TNQ01	FSH08		E97C	51 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	HCV21-1		Serie 300 PR	38 mm	ASTM A216 WCD	API 6D	VALMEC
BDA	T	TNQ01	FSH09		E83C	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	TK01		Modelo 49 m3		AD MERKBLATT		SICA
BDA	T	TNQ01	FSH10		E97C	51 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	HCV22-1		Serie 300 PT	51 mm	ASTM A216 WCD	API 6D	VALMEC
BDA	T	TNQ01	FSH11		E83C	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	HCV23-1		Serie 300 PT	38 mm	ASTM A216 WCD	API 6D	VALMEC
BDA	T	TNQ01	HCV001-2		Serie 3000	25 mm	ASTM A 105	API 6D	
BDA	T	TNQ01	HCV24-2		Serie 3000	25 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	T	TNQ01	HCT01-2		DN 50 PN 63	51 mm	A 316		GENEBRE
BDA	T	TNQ01	RB04			13 mm	Bronce		
BDA	T	TNQ01	RB05			13 mm	Bronce		
BDA	T	TNQ01	PSV05-3/1		Modelo S335	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	PSV05-3/2		Modelo S335	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	HCT02-2		DN 50 PN 63	51 mm	A 316		GENEBRE
BDA	T	TNQ01	RB06			13 mm	Bronce		
BDA	T	TNQ01	RB07			13 mm	Bronce		
BDA	T	TNQ01	PSV06-3/1		Modelo S335	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	PSV06-3/2		Modelo S335	38 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	LIR01		Modelo N 650	25 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	LIF01		Modelo N 640	19 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	TI01		Bimetálico -40/40 °C	13 mm	Varios		KONNEN
BDA	T	TNQ01	FSH12		Modelo E 807	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	T	TNQ01	HO05		Manifold de purga y bloqueo	13 mm	VI 550 M - zincado	API 6D	VAMACA
BDA	T	TNQ01	PI05		Cuadrante 4" 0-30	13 mm	IRAM-IAP 51-65		KONNEN
BDA	T								
BDA	T	TNQ02	HCV25-1		Serie 300 PT	51 mm	ASTM A216 WCD	API 6D	VALMEC

PLANTA	SECTOR	UNIDAD OPERATIVA	EQUIPO	COMPONENTE	DETALLE				
					DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	MATERIAL	NORMA	FABRICANTE
BDA	V	LV01	FHS18		Modelo E 807	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	V	LV01	HO07		Manifold de purga y bloqueo	13 mm	VI 550 M - zincado	API 6D	VAMACA
BDA	V	LV01	PI07		Cuadrante 4" 0-30	13 mm	IRAM-IAP 51-65		KONNEN
BDA	V	LV01	TI04		0/10 °C de indicación vertical				
BDA	V	LV01	PSV11		Modelo S71	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	V								
BDA	V	SG01	REG01		Modelo 722	19 mm			EQA
BDA	V	SG01	HCV31-2		PN 25	13 mm			
BDA	V	SG01	HCV32-2		DN 15	13 mm			ITALY
BDA	V								
BDA	V	VAP01	HCV33-2		Serie 300	19 mm	ASTM A 216 WCB	RG-06-030-G	VALMEC
BDA	V	VAP01	Y01		Roscado Serie 3000	19 mm	Varios		ALGAS
BDA	V	VAP01	VPD01		Modelo 80/40H				ALGAS - SDI
BDA	V	VAP01	HCV34-2		Serie 300	25 mm	ASTM A 216 WCB		VALMEC
BDA	V	VAP01	PSV12		Modelo S72	19 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	V								
BDA	V	VAP02	HCV35-2		Serie 300	19 mm	ASTM A 216 WCB	RG-06-030-G	VALMEC
BDA	V	VAP02	Y02		Roscado Serie 3000	19 mm	Varios		ALGAS
BDA	V	VAP02	VPD02		Modelo 80/40H				ALGAS - SDI
BDA	V	VAP02	HCV36-2		Serie 300	25 mm	ASTM A 216 WCB		VALMEC
BDA	V	VAP02	PSV13		Modelo S72	19 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	V								
BDA	V	EXT	PSD06						
BDA	V	EXT	PSD07						
BDA	Q	SG02	HCV37-2		WOG 1000	13 mm	ASTM A216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	Q	SG02	S01			13 mm			
BDA	Q	SG02	CHI01		Encendido piloto	6 mm			JEFFERSON
BDA	Q	SG02	QCH01		Quemador piloto				
BDA	Q								
BDA	Q	LLQ	FXV01			51 mm			
BDA	Q	LLQ	QCH02		Quemador principal				
BDA	S	SEP01	HCV38-1		Serie 300 PT	51 mm	ASTM A 216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	S	SEP01	FSH19		Modelo E843 Serie 300	51 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	S	SEP01	SVL01		Modelo 0,5 m3	762 mm	SA-455	ASME	SICA
BDA	S	SEP01	FSH20		Modelo E843 Serie 300	51 mm	Bronce		UNIONSUD

PLANTA	SECTOR	UNIDAD OPERATIVA	EQUIPO	COMPONENTE	DETALLE				
					DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	MATERIAL	NORMA	FABRICANTE
BDA	S	SEP01	HCV39-1		Serie 300 PR	51 mm	ASTM A 216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	S	SEP01	HCV40-1		Serie 300 PT	51 mm	ASTM A 216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	S	SEP01	HCV41-2		WOG 800	25 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	S	SEP01	HCV42-2		WOG 800	25 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	S	SEP01	HCV43-2		WOG 800	25 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	S	SEP01	HCV44-2		WOG 800	25 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	S	SEP01	PSV14		Modelo S325	25 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	S	SEP01	FSH21		Modelo E807 Serie 300	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	S	SEP01	LG01		Tipo reflex Modelo 14R20	13 mm	ASTM A 105		RIVA HNOS
BDA	S	SEP01	FHS22		Modelo E807 Serie 300	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	S	SEP01	TI05		Bimetálico -40/40 °C	13 mm	Varios		KONNEN
BDA	S	SEP01	FSH23		Modelo E807 Serie 300	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	S	SEP01	HO08		Manifold de purga y bloqueo	13 mm	VI 550 M-ZINCADO	API 6D	VAMACA
BDA	S	SEP01	PI08		Cuadrante 4" 0-30	13 mm	IRAM-IAP 51-65		KONNEN
BDA	R	PRG01	HCV45-1		Serie 300 PT	51 mm	ASTM A 216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	R	PRG01	Y03		Modelo FM 2/80 Serie 300	51 mm	Varios	ASME	SICA
BDA	R	PRG01	PCV01		Modelo RG 97 S c/bloqueo incorporado Serie 300	51 mm	ASTM A 216 WCB		EPTA SRL
BDA	R	PRG01	PCV02		Modelo RG 97 S Serie 300	51 mm	ASTM A 216 WCB		EPTA SRL
BDA	R	PRG01	HCV46-1		Serie 150 PR	76 mm	ASTM A 216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	R	PRG01	HCV47-2		Serie 3000	13 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	R	PRG01	HCV48-2		Serie 3000	13 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	R								
BDA	R	PRG02	FSH24		Modelo E807 Serie 300	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	R	PRG02	HO09		Manifold de purga y bloqueo	13 mm	VI 550 M-ZINCADO	API 6D	VAMACA
BDA	R	PRG02	PI09		Cuadrante 4" 0-30	13 mm	IRAM-IAP 51-65		KONNEN
BDA	R	PRG02	HCV49-1		Serie 300	51 mm	ASTM A 216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	R	PRG02	Y04		Modelo FM 2/80 Serie 300	51 mm	Varios	ASME	SICA
BDA	R	PRG02	PCV03		Modelo RG 97 c/bloqueo incorporado Serie 300	51 mm	ASTM A 216 WCB		EPTA SRL
BDA	R	PRG02	PCV04		Modelo 99 AR	51 mm	ASTM A 216 WCB		
BDA	R	PRG02	HCV50-1		Serie 150	76 mm	ASTM A 216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	R	PRG02	HCV51-2		Serie 3000	13 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	R	PRG02	HCV52-2		Serie 3000	13 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	M	MED01	HCV53-1		Serie 150 PR	76 mm	ASTM A 216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	M	MED01	FX01		Serie 150	76 mm			
BDA	M	MED01	HO10		Manifold de purga y bloqueo	13 mm	VI 550 M-ZINCADO	API 6D	VAMACA

PLANTA	SECTOR	UNIDAD OPERATIVA	EQUIPO	COMPONENTE	DETALLE				
					DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	MATERIAL	NORMA	FABRICANTE
BDA	M	MED01	HCV54-1		Serie 150 PR	76 mm	ASTM A 216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	M								
BDA	M	MED02	HCV55-1		Serie 150	76 mm	ASTM A 216 WCB	API 6D	VALMEC
BDA	M	MED02	FSH25		Modelo E807	13 mm	Bronce		UNIONSUD
BDA	M	MED02	HO11		Manifold de purga y bloqueo	13 mm	VI 550 M-ZINCADO	API 6D	VAMACA
BDA	M	MED02	PI10		Cuadrante 4" 0-4	13 mm	IRAM-IAP 51-65		KONNEN
BDA	O	ODR01	HCV56-2		Serie 3000	19 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	O	ODR01	HCV57-2		WOG 1000	19 mm	A 316	API 6D	IGI
BDA	O	ODR01	HCV58-2		WOG 1000	13 mm	A 316		
BDA	O	ODR01	YCA01		Filtro de carbón activado				
BDA	O	ODR01	OD01		Modelo 106 ESP 15 por arrastre		Varios		
BDA	O	ODR01	HCVA01-2			19 mm			
BDA	O	ODR01	HCV59-2		Serie 3000	19 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	O	ODR01	HCV60-2		WOG 1000	13 mm	A 316		
BDA	O	ODR01	LG 02			13 mm			RIVA HNOS
BDA	O	ODR01	CAP01						
BDA	O	ODR01	HCV61-2			13 mm			FAMIC
BDA	O	ODR01	HCV62-2			13 mm			FAMIC
BDA	O	ODR01	MG01		Manguera malla metálica	19 mm			
BDA	O	ODR01	N08		Acople rápido para manguera CAP				
BDA	O	ODR01	N09		Acople rápido para manguera CAP				
BDA	SU	SGI01	HCV63-2		Serie 3000	13 mm	ASTM A 105	API 6D	VALMEC
BDA	SU								
BDA	SU	SLD01	HCV64-1		Serie 150	76 mm	ASTM A 216	ANSI	VALMEC
BDA	SU	SLD01	JMA			76 mm			
BDA	SU	SLD01	ANS		Ánodo de magnesio 4 kg				
BDA	I	ICI01	CIC01						
BDA	I	ICI01	CIC01	PL-2	3 artefactos				
BDA	I	ICI01	CIC01	L-2	3 lámparas				
BDA	I	ICI01	CIC01	J-1					
BDA	I	ICI01	CIC01	C-1					
BDA	I	ICI01	CIC02						
BDA	I	ICI01	CIC02	PL-2	3 artefactos				
BDA	I	ICI01	CIC02	L-2	3 lámparas				

PLANTA	SECTOR	UNIDAD OPERATIVA	EQUIPO	COMPONENTE	DETALLE				
					DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO	MATERIAL	NORMA	FABRICANTE
BDA	I	ICI01	CIC02	J-1					
BDA	I	ICI01	CIC02	C-1					
BDA	I	ICI01	CIC03						
BDA	I	ICI01	CIC03	PL-2	2 artefactos				
BDA	I	ICI01	CIC03	L-2	2 lámparas				
BDA	I	ICI01	CIC03	J-1					
BDA	I	ICI01	CIC03	C-1					
BDA	I	ICI01	CIC04						
BDA	I	ICI01	CIC04	PL-2	2 artefactos				
BDA	I	ICI01	CIC04	L-2	2 lámparas				
BDA	I	ICI01	CIC04	J-1					
BDA	I	ICI01	CIC04	C-1					
BDA	I	IPS01	TOR01		(sector bombas)				
BDA	I	IPS01	TOR01	L-4					
BDA	I	IPS01	TOR02		2 artefactos (sector vaporizadores)				
BDA	I	IPS01	TOR02	L-4	2 lámparas				
BDA	I	IPS01	TOR03		2 artefactos (sector vaporizadores)				
BDA	I	IPS01	TOR03	L-4	2 lámparas				

B. Análisis de riesgo

Sector	Unidad operativa	Fallas asociadas	Consecuencias/Riesgos	Severidad del riesgo					Calificación del riesgo			
				Seguridad Física	Calidad del Servicio	Mantenibilidad	Medio Ambiente	Total	Consecuencia	Probabilidad	Valoración	
Descargadero	Manguera	Rotura	Detención del proceso/Riesgo salud/Contaminación	10	5	1	10	26	3	2	6	
		Fuga acoples	Riesgo salud/Contaminación	5	5	1	1	12	1	3	3	
		Rotura acoples	Detención del proceso/Riesgo salud/Contaminación	10	5	1	5	21	2	1	2	
		Fuga terminales	Riesgo salud/Contaminación	5	5	1	1	12	1	3	3	
		Rotura terminales	Detención del proceso/Riesgo salud/Contaminación	10	5	1	5	21	2	1	2	
	Cañería	Fuga acoples	Riesgo salud/Contaminación	5	5	1	1	12	1	3	3	
		Rotura acoples	Detención del proceso/Riesgo salud/Contaminación	10	5	1	5	21	2	2	4	
		Fuga roboretos	Riesgo salud/Contaminación	5	5	1	1	12	1	2	2	
		Rotura roboretos	Detención del proceso/Riesgo salud/Contaminación	5	5	1	5	16	2	1	2	
		Deterioro	Riesgo de integridad del equipo	1	1	5	1	8	1	3	3	
		Corrosión	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	2	4	
		Juntas dañadas	Riesgo de integridad del equipo/Contaminación	5	1	10	5	21	2	2	4	
		Falla puesta a tierra	Combinación con otra falla generando riesgo mayor	10	5	5	10	30	4	2	8	
	Válvula de Bloqueo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	1	10	5	21	2	3	6	
		No abre	Problema de proceso	1	5	5	1	12	1	2	2	
		No cierra	Problema de proceso/Riesgo de salud/Contaminación	5	5	5	5	20	2	1	2	
	Válvula de Exceso de flujo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	1	10	5	21	2	2	4	
		No corta	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	10	5	10	10	35	4	2	8	
		Cortan indevidamente	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	5	10	5	25	3	2	6	
	Válvula de seguridad	Fuga GLP	Contaminación	5	1	5	5	16	2	2	4	
		Apertura presión equivocada	Contaminación/Problema de proceso	5	5	5	5	20	2	1	2	
		No apertura	Problema de proceso/Sobrepresión	10	10	5	1	26	3	2	6	
	Bombeo	Motor	Desbalanceo	Vibración/Desgaste excesivo/Ruido/Detención	5	5	5	1	16	2	3	6
			Falla rodamientos	Vibración/Desgaste excesivo/Ruido/Detención	1	5	5	1	12	1	4	4
Falla bornera			Detención/Explosión	10	10	1	1	22	3	1	3	
Falta suministro eléctrico			Detención	1	5	5	1	12	1	1	1	
Bobinados			Detención	1	5	10	1	17	2	2	4	
Falla eje			Detención	5	5	10	1	21	2	2	4	
Falla anclaje			Vibración/Ruido/Detención	10	5	1	1	17	2	3	6	
Rotura carcaza			Detención	10	5	10	1	26	3	1	3	
Fallo acople (correa o acople mecánico)			Detención	5	5	10	1	21	2	3	6	
Falla poleas			Detención	5	5	5	1	16	2	2	4	
Falla puesta a tierra			Combinación con otra falla generando riesgo mayor	10	5	5	10	30	4	2	8	
Bomba			Desbalanceo	Vibración/Desgaste excesivo/Ruido/Detención	5	5	5	1	16	2	3	6
		Falla rodamientos	Vibración/Desgaste excesivo/Ruido/Detención	1	5	5	1	12	1	4	4	
		Fuga GLP	Riesgo salud/Contaminación	5	5	5	5	20	2	3	6	
		Fuga aceite	Contaminación	1	5	5	5	16	2	3	6	
		Bajo nivel aceite	Daño en componentes	1	1	5	1	8	1	3	3	
		Embalado	Sobrepresión	5	5	5	1	16	2	1	2	
		Cavitación	Daño en componentes	1	5	1	1	8	1	3	3	
		Rotura carcaza	Detención/Contaminación	10	5	10	10	35	4	1	4	
		Falla rodete/paleta	Detención	1	5	10	1	17	2	2	4	
		Falla sello mecánico	Contaminación	5	5	10	5	25	3	3	9	
		Falla anclaje	Vibración/Ruido/Detención	10	5	1	1	17	2	3	6	
		Falla poleas	Detención	5	5	5	1	16	2	2	4	
Cañería		Falla instrumentación	Falta información de proceso	1	1	1	1	4	1	3	3	
	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación	5	1	10	5	21	2	2	4		
	Falla antiretorno	Problemas en calidad de proceso	1	5	5	1	12	1	2	2		
	Falla by-pass	Problemas en calidad de proceso	1	5	5	1	12	1	2	2		
	Deterioro	Riesgo de integridad del equipo	1	1	5	1	8	1	3	3		
	Corrosión	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	2	4		
	Juntas dañadas	Riesgo de integridad del equipo/Contaminación	5	1	10	5	21	2	2	4		

Sector	Unidad operativa	Fallas asociadas	Consecuencias/Riesgos	Severidad del riesgo					Calificación del riesgo			
				Seguridad Física	Calidad del Servicio	Mantenibilidad	Medio Ambiente	Total	Consecuencia	Probabilidad	Valoración	
Bombeo	Válvula de Bloqueo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	1	10	5	21	2	3	6	
		No abre	Problema de proceso	1	10	5	1	17	2	2	4	
		No cierra	Problema de proceso	1	10	5	1	17	2	2	4	
	Válvula de Exceso de flujo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	1	1	1	5	8	1	2	2	
		No cortan	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	1	1	5	12	1	2	2	
		Cortan indevidamente	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	1	1	1	5	8	1	2	2	
	Válvula de seguridad	Fuga GLP	Contaminación	5	1	5	5	16	2	2	4	
		Apertura presión equivocada	Contaminación/Problema de proceso	5	10	5	10	30	3	3	9	
		No apertura	Problema de proceso/Sobrepresión	10	10	5	1	26	3	2	6	
Almacenamiento	Tanque	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Explosión/Incendio	10	5	10	10	35	4	2	8	
		Corrosión en tanque	Riesgo integridad estructural	5	5	10	1	21	2	3	6	
		Deterioro soportes	Riesgo integridad estructural	5	5	10	1	21	2	2	4	
		Falla válvulas de purga	Problema de proceso/Contaminación	5	1	5	5	16	2	2	4	
		Falla válvulas neumáticas/eléctricas	Problema de proceso	1	5	10	1	17	2	2	4	
		Sobrellenado tanque por falla indicador eléctrico	Incumplimiento normativa/Sobrepresión	1	5	10	5	21	2	2	4	
		Exceso de presión	Problema de proceso/Sobrepresión	10	10	5	1	26	3	3	9	
		Falla instrumentación	Falta información de proceso	5	5	10	1	21	2	3	6	
		Falla puesta a tierra	Combinación con otra falla generando riesgo mayor	10	10	1	10	31	4	2	8	
		Cañería	Deterioro	Riesgo de integridad del equipo	1	1	5	1	8	1	3	3
	Corrosión		Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	2	4	
	Juntas dañadas		Riesgo de integridad del equipo/Contaminación	5	1	10	5	21	2	2	4	
	Válvula de Bloqueo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	10	1	10	10	31	3	3	9	
		No abren	Problema de proceso	1	10	5	1	17	2	2	4	
		No cortan	Problema de proceso	1	10	5	1	17	2	2	4	
	Válvula de Exceso de flujo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	5	10	5	25	3	2	6	
		No cortan	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	1	5	10	1	17	2	2	4	
		Cortan indevidamente	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	1	5	10	1	17	2	2	4	
	Válvula de seguridad	Fuga GLP	Contaminación	5	1	5	10	21	2	2	4	
		Apertura presión equivocada	Contaminación/Problema de proceso	5	10	5	10	30	3	2	6	
		No apertura	Problema de proceso/Sobrepresión	10	10	5	1	26	3	2	6	
	Vaporización	Suministro	Fuga gas	Riesgo de salud/Contaminación/Explosión/Incendio	10	5	5	5	25	3	3	9
			Corte suministro a quemador	Interrupción de proceso	1	5	5	1	12	1	3	3
			Falla filtro	Interrupción de proceso	1	5	1	1	8	1	4	4
			Falla válvula seguridad por bloqueo	Interrupción de proceso	1	5	5	1	12	1	3	3
			Falla válvula termoreguladora	Interrupción de proceso/Exceso de temperatura GLP	10	5	5	1	21	2	2	4
			Falla piloto	Interrupción de proceso	1	5	5	1	12	1	4	4
Falla quemador			Interrupción de proceso	1	5	5	1	12	1	4	4	
Falla regulador			Interrupción de proceso	1	5	5	1	12	1	3	3	
Vaporizador tipo indirecto			Fuga GLP exterior	Riesgo de salud/Contaminación/Explosión/Incendio	10	10	5	5	30	4	3	12
			Fuga GLP interna	Riesgo de salud/Contaminación/Explosión	10	10	10	5	35	4	3	12
		Fuga agua	Problema de proceso/Riesgo de salud	5	5	10	1	21	2	2	4	
		Serpentín tapado (corrosión o sarro)	Problema de proceso	1	5	10	1	17	2	3	6	
		Pinchadura de carcasa	Problema de proceso	5	5	5	1	16	2	2	4	
		Degradación serpentín aire caliente	Problema de proceso	1	5	10	1	17	2	1	2	
		Falla purga	Problema de proceso	1	1	5	1	8	2	1	2	
		Falla puesta a tierra	Combinación con otra falla generando riesgo mayor	10	10	5	10	35	4	2	8	
		Vaporizador tipo directo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Explosión/Incendio	10	10	10	5	35	4	3	12
			Falla flotante	Problema de proceso	1	5	5	1	12	1	3	3
Falla quemador								0			0	
Caldera		Falla quemador	Problema de proceso	1	5	10	1	17	2	3	6	
		Falla piloto	Problema de proceso	1	1	5	1	8	1	4	4	
		Falla instrumentación	Falta información de proceso	1	1	5	1	8	1	2	2	

Sector	Unidad operativa	Fallas asociadas	Consecuencias/Riesgos	Severidad del riesgo					Calificación del riesgo			
				Seguridad Física	Calidad del Servicio	Mantenibilidad	Medio Ambiente	Total	Consecuencia	Probabilidad	Valoración	
Vaporización	Caldera	Falta de agua	Problema de proceso	1	5	1	1	8	1	3	3	
		Fuga de agua	Riesgo de salud/Problema de proceso	5	5	5	1	16	2	2	4	
		Falla puesta a tierra	Combinación con otra falla generando riesgo mayor	10	10	5	10	35	4	2	8	
	Cañería	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Explosión/Incendio	10	5	5	10	30	4	2	8	
		Falla válvula solenóide	Problema de proceso	1	5	10	1	17	2	3	6	
		Falla instrumentación	Falta información de proceso	1	1	5	1	8	1	2	2	
		Deterioro	Riesgo de integridad del equipo	1	1	5	1	8	1	3	3	
		Corrosión	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	2	4	
		Juntas dañadas	Riesgo de integridad del equipo/Contaminación	5	1	10	5	21	2	2	4	
		Fuga agua	Riesgo de salud/Problema de proceso	5	1	5	1	12	1	3	3	
	Cañería de agua	Rotura caño de agua	Riesgo de salud/Problema de proceso	5	5	10	1	21	2	2	4	
		Falla bomba de agua	Problema de proceso	1	10	10	1	22	3	2	6	
		Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso/Incendio/Explosión	10	10	10	10	40	4	3	12	
	Válvula de Bloqueo	No abren	Problema de proceso	1	10	5	1	17	2	2	4	
		No cortan	Problema de proceso	1	10	5	1	17	2	2	4	
	Válvula de Exceso de flujo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	1	1	1	5	8	1	2	2	
		No cortan	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	1	1	5	12	1	2	2	
		Cortan indebidamente	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	1	1	1	5	8	1	2	2	
	Válvula de seguridad	Fuga GLP	Contaminación	10	5	5	5	25	3	2	6	
		Apertura presión equivocada	Contaminación/Problema de proceso	5	5	5	5	20	2	1	2	
		No apertura	Problema de proceso/Sobrepresión	10	5	5	1	21	2	2	4	
Separación	Separador	Fuga GLP	Riesgo de salud/Problema de proceso/Contaminación	5	5	10	5	25	3	2	6	
		Falla válvulas de purga	Problema de proceso	5	1	5	5	16	2	2	4	
		Corrosión en separador	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	2	4	
		Deterioro soportes	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	1	2	
		Falla control de nivel	Riesgo de proceso	1	10	10	1	22	3	2	6	
		Falla instrumentación	Falta información de proceso	1	1	5	1	8	1	2	2	
		Falla puesta a tierra	Combinación con otra falla generando riesgo mayor	10	10	5	10	35	4	2	8	
	Cañería	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación	5	5	5	5	20	2	3	6	
		Deterioro	Riesgo de integridad del equipo	1	1	5	1	8	1	3	3	
		Corrosión	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	2	4	
	Válvula de Bloqueo	Juntas dañadas	Riesgo de integridad del equipo/Contaminación	5	1	10	5	21	2	2	4	
		Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	5	5	5	20	2	3	6	
		No abren	Problema de proceso	5	10	5	1	21	2	2	4	
	Válvula de Exceso de flujo	No cortan	Problema de proceso	5	1	5	1	12	1	2	2	
		Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	1	10	5	21	2	2	4	
		No cortan	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	10	1	10	5	26	3	2	6	
	Válvula de seguridad	Cortan indebidamente	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	10	5	10	5	30	3	2	6	
		Fuga GLP	Contaminación	1	1	5	5	12	1	2	2	
		Apertura presión equivocada	Contaminación/Problema de proceso	5	1	5	1	12	1	2	2	
	Quemado	Chimenea	No apertura	Problema de proceso/Sobrepresión	10	1	5	1	17	2	2	4
			Falla piloto	Problema de proceso	5	1	5	1	12	1	4	4
Falla quemador			Problema de proceso	1	5	5	10	21	2	3	6	
Cañería		Falla encendido a distancia	Problema de proceso	1	1	5	1	8	1	3	3	
		Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación	5	5	5	5	20	2	1	2	
		Falla regulador	Problema de proceso	1	1	5	1	8	1	2	2	
		Falla antiretorno	Problema de proceso	5	5	5	1	16	2	1	2	
		Deterioro	Riesgo de integridad del equipo	1	1	5	1	8	1	3	3	
		Corrosión	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	2	4	
		Juntas dañadas	Riesgo de integridad del equipo/Contaminación	5	1	10	5	21	2	2	4	
Válvula de Bloqueo		Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	1	5	5	16	2	2	4	
		No abren	Problema de proceso	1	5	1	1	8	1	2	2	

Sector	Unidad operativa	Fallas asociadas	Consecuencias/Riesgos	Severidad del riesgo				Calificación del riesgo			
				Seguridad Física	Salud del Servicio	Manutención	Medio Ambiente	Total	Consecuencia	Probabilidad	Valoración
Quemado	Válvula de Bloqueo	No cortan	Problema de proceso	5	5	5	5	20	2	1	2
Regulación y medición	Reguladora	Falla reguladora	Problema de suministro	1	10	10	1	22	3	4	5
		Presencia de líquido	Deterioro del equipo	1	5	5	1	12	1	4	4
		Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación	5	5	5	5	20	2	3	6
		Falla diafragma	Problema de suministro	1	10	10	1	22	3	4	5
		Falla por baja presión	Problema de suministro	1	5	5	1	12	1	3	3
		Falla instrumentación	Problema de proceso	1	5	10	1	17	2	2	4
	Cañería	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación	5	5	5	5	20	2	3	6
		Falla filtro	Problema de proceso	1	5	1	1	8	1	3	3
		Falla instrumentación	Falta información de proceso	1	1	5	1	8	1	2	2
		Deterioro	Riesgo de integridad del equipo	1	1	5	1	8	1	3	3
		Corrosión	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	2	4
		Juntas dañadas	Riesgo de integridad del equipo/Contaminación	5	1	10	5	21	2	2	4
	Válvula de Bloqueo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	1	5	5	16	2	3	6
		No a bren	Problema de proceso	5	10	10	1	26	3	2	6
		No cortan	Problema de proceso	5	1	5	1	12	1	2	2
	Válvula de Exceso de flujo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	1	1	5	12	1	3	3
		No cortan	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	5	5	5	20	2	2	4
		Cortan indevidamente	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	5	5	5	20	2	2	4
Olorización	Olorizador	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación	5	5	5	5	20	2	3	6
		Fuga odorante	Riesgo de salud/Contaminación	10	1	1	5	17	2	3	6
		Falla CAP/manguera	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	5	1	5	16	2	3	6
		Pinchadura odorizadora	Riesgo de salud/Contaminación	5	5	10	5	25	3	1	3
		Falla filtro	Contaminación	5	1	1	10	17	2	2	4
		Falla puesta a tierra	Combinación con otra falla generando riesgo mayor	10	10	5	10	35	4	1	4
	Cañería	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación	5	5	5	5	20	2	3	6
		Falla placa orificio	Problema de proceso	1	5	5	1	12	1	1	1
		Falla instrumentación	Falta información de proceso	1	1	5	1	8	1	2	2
		Deterioro	Riesgo de integridad del equipo	1	1	5	1	8	1	3	3
		Corrosión	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	2	4
		Juntas dañadas	Riesgo de integridad del equipo/Contaminación	5	1	10	5	21	2	2	4
	Válvula de Bloqueo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	10	5	5	25	3	2	6
		No a bren	Problema de proceso	1	10	5	1	17	2	1	2
		No cortan	Problema de proceso	1	1	5	1	8	1	1	1
	Válvula de Exceso de flujo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	1	5	5	16	2	2	4
		No cortan	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	1	1	10	1	13	2	2	4
		Cortan indevidamente	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	1	1	10	1	13	2	1	2
Distribución	Cañería	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación	5	5	5	5	20	2	2	4
		Falla junta monclítica	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	5	17	2	2	4
		Falla ánodo de sacrificio	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	5	17	2	3	6
		Deterioro	Riesgo de integridad del equipo	1	1	5	1	8	1	3	3
		Corrosión	Riesgo de integridad del equipo	1	1	10	1	13	2	2	4
		Juntas dañadas	Riesgo de integridad del equipo/Contaminación	5	1	10	5	21	2	2	4
	Válvula de Bloqueo	Fuga GLP	Riesgo de salud/Contaminación/Problema de proceso	5	5	5	5	20	2	2	4
		No a bren	Problema de proceso	1	10	10	1	22	3	1	3
		No cortan	Problema de proceso	1	1	10	1	13	1	2	2
Iluminación	Artesfactos dañados	Falta de iluminación/incumplimiento de norma	5	1	5	1	12	1	2	2	
		Lámparas quemadas	Falta de iluminación/incumplimiento de norma	5	1	5	1	12	1	2	2
		Falta lámparas	Falta de iluminación/incumplimiento de norma	5	1	10	1	17	2	1	2
		Falla puesta a tierra	Incumplimiento de norma/combinación para producir una consecuencia mayor	1	1	5	1	8	1	1	1
Extintores	Vencimiento	Incumplimiento de normas de seguridad	10	1	10	1	22	3	4	5	
		Descarga	Incumplimiento de normas de seguridad	10	1	10	1	22	3	4	5
		Ubicación inadecuada	Incumplimiento de normas de seguridad y construcción	10	1	5	1	17	2	3	6
		Inexistencia	Incumplimiento de normas de seguridad y construcción	10	1	10	1	22	3	2	6

C. Plan de mantenimiento



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Revisión N°: 1

Fecha: 20/12/19

DATOS GENERALES

EQUIPO: **BOMBA CENTRIFUGA**MARCA: **BOMBADUR**MODELO: **GL2**N° DE IDENTIFICACIÓN: **2119**N° DE TAG A LA FECHA: **BDA-B-BMB01-BC01**

HOJA DE VIDA N°:

CATÁLOGO N°: **CAT-0023**

BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

BOMBA CENTRÍFUGA DE 2 ETAPAS PARA GLP DE 25000 LTS/H CONECTADO A UN MOTOR TRIFÁSICO ASINCRÓNICO ANTIEXPLOSIVO. CUERPO, CABEZAL Y TURBINA DE FUNDICIÓN GRIS SAE 120, ASTM 48, CLASE 30. EJE DE ACERO SAE 4140. BRIDAS DE ACERO ASTM A-352. INSERTO DE PISTA FIJA DE CARBURO DE TUNGSTENO. PISTA MÓVIL DE CARBON. CÁPSULA DE PORTA RESORTE DE ACERO SAE 1010. RESORTE DE CAPSULA DE ACERO AISI 416. O-RINGS DE NEOPRENE

TIEMPOS DE OPERACIÓN

INTERMITENTE JORNADA LABORAL (8 hs) CONTINUO

FECHA DE FABRICACIÓN:

FECHA DE PUESTA EN MARCHA:

DATOS DEL FABRICANTE Y/O REPRESENTATE

NOMBRE: **BOMBADUR**TELÉFON **+54 11 4222-2333 11 42222333**CIUDAD: **AVELLANEDA-BUENOS AIRES-ARGENTINA**WhatsApp: **+54 911-6852-3670**CORREO ELECTRÓNICO: ventas@bombadur.comtecnica@bombadur.com

DATOS OPERATIVOS

CAUDAL: **25000 LTS/H**POTENCIA: **10 HP**VELOCIDAD: **2900 RPM**FLUIDO: **GLP**BRIDA DE ENTRADA: **3"**BRIDA DE SALIDA: **2"**

ELEMENTOS MANTENIBLES DEL EQUIPO

CANTIDAD	ELEMENTO	CÓDIGO
1	Acople autoalineante Bombadur ACDG	
1	Rodamiento 6306 blindado C3 ZZ	
1	Rodamiento SKF 6307 blindado C3 ZZ	
5	O-rings de neoprene	
1	O-ring tapa de bomba buma	
1	O-ring tapa de caracol buma	
1	Sello mecánico	

OBSERVACIONES



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Revisión N°: 1
Fecha: 26/06/19

DATOS GENERALES

EQUIPO: **Motor trifásico antiexplosivo 10 HP**
MARCA: **WEG**
MODELO: **132 M**

N° DE IDENTIFICACIÓN:
N° DE TAG A LA FECHA: **BDA-B-BMB01-MOT01**
HOJA DE VIDA N°: **HV-XXXXX**
CATÁLOGO N°: **CAT-0046**



BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Motor eléctrico trifásico antiexplosivo, modelo 132 M, tipo IM B35, acoplado a una bomba centrífuga a través de un acople elástico.

TIEMPOS DE OPERACIÓN

INTERMITENTE

JORNADA LABORAL (8 hs)

CONTINUO

FECHA DE FABRICACIÓN: **27/06/2005**

FECHA DE PUESTA EN MARCHA:

DATOS DEL FABRICANTE Y/O REPRESENTANTE

NOMBRE: **WEG EQUIPAMIENTOS ELECTRICOS S.A.**

CIUDAD: **San Francisco - Córdoba**

TELÉFONO: **+54 3564 421484**

CORREO ELECTRÓNICO: info-ar@weg.net

DATOS OPERATIVOS

Potencia: **10 HP**

Peso: **85 kg**

Voltaje: **380 V**

Amperaje: **14,7 A**

Velocidad nominal: **2920 rpm**

Frecuencia: **50 Hz**

Protección: **IP55**

ELEMENTOS MANTENIBLES DEL EQUIPO

CANTIDAD	ELEMENTO	CÓDIGO
1	Eje	
1	Rodamiento frente - 6308 ZZ C3	
1	Rodamiento trasero - 6207 Z C3	
2	Retén	
1	Ventilador	

OBSERVACIONES



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Revisión N°: 1
Fecha: 20/12/19

DATOS GENERALES

EQUIPO: **BOMBA CENTRIFUGA**
MARCA: **BOMBADUR**
MODELO: **GL2**

N° DE IDENTIFICACIÓN: **2178**
N° DE TAG A LA FECHA: **BDA-B-BMB02-BC02**
HOJA DE VIDA N°:
CATÁLOGO N°: **CAT-0023**



BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

BOMBA CENTRÍFUGA DE 2 ETAPAS PARA GLP DE 25000 LTS/H CONECTADO A UN MOTOR TRIFÁSICO ASINCRÓNICO ANTIEXPLOSIVO. CUERPO, CABEZAL Y TURBINA DE FUNDICIÓN GRIS SAE 120, ASTM 48, CLASE 30. EJE DE ACERO SAE 4140. BRIDAS DE ACERO ASTM A-352. INSERTO DE PISTA FIJA DE CARBURO DE TUNGSTENO. PISTA MÓVIL DE CARBÓN. CÁPSULA DE PORTA RESORTE DE ACERO SAE 1010. RESORTE DE CÁPSULA DE ACERO AISI 416. O-RINGS DE NEOPRENE

TIEMPOS DE OPERACIÓN

INTERMITENTE

JORNADA LABORAL (8 hs)

CONTINUO

FECHA DE FABRICACIÓN:

FECHA DE PUESTA EN MARCHA:

DATOS DEL FABRICANTE Y/O REPRESENTANTE

NOMBRE: **BOMBADUR** TELÉFONO: **+54 11 4222-2333 11 42222333**
CIUDAD: **AVELLANEDA-BUENOS AIRES-ARGENTINA** WhatsApp: **+54 911-6852-3670**
CORREO ELECTRÓNICO: ventas@bombadur.com tecnica@bombadur.com

DATOS OPERATIVOS

CAUDAL: **25000 LTS/H**
POTENCIA: **10 HP**
VELOCIDAD: **2900 RPM**
FLUIDO: **GLP**

BRIDA DE ENTRADA: **3"**

BRIDA DE SALIDA: **2"**

ELEMENTOS MANTENIBLES DEL EQUIPO

CANTIDAD	ELEMENTO	CÓDIGO
1	Acople autoalineante Bombadur ACDG	
1	Rodamiento 6306 blindado C3 ZZ	
1	Rodamiento SKF 6307 blindado C3 ZZ	
5	O-rings de neoprene	
1	O-ring tapa de bomba buma	
1	O-ring tapa de caracol buma	
1	Sello mecánico	

OBSERVACIONES



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Revisión N°: 1
Fecha: 20/12/19

DATOS GENERALES

EQUIPO: Vaporizador directo de GLP

MARCA: ALGAS S.D.I

MODELO: 80/40H

N° DE IDENTIFICACIÓN: 00171

N° DE TAG A LA FECHA: BDA-V-VAP01-VPD01

HOJA DE VIDA N°: HV-XXXXX

CATÁLOGO N°: CAT-0020



BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Vaporizador de GLP de fuego directo de gran capacidad totalmente autónomo que se utiliza para vaporizar exclusivamente gas propano líquido y que posee una capacidad de vaporización de 153,5 kg./hr. El propano líquido ingresa por la entrada de líquido $\varnothing 3/4"$, el cual es calentado por acción del quemador (ubicado en la parte inferior) hasta su vaporización. El vapor es extraído por la salida de vapor $\varnothing 1"$

TIEMPOS DE OPERACIÓN

INTERMITENTE

JORNADA LABORAL (8 hs)

CONTINUO

FECHA DE FABRICACIÓN:

FECHA DE PUESTA EN MARCHA:

DATOS DEL FABRICANTE Y/O REPRESENTANTE

NOMBRE: ALGAS SDI

CIUDAD: Seattle, WA USA

TELÉFONO: +1 206 789 5410

CORREO ELECTRÓNICO: -

DATOS OPERATIVOS

- Caudal: **153,5 kg/h**
- Presión de diseño: **30 BAR**
- Ptenca calorífica: **108370 kJ/hr**
- Temperatura de diseño: **343 °C**
- Presión de operación: **1724 kg/cm²**
- Volumen del intercambiador: **17,9 l**
- Superficie efectiva de transferencia: **0,668 m²**

ELEMENTOS MANTENIBLES DEL EQUIPO

CANTIDAD	ELEMENTO	CÓDIGO
1	Filtro	
1	Kit de ensamble de piloto para quemador	
1	Kit de ensamble de quemador principal	
1	Kit P/N 3-0016 para válvula entrada liquido	
1	Kit N/P 3-0017 para válvula Control capacidad	
1	Termosatao	
1	Termocupla	

OBSERVACIONES



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Revisión N°: 1
Fecha: 20/12/19

DATOS GENERALES

EQUIPO: **VÁLVULA REGULADORA**
MARCA: **ESTUDIO TÉCNICO DOMA S.A.**
MODELO: **DOMA 99**

N° DE IDENTIFICACIÓN: **14660**
N° DE TAG A LA FECHA: **BDA-R-PRG01-PCV02**
HOJA DE VIDA N°:
CATÁLOGO N°: **CAT-0035**



BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN PARA SUMINISTRO DE GLP. MATERIAL DEL CUERPO Y CAMPANA: ACERO FUNDIDO ASTM A216-WCB SERIE 300. CON ORIFICIO DE 7/8" Y CIERRE DE NYLON

TIEMPOS DE OPERACIÓN

INTERMITENTE

JORNADA LABORAL (8 hs)

CONTINUO

FECHA DE FABRICACIÓN:

FECHA DE PUESTA EN MARCHA:

DATOS DEL FABRICANTE Y/O REPRESENTATE

NOMBRE: **DOMA S.A.**

CIUDAD: **SARANDÍ - BUENOS AIRES**

TELÉFONO: **+54 11 4025 9989/2007**

CORREO ELECTRÓNICO: INFO@ETDOMA.COM.AR

DATOS OPERATIVOS

MAXIMA PRESIÓN DE ENTRADA: **17 KG/cm2**

MÁXIMAPRESION SALIDA: **1,5 BAR**

CARACTERISTICAS DE CONTROL: **DE IGUAL PORCENTAJE, LINEAL O APERTURA RÁPIDA**

ESTANQUEIDAD: **CLASE VI (SEGÚN NORMA FCI 70-2-2006)**

POSICIÓN DE FALLA: **CERRADA**

ELEMENTOS MANTENIBLES DEL EQUIPO

CANTIDAD	ELEMENTO	CÓDIGO
1	Diafragma de nitrilo con tela nylon	

OBSERVACIONES



FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Revisión N°: 1
Fecha: 02/01/20

DATOS GENERALES

EQUIPO: **Camioneta**

N° DE IDENTIFICACIÓN: **L-LCO-JIL-732**

MARCA: **Toyota**

HOJA DE VIDA N°: **HV-JIL-732**

MODELO: **Hilux 4x4 C/D DX 2.5L TDI - C3**

CATÁLOGO N°:

FRENTE



LAT. DERECHO



POSTERIOR



LAT. IZQUIERDO



BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

La camioneta se encuentra en la localidad de Las Coloradas, bajo responsabilidad de De Prado.

TIEMPOS DE OPERACIÓN

INTERMITENTE

JORNADA LABORAL (8 hs)

CONTINUO

FECHA DE FABRICACIÓN: **2010**

FECHA DE PUESTA EN MARCHA: **2010**

DATOS DEL SERVICIO TÉCNICO

NOMBRE: **Mecánica Maureira**

CORREO ELECTRÓNICO:

CIUDAD: **Cipolletti, Río Negro**

TELÉFONO: **+5492995469800**

DIRECCIÓN: **Calle General Paz N°203**

SITIO WEB:

DATOS OPERATIVOS

Kilometraje: **105800**

Fecha: **08-10-2019**

Tracción: **4x4**

GPS: **Sí**

Cabina: **Doble**

OBSERVACIONES

El responsable del vehículo debe circular con todos los elementos de seguridad necesarios, como así también toda la documentación obligatoria.



PLAN DE MANTENIMIENTO

Rev: 01

Planta: BAJADA DEL AGRIO		Fecha revisión: 07/01/2020										
Equipo	Actividad	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	2 años	3 años	5 años	10 años	Observaciones
Magueras GLP	Inspección visual	x										
	Prueba hidráulica					x						
Acoples rápidos	Inspección visual	x										
	Inspección de puesta a tierra (descargadero)						x					
Bomba GLP	Inspección visual	x										
	Cambio de sello						x					
	Cambio de rodamientos							x				Sujeto a la inspección interna al momento de desarme
	Inspección interna						x					
	Verificar bulones de anclaje					x						
	Inspección del sistema de acople	x										
	Inspección de puesta a tierra						x					
Motor eléctrico	Inspección visual	x										
	Lubricar rodamientos (de ser necesario)								x			
	Cambios de rodamientos									x		
	Inspección del eje								x			
	Inspección del bobinado								x			
	Inspección de bomera								x			
	Inspección refrigeración								x			
Tanques almacenamiento GLP	Inspección de puesta a tierra						x					
	Inspección visual	x										
	Pintura							x				
	Medición de espesores										x	
	Radiografiado de soldaduras										x	
	Prueba hidráulica										x	
	Lavado e inspección interna										x	
Línea de suministro	Reguladora											
	Control de funcionamiento	x										
	Inspección						x					Previo puesta en marcha vaporizadores
	Cambio de sellos dinámicos y control de diafragmas								x			
	Cambio de todos los sellos dinámicos y diafragmas									x		
Filtro	Limpeza de tamiz			x								
Termostato	Inspección de funcionamiento						x					Previo puesta en marcha vaporizadores
Quemador vaporizadores	Control de funcionamiento	x										
	Inspección y limpieza de quemador						x					Previo puesta en marcha vaporizadores
	Revisión de piloto y encendido a distancia						x					Previo puesta en marcha vaporizadores
Vaporizador tipo directo	Limpeza de chimenea de gases quemados						x					
	Pintura cuerpo							x				
	Desarme y limpieza interior						x					
	Inspección de tanque de presión						x					
	Prueba hidráulica del tanque de presión										x	
	Inspección de puesta a tierra						x					
Separador GLP	Inspección visual	x										
	Pintura							x				
	Medición de espesores										x	
	Radiografiado de soldaduras										x	
	Prueba hidráulica										x	
	Lavado e inspección interna										x	
Chimenea quemado	Inspección de puesta a tierra						x					
	Control del sistema de encendido	x										
	Prueba de funcionamiento solenoides						x					
	Control de funcionamiento reguladora			x								
Válvula reguladora	Cambio de sellos y diafragmas reguladora								x			
	Inspección visual	x										
	Pintura						x					
	Verificación estado de juntas y calibración						x					
	Verificación estado de diafragma y calibración						x					
Válvula reguladora	Inspección de funcionamiento de instrumental						x					
	Verificación de silenciador y rejilla (EQA TA 956)						x					



PLAN DE MANTENIMIENTO

Rev: 01

Planta: BAJADA DEL AGRIO

Fecha revisión: 07/01/2020

Equipo	Actividad	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	2 años	3 años	5 años	10 años	Observaciones
Válvula reguladora	Verificación estado de pilotos y conexiones						x					
	Verificación o'ring y diafragma (vál. bloqueo), calibración						x					
Filtro	Purgado			x								
	Limpieza de tamiz					x						
	Cambio de papel filtrante (de ser necesario)					x						
Odorizador	Inspección de funcionamiento	x										
	Verificación del filtro			x								
	Verificar estado de manguera conectora			x								
Salida a distribución	Inspección visual	x										
	Pintura						x					
	Inspección junta monolítica					x						
Válvulas	Esférica (de operación)	Lubricación y accionamiento			x							
		Desarme e inspección							x			
	Tipo aguja	Lubricación y accionamiento			x							
		Desarme e inspección								x		
	De alivio por venteo	Desarme, limpieza y calibrado						x				
	De exceso de flujo	Prueba de funcionamiento					x					
	Antiretorno	Desarme e inspección						x				
		Prueba de funcionamiento						x				
	Solenoides	Prueba de funcionamiento						x				
	Instrumental	Manómetros	Verificación de funcionamiento y limpieza					x				
Desarme, limpieza y calibración								x				
Termómetros		Verificación de funcionamiento y limpieza						x				
		Desarme, limpieza y calibración						x				
Indicador de nivel rotativo		Limpieza cuadrante indicador				x						
Indicador de nivel fijo	Verificar funcionamiento						x					
Iluminación	Verificar baterías de iluminación de luces de emergencia	x										
	Verificar funcionamiento de células fotovoltaicas		x									
	Control de correcto funcionamiento de luminarias		x									
	Control funcionamiento sistema de alumbrado						x					
	Medición de resistencia del sistema							x				
	Medición de luminosidad								x			
Extintores	Control de existencia y ubicación	x										
	Verificar estado y fecha de vencimiento de carga			x								
	Recarga de extintores							x				
	Prueba hidráulica de extintores									x		
Otros	Medición de resistencia de puesta a tierra							x				
	Verificación de estado del cerco perimetral				x							
	Limpieza y desmalezado de planta				x							



CHECK LIST DIARIO DE MANTENIMIENTO

Fecha:

PLANTA: BAJADA DEL AGRIO

OPERARIO:

	ESTADO	B	R	M	OBSERVACIONES
DESCARGADERO	VÁLVULAS				
	INSTRUMENTACIÓN				
	MANGUERAS Y ACOPLES				
BOMBEO	VÁLVULAS				
	INSTRUMENTACIÓN				
	BOMBAS				
	COMPRESOR				
TANQUES	MOTORES				
	VÁLVULAS				
VAPORIZACIÓN	INSTRUMENTACIÓN				
	VÁLVULAS				
	LINEA DE GAS PARA QUEMADORES				
	VAPORIZADORES				
	NIVEL DE AGUA (VAPORIZADORES)				
	TEMPERATURA DEL AGUA (VAPORIZADORES)				
	QUEMADORES (VAPORIZADORES)				
	CALDERAS				
	NIVEL DE AGUA (CALDERAS)				
BOMBAS P/CALDERAS					
SEPARADOR	VÁLVULAS				
	INSTRUMENTACIÓN				
CHIMENEA	SISTEMA DE ENCENDIDO				
REGULACIÓN	VÁLVULAS				
	INSTRUMENTACIÓN				
	FILTROS				
	ODORIZADOR				
LUMINARIA	CARGA LUCES DE EMERGENCIA				
	SECTORIZADA				
	PERIMETRAL				
EXTINTORES	CONTROL DE EXISTENCIA Y UBICACIÓN				

FIRMA DEL OPERARIO

Nota: Completar según correspondencia: **B**: bueno; **R**: regular; **M**: malo. En caso de que el equipo no se encuentre instalado, completar con **N/A**.



CHECK LIST MENSUAL DE MANTENIMIENTO

Fecha:

Hoja de

PLANTA: BAJADA DEL AGRIO

OPERARIO:

	ESTADO	B R M			OBSERVACIONES			
		B	R	M				
DESCARGADERO	CAÑERIAS, SELLOS Y TAPONES							
	VÁLVULAS							
	INSTRUMENTACIÓN							
	MANGUERAS Y ACOPLEROS							
	DEPÓSITO DE MANGUERAS							
	PARAGOLPE ANTIEXPLOSIVO							
	CONEXIÓN PUESTA A TIERRA							
BOMBEO	CAÑERIAS Y SELLOS							
	VÁLVULAS							
	INSTRUMENTACIÓN							
	BOMBAS							
	GIRO LIBRE DEL IMPULSOR							
	COMPRESOR							
	ACOPLES							
	MOTORES							
	ANCLAJE A BASTIDORES							
CONEXIÓN PUESTA A TIERRA								
TANQUES	CAÑERIAS Y SELLOS							
	VÁLVULAS							
	INSTRUMENTACIÓN							
	CORROSIÓN EXTERNA							
VAPORIZACIÓN	CONEXIÓN PUESTA A TIERRA							
	CAÑERIAS Y SELLOS							
	VÁLVULAS							
	LÍNEA DE SUMINISTRO INTERNO							
	CONEXIÓN PUESTA A TIERRA							
	VAPORIZADORES DIRECTOS				Vap. 1	Vap. 2	Vap. 3	Vap. 4
	PRESIÓN DE VAPOR DE SALIDA [kg/cm ²]							
	PRESIÓN DE GAS EN LÍNEA SUMINISTRO [kg/cm ²]							
	PRESIÓN DE GAS ENTRADA QUEMADOR [kg/cm ²]							
	CONSUMO DE GAS COMBUSTIBLE [m ³ /mes]							
	CORROSIÓN EXTERNA							
	PINTURA							
	PÉRDIDAS DE GAS							
	QUEMADOR PRINCIPAL							
	PILOTO							
	TERMOCUPLA							
	ENCENDIDO ELÉCTRICO							
	ELECTROVÁLVULA DE CORTE							
	TERMOSTATO							
	CHIMENEA DE GASES QUEMADOS							
PUERTA DEL VAPORIZADOR								
SEPARACIÓN	CAÑERIAS Y SELLOS							
	VÁLVULAS							
	INSTRUMENTACIÓN							
	SEPARADOR							
	NIVEL LÍQUIDO SEPARADOR							
	CONEXIÓN PUESTA A TIERRA							
REGULACIÓN	CAÑERIAS Y SELLOS							
	VÁLVULAS							
	INSTRUMENTACIÓN							
	REGULADORAS				Reguladora 1	Reguladora 2		
	PRESIÓN AGUAS ARRIBA REGULADORA [kg/cm ²]							
	PRESIÓN REGULADA [kg/cm ²]							
	FILTROS							
ODORIZADOR								



CHECK LIST MENSUAL DE MANTENIMIENTO

Fecha:

Hoja de

PLANTA: BAJADA DEL AGRIO

OPERARIO:

	ESTADO	B	R	M	OBSERVACIONES
LUMINARIA	CARGA LUCES DE EMERGENCIA				
	SECTORIZADA				
	PERIMETRAL				
	CÉLULAS FOTOVOLTAICAS				
EXTINTORES	VERIFICACIÓN DE FECHA Y ESTADO DE CARGA				
	VERIFICACIÓN DE PRECINTO Y CLAVIJA				
	VERIFICACIÓN DE MANÓMETRO				
	VERIFICACIÓN FECHA DE PRUEBA HIDRÁULICA				
	CASETA PARA EXTINTOR				



PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

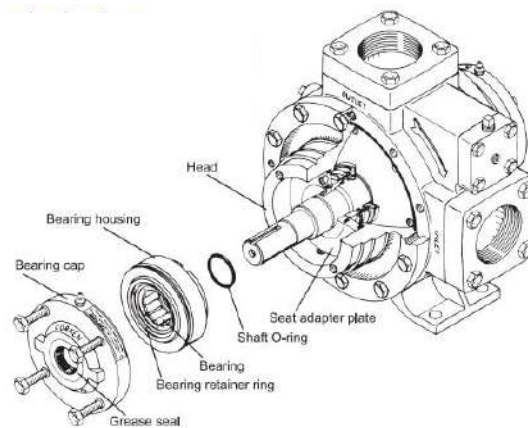
Bombas Corken



Paso 1: despresurizar y abrir la bomba

Retirar la carcasa y la tapa de rodamiento. Es posible que la carcasa del cojinete este oxidada o congelada por lo que podría ser necesario retirar el cabezal de la bomba completo. Una vez fuera se puede extraer la carcasa con un bloque de madera.

Retire el o´ring y deséchelo. Nunca reutilice un o´ring excepto en caso de emergencia. Si se está instalando un nuevo cojinete o sello de cojinete hágalo ahora.



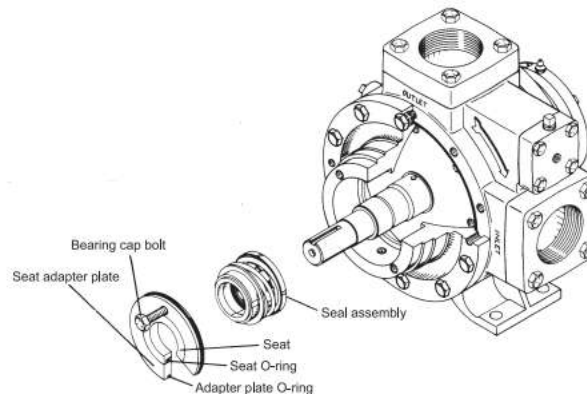
Paso 2: retirar los sellos viejos

La placa adaptadora de asiento se puede quitar usando un perno de la carcasa como extractor. No tenga en cuenta la antigua placa adaptadora del o´ring, el asiento y el o´ring. Retire y deseche el resto del sello viejo. Limpie a fondo todas las superficies que estén en contacto con los o´rings. Use un esmeril fino o estopa. La superficie por debajo del o´ring de sello debe ser lisa y brillante.



PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

Lubrique todas las superficies con aceite limpio liviano. No permita que se acumule suciedad en las piezas.

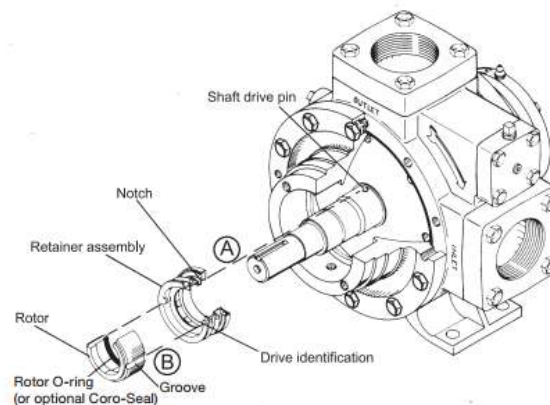


Paso 3: alineación adecuada del nuevo sello

Este es el paso más crítico en la instalación del sello. Con las manos limpias desenvuelva el sello nuevo sin tocar las caras del mismo

Localizar la muesca en la parte posterior del conjunto de retención y colocarla sobre la muesca del eje. Si las muescas no coinciden, el sello no estará bien colocado y provocará filtraciones. La instalación del conjunto de retención no debe requerir esfuerzo alguno

Sostenga el rotor de carbón sin tocar las caras lapeadas; lubricar el o´ring del rotor con un aceite liviano e instalar ambos sobre el eje de la bomba. Las hendiduras en el rotor de carbón deben alinearse con las muescas del conjunto de retención. Caso contrario el sello estará colocado erróneamente provocando pérdidas. No permita que el rotor de carbón se rompa. Esto puede provocar que la cara lapeada se estropee



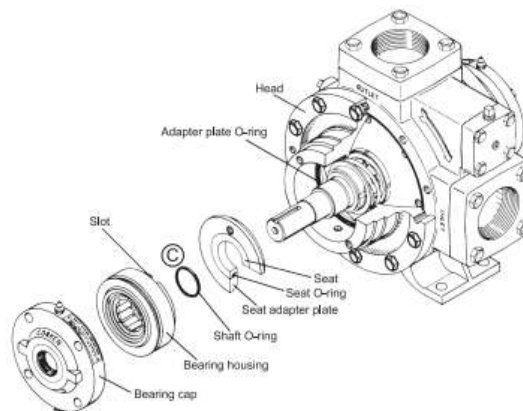


PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

Paso 4: completando la instalación

Después de aplicar aceite a la nueva placa del o´ring, insértelo en el cabezal de la bomba. Sin tocar la cara lapeada inserte el nuevo asiento y coloque el o´ring lubricado en la placa adaptadora. Instale la misma en el cabezal de la bomba e instale el o´ring en el eje.

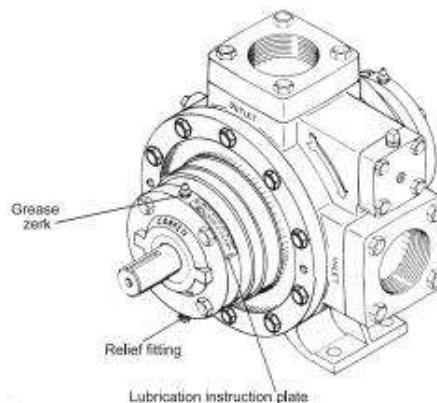
Deslice la carcasa del rodamiento en el eje y coloque la tapa del mismo usando el método de ajuste en cruz de los tornillos. Asegúrese que el eje se puede mover libremente



Paso 5: lubricación apropiada

Para una lubricación apropiada utilizar grasa para rodamientos de bolillas ML-G-10924C. Cada bomba está equipada con un alemite y un tapón de purga. Antes de engrasar el rodamiento debe asegurarse que el alemite y el tampón de purga se encuentren limpios. Caso contrario se puede producir un paso forzado de alguna suciedad lo que provocaría una falla temprana del rodamiento.

El sobre engrasado puede provocar inconvenientes sobre el rodamiento de la bomba, se debe utilizar una grasera. Rellene de grasa lentamente hasta que el tapón de purga se abra. El sobrante de grasa puede ser expulsado durante varias horas después de esta actividad.

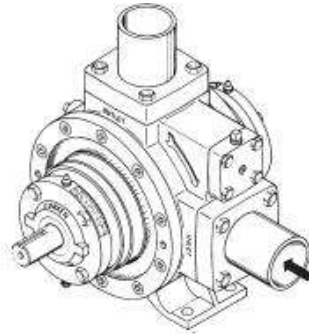




PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

Paso 6: presurización del sistema

Para mejorar los resultados se recomienda una presurización progresiva introduciendo vapor antes de introducir el líquido a la bomba. Cuando el GLP líquido entra despresurizado, incluso lentamente, puede congelar los o 'ring/elastómeros provocando que estos no sellen bien y provocando pérdidas





CHECK LIST FLOTA LIVIANA

Rev 01

FECHA DE INSPECCIÓN:	LUGAR:	OPERARIO:
MARCA:	MODELO:	KM:
		PATENTE:
		AÑO:

TERMINOLOGÍA A UTILIZAR: B (Bueno); R (Regular); M (Malo); F (Falta); NA (No Aplica)

ILUMINACION, BOCINA Y FRENOS	B	R	M	F	NA	SEGURIDAD	B	R	M	F	NA	EXTERIOR	B	R	M	F	NA
1- Luces de posición delanteras / traseras						1- Cinturones de seguridad						1- Parabrisas y vidrios laterales					
2- Luces altas y bajas						2- Apoyacabezas						2- Espejos retrovisores					
3- Luces de giro delanteras / traseras						3- Extintor 1 Kg						3- Funcionamiento del limpiaparabrisas					
4- Luces de freno						4- Extintores externos						4- Escobillas del limpia parabrisas					
5- Luces de indicación marcha atrás						5- Botiquín de primeros auxilios						5- Funcionamiento del zorrino					
6- Balizas intermitentes						6- Balizas triángulo o conos						6- Sistema de cierre de puertas					
7- Alarma acústica de retroceso						7- Arrestallamas						7- Paragolpes trasero/ delantero					
8- Bocina						8- Círculo de velocidad máxima						8- Estado de neumáticos					
9- Funcionamiento de frenos						9- Bandas retroreflectivas						9- Rueda de auxilio					
10- Freno de mano						10- Crique y llave de rueda						10- Nivel de aceite motor					
11- Indicadores de tablero						11 - Sistema de rastreo satelital						11- Nivel de refrigerante motor					
12- Parasoles												12- Nivel de líquido de frenos					

DOCUMENTACION OBLIGATORIA

1- Cédula de identificación						3- Verificación Técnica						Vencimiento:
2- Chapa patente						4- Seguro obligatorio (Tarjeta y Póliza)						Vencimiento:

OBSERVACIONES:

FIRMA DEL OPERARIO

Nota: Completar según corresponda **B:** bueno; **R:** regular; **M:** malo; **F:** falta; **N/A:** no aplica.



INFORME DE MANTENIMIENTO

IM N°:
Rev 01

PLANTA:

FECHA:

ORDEN DE TRABAJO N°:

NOMBRE DE EQUIPO

TAG EQUIPO:

DETALLE DE EQUIPO

PERSONAL ENCARGADO DE LA TAREA

EJECUTANTE	NOMBRE
PERSONAL DE MANTENIMIENTO	
OPERADOR DE PLANTA	
CONTRATISTA	

TRABAJO A REALIZAR

DESCRIPCIÓN DE DAÑOS ENCONTRADOS

REPUESTOS EMPLEADOS

FECHA INICIO:

HORA:

FECHA FINALIZACIÓN:

HORA:

TIEMPO DE PARADA EQUIPO

OBSERVACIONES

EJECUTÓ:

FIRMA:

FECHA:

RECIBÍ Y APROBÓ:

FIRMA:

FECHA:

UTILICE SIEMPRE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAL



INFORME DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN

IM&C N°:

PLANTA:

FECHA:

ORDEN DE TRABAJO N°:

NOMBRE DE EQUIPO:

TAG EQUIPO:

UBICACIÓN DE EQUIPO:

DETALLE DE EQUIPO

MARCA:

DIÁMETRO:

MODELO:

SERIE:

DATOS DE MANÓMETRO DE COMPARACIÓN

MARCA:

RANGO:

MODELO:

CERTIFICADO:

TAMAÑO:

TAREAS A REALIZAR

				INICIO	FINALIZACIÓN
Desarme:	<input type="checkbox"/>	Cambio:	<input type="checkbox"/>	FECHA:	FECHA:
Limpieza:	<input type="checkbox"/>	Armado:	<input type="checkbox"/>	HORA:	HORA:
Reparación:	<input type="checkbox"/>	Inspección final:	<input type="checkbox"/>		

DESCRIPCIÓN DE DAÑOS ENCONTRADOS

REPUESTOS EMPLEADOS

CALIBRACIÓN

PRESIÓN DE CALIBRACIÓN:

VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO:

OBSERVACIONES

EJECUTÓ:

APROBÓ:

FIRMA:

FIRMA:

FECHA:

FECHA:

UTILICE SIEMPRE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAL

