

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
EN RECIPIENTES DE ALTA PRESIÓN DE 250 PSIG PARA EL  
ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE DE GLP Y SU  
CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PLANTA ZINSAC DEL  
PERÚ- PUENTE PIEDRA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO**

**MIGUEL ANGEL RONDINEL CASAS**

**JUAN JOSE ENRIQUE VILLEGAS**

**Callao, mayo, 2018**

**PERÚ**

**ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TITULO PROFESIONAL**  
**MODALIDAD: TESIS SIN CICLO DE TESIS**

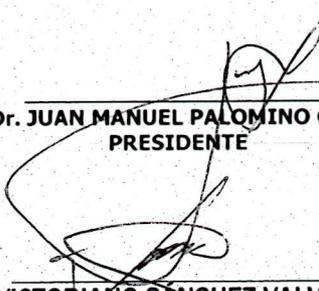
Al DOS día del mes de AGOSTO del dos mil dieciocho, siendo las 11:00am. se procedió a la instalación del Jurado de Sustentación de Tesis en la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, conformado por los siguientes docentes:

- **PRESIDENTE** : Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
- **SECRETARIO** : Mg. JAIME GREGORIO FLORES SÁNCHEZ
- **VOCAL** : Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE
- **ASESOR** : Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA

Con el fin de dar inicio a la **SUSTENTACION DE LA TESIS**, presentada por los señores Bachs. Ing. Mecánica **ENRIQUE VILLEGAS, Juan José y RONDINEL CASAS, Miguel Ángel** quienes habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustentaran la Tesis titulada: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN RECIPIENTES DE ALTA PRESIÓN DE 250PSIG PARA EL ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE DE GLP Y SU CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PLANTA ZINSAC DEL PERU – PUENTE PIEDRA”**

Con el quórum reglamentario de Ley se dio inicio a la Sustentación de Tesis de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente, luego de las preguntas formuladas y efectuadas las deliberaciones pertinentes, se acordó dar por APROBADO con el calificativo de BUENO (13), al señor Bach. Ing. Mecánica **ENRIQUE VILLEGAS, Juan José**, y dar por AMOBADO al señor Bach. Ing. Mecánica **RONDINEL CASAS, Miguel Ángel** con el calificativo de BUENO (13)

Con lo que se dió por cerrada la sesión a las 12:30 del día 02 de Agosto del 2018.

  
Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA  
PRESIDENTE

  
Mg. JAIME GREGORIO FLORES SÁNCHEZ  
SECRETARIO

  
Ing. VICTORIANO SANCHEZ VALVERDE  
VOCAL

  
Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios por haberme  
Guiado y darme la fortaleza para  
no darme por vencido y a toda mi  
familia en especial a mi madre  
porque siempre me impulso a  
superarme y brindarme su apoyo  
incondicional para lograr mis  
objetivos y llegar ser un profesional,  
a mi padre que día a día se esforzó  
para brindarme la oportunidad de  
estudiar y así cumplir con el sueño  
de ser profesional.

### **Rondinel Casas Miguel Angel**

Agradezco a Dios por darme la  
sabiduría y fortaleza para  
Afrontar cada reto que se me  
presenta en la vida y a mí  
Familia en especial a mi madre y  
hermana porque siempre confiaron  
en mí, estuvieron a mi lado  
brindándome su apoyo y así lograr  
mis objetivos profesionales, a mi  
padre que siempre me inculco que  
los estudios son primero y aunque  
el ya no está presente de manera  
física siempre estará en mi corazón  
y a mi esposa que me brinda  
siempre su apoyo absoluto, para  
cumplir mis metas y una de ellas,  
fue sacar adelante esta tesis.

### **Enrique Villegas Juan José**

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro más sincero agradecimiento a la UNIVESIDAD NACIONAL DEL CALLAO, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles para la sociedad. Para todos los docentes que nos apoyaron con sus conocimientos y sabiduría, a la empresa ZINSAC DEL PERÚ por brindarnos el apoyo en la documentación e información de los trabajos realizados en la empresa, para la elaboración de nuestra tesis , en especial a nuestro asesor el ING. Alejos Zelaya Jorge Luis, que supo orientarnos de la mejor manera. A los amigos que nos acompañaron en el transcurso de esta etapa de la vida y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito la carrera universitaria.

## ÍNDICE

	Pág.
TABLAS DE CONTENIDO	4
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE GRAFICOS	11
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.1 Identificación del problema	15
1.2 Formulación del problema	17
1.2.1 Problema General.	17
1.2.2 Problemas Específicos	17
1.3 Objetivos de la investigación	18
1.3.1 Objetivo General	18
1.3.2 Objetivos Especificos	18
1.4 Justificación	19
1.5 Importancia	21
II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Antecedentes del estudio	22
2.2 Marco Conceptual	26

2.3	Definiciones de terminos básicos.	61
2.4	Normatividad	66
III.	VARIABLES E HIPÓTESIS	68
3.1	Variables de la Investigación	68
3.1.1	Variable Independiente.	68
3.1.2	Variable dependiente.	68
3.2	Operacionalizacion de variables	70
3.3	Hipótesis	71
3.3.1	Hipótesis general	71
3.3.1	Hipótesis Especificas.	71
IV	METODOLOGÍA	72
4.1	Tipo de investigación.	72
4.2	Diseño de investigación.	72
4.3	Poblacion y muestra.	236
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	239
4.5	Procedimientos de recolección de datos.	239
4.6	Procesamiento estadístico y análisis de datos.	242
V .	RESULTADOS.	243
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	255

6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados.	255
6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares.	260
VII. CONCLUSIONES.	261
VIII. RECOMENDACIONES.	262
IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	264
ANEXOS.	265
• Matriz de Consistencia	265
• Otros anexos necesarios para respaldo de la investigación	266

## TABLA DE CONTENIDOS

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA (N°)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
TABLA N° 2.1	PROPIEDADES DEL GLP	28
TABLA N° 2.2	DESCRIPCIÓN DE UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS	31
TABLA N° 2.3	CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA INTERNA	39
TABLA N° 2.4	CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD	40
TABLA N° 2.5	CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA DE DRENAJE	41
TABLA N° 2.6	CARACTERÍSTICAS DEL MANÓMETRO	42
TABLA N° 2.7	CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA DE NIVEL	44
TABLA N° 2.8	CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR DE VOLUMEN	45
TABLA N° 3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	70
TABLA N° 4.1	INVENTARIO DE HERRAMIENTAS, MATERIALES, MÁQUINAS Y EQUIPOS DESTINADOS AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA PLANTA ZINSAC.	75
TABLA N° 4.2	CODIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS	77
TABLA N° 4.3	TARJETA MAESTRA	82
TABLA N° 4.4	HOJA DE VIDA DEL TANQUE	84
TABLA N° 4.5	HOJA DE VIDA DEL TANQUE	85

TABLA N° 4.6	DISEÑO DE FORMATOS PARA LA DEBIDA ADMINISTRACIÓN	87
TABLA N° 4.7	CATEGORÍA DE ANÁLISIS PARA LA INTERPRETACIÓN DEL PROMEDIO	97
TABLA N° 4.8	INDICADOR CALIDAD DE SERVICIO	98
TABLA N° 4.9	INDICADOR CALIDAD DE SERVICIO	99
TABLA N° 4.10	INDICADOR CALIDAD DE SERVICIO	99
TABLA N° 4.11	INDICADOR CALIDAD DE SERVICIO	100
TABLA N° 4.12	INDICADOR DISPONIBILIDAD	100
TABLA N° 4.13	INDICADOR DISPONIBILIDAD	101
TABLA N° 4.14	INDICADOR DISPONIBILIDAD	101
TABLA N° 4.15	INDICADOR CONFIABILIDAD	102
TABLA N° 4.16	INDICADOR CONFIABILIDAD	102
TABLA N° 4.17	INDICADOR CONFIABILIDAD	103
TABLA N° 4.18	INDICADOR MANTENIBILIDAD	103
TABLA N° 4.19	INDICADOR MANTENIBILIDAD	104
TABLA N° 4.20	INDICADOR MANTENIBILIDAD	104
TABLA N° 4.21	INDICADOR COSTOS	105

TABLA N° 4.22	INDICADOR COSTOS	105
TABLA N° 4.23	INDICADOR COSTOS	106
TABLA N° 4.24	INDICADORES DE MANTENIMIENTO	106
TABLA N° 4.25	CUADRO COMPARATIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO	107
TABLA N° 4.26	REGISTRO DE LOS TANQUES	117
TABLA N° 4.27	PRUEBA HIDROSTÁTICA	130
TABLA N° 4.28	REGISTRO DE PRUEBA NEUMÁTICA	131
TABLA N° 4.29	REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL	132
TABLA N° 4.30	REGISTRO DE ENSAYOS DE TINTES PENETRANTES	133
TABLA N° 4.31	CHECKLIST DE INSPECCIÓN	134
TABLA N° 4.32	REGISTRO DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL RECIPIENTE A PRESIÓN	149
TABLA N° 4.33	REGISTRO DE FRECUENCIAS SEMANAL EN EL MANTENIMIENTO DEL RECIPIENTE A PRESIÓN	150
TABLA N° 4.34	REGISTRO DE FRECUENCIAS MENSUAL EN EL MANTENIMIENTO DEL RECIPIENTE A PRESIÓN	151
TABLA N° 4.35	REPORTE DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	153
TABLA N° 4.36	REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	156

TABLA N° 4.37	FICHA TÉCNICA UNICA DE LOS EQUIPOS	157
TABLA N° 4.38	FICHA DE CONTROL DE ÓRDENES DE TRABAJO	158
TABLA N° 4.39	FICHA DE REQUISICIÓN DE REPUESTOS Y ACCESORIOS	159
TABLA N° 4.40	FICHA DE CONTROL DE PAROS	160
TABLA N° 4.41	FICHAS DE REPORTES MENSUALES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	161
TABLA N° 4.42	MÁXIMO DESALINEAMIENTO PERMITIDO	180
TABLA N° 4.43	MÁXIMA REFORZAMIENTO DE ESPESOR	181
TABLA N° 4.44	MODIFICACIONES DEL DOCUMENTO DE LA INSPECCIÓN VISUAL	184
TABLA N° 4.45	MODIFICACION DE DOCUMENTO DE LA PRUEBA HIDROSTATICA	189
TABLA N° 4.46	MODIFICACION DE DOCUMENTO DE LA PRUEBA NEUMATICA	193
TABLA N° 4.47	ANGULOS DE LOS PALPADORES Y ESPESORES DEL METAL BASE	198
TABLA N° 4.48	MODIFICACION DE DOMUNETO DE ULTRASONIDO	215
TABLA N° 4.49	MODIFICACION DEL DOCUMENTO DE PARTICULAS MAGNETICAS	225
TABLA N° 4.50	MOFICICACION DE DOCUMENTO DE TINTES PENETRANTES	235
TABLA N° 5.1	SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA INTERMEDIA DEL TANQUE	247

TABLA N° 5.2	SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA POSTERIOR DEL TANQUE	248
TABLA N° 5.3	SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE VÁLVULAS INTERNAS	249
TABLA N° 5.4	TRABAJOS EN LOS PATRONES DE VOLUMEN Y MANHOLD	250
TABLA N° 5.5	INSPECCIÓN DE LAS VÁLVULAS DE VOLUMEN, SEGURIDAD Y SUPERFICIE EXTERIOR DEL TANQUE	251
TABLA N° 5.6	CONFORMIDAD DE INSPECCIÓN	252
TABLA N° 5.7	CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	253
TABLA N° 6.0	CUADRO COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE LA HIPÓTESIS AL REALIZAR LOS TRABAJOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON LOS TRABAJOS EMPÍRICOS DEL MANTENIMIENTO ANTERIOR	256

## LISTA DE FIGURAS

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA (N°)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
FIGURA N° 2.1	ESQUEMA DEL TANQUE GLP	30
FIGURA N° 2.2	TAPA PLANA	32
FIGURA N° 2.3	TAPA PLANA CON CEJA	33
FIGURA N° 2.4	TAPA ÚNICAMENTE ABOMBADA	34
FIGURA N° 2.5	TAPA TORIESFÉRICA	35
FIGURA N° 2.6	TAPAS SEMIELÍPTICAS	36
FIGURA N° 2.7	TAPAS SEMIESFÉRICAS	37
FIGURA N° 2.8	VÁLVULA INTERNA	39
FIGURA N° 2.9	VÁLVULA DE SEGURIDAD	40
FIGURA N° 2.10	VÁLVULA DE DRENAJE	41
FIGURA N° 2.11	MANÓMETRO	42
FIGURA N° 2.12	TERMÓMETRO	43
FIGURA N° 2.13	VÁLVULA DE NIVEL	44
FIGURA N° 2.14	MEDIDOR DE VOLUMEN	45
FIGURA N° 2.15	ENTRADA DE HOMBRE	46
FIGURA N° 2.16	CÁNCAMOS DE IZAJE	47

FIGURA N° 4.1	SUPERFICIE CILÍNDRICA INFERIOR DEL TANQUE	124
FIGURA N° 4.2	MEDICIÓN DE ESPEORES DE LA PARED DEL TANQUE	125
FIGURA N° 4.3	EJES UBICADOS A 0°, 45° Y 135° PARA MEDICIÓN DE ESPEORES DE LA PARED DEL TANQUE	125
FIGURA N° 4.4	UNIDAD DE TRANSPORTE GRANELERA	137
FIGURA N° 4.5	UNIDAD DE TRANSPORTE PRIMARIO	137
FIGURA N° 4.6	ACONDICIONAMIENTO DE ANDAMIOS PARA TRABAJOS EN ALTURA EN EL TANQUE	138
FIGURA N° 4.7	REPARACIÓN DE FUGAS EN MANHOLE DE UNIDAD CISTERNA	138
FIGURA N° 4.8	MANTENIMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL	139
FIGURA N° 4.9	INSPECCIÓN INTERNA DE UNIDAD CISTERNA	139
FIGURA N° 4.10	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO REMOTO Y DE EMERGENCIA DE VÁLVULAS INTERNAS	140
FIGURA N° 4.11	MANTENIMIENTOS DE LÍNEA DE CARGA Y DESCARGA DE GLP LÍQUIDO Y VAPOR	140
FIGURA N° 4.12	REPARACIÓN DE VÁLVULAS INTERNAS DE LÍNEA DE LÍQUIDO Y VAPOR	141

FIGURA N° 4.13	CAMBIO DE VÁLVULAS DE BOLA EN LÍNEA DE VAPOR Y LÍQUIDO	141
FIGURA N° 4.14	VERIFICACIÓN DE FUGAS DE GLP CON EQUIPO DETECTOR DE GASES	142
FIGURA N° 4.15	ACABADO SUPERFICIAL DE SOLDADURAS A TOPE LONGITUDINAL Y CIRCUNFERENCIAL	179
FIGURA N° 4.16	EQUIPO DE ULTRASONIDO EPOCH 4B	197
FIGURA N° 4.17	BLOQUE DE CALIBRACIÓN IIW V1	200
FIGURA N° 4.18	AMPLITUD AL 80% DEL NIVEL DE REFERENCIA DE LA CURVA DAC	201
FIGURA N° 4.19	OBTENCIÓN DEL ECO A 0.5 SALTO	202
FIGURA N° 4.20	OBTENCIÓN DEL ECO A 1.0 SALTO Y 1.5 SALTO	203
FIGURA N° 4.21	LA CURVA DAC UNIENDO LOS PUNTOS	204
FIGURA N° 4.22	SENSIBILIDAD Y DISTANCIA	205
FIGURA N° 4.23	BARRIDA EN ZIG ZAG	206
FIGURA N° 4.24	ESCANEO DEL METAL BASE	208
FIGURA N° 4.25	UBICACIÓN DE LA FALLA DE SOLDADURA	209
FIGURA N° 4.26	DETERMINAN LONGITUD DE LA FALLA O DISCONTINUIDAD	209

FIGURA N° 4.27	ESCAÑEADO CON EL TRANSDUCTOR	210
FIGURA N° 4.28	UBICACIÓN DE FALLA EN LA SOLDADURA	211
FIGURA N° 4.29	SEÑALES PULSO ECO	212
FIGURA N° 4.30	PANTALLA DE CALIBRACIÓN LONGITUDINAL	213
FIGURA N° 4.31	PLANO DE LAS ÁREAS DE TRABAJO	241
FIGURA N° 5.1	UNIDAD DE TRANSPORTE DE GLP INSPECCIONADA	246

## LISTA DE GRAFICOS

### ÍNDICE DE GRAFICOS

<b>GRAFICOS (N°)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
GRAFICO N° 6.1	VARIACIÓN PORCENTUAL EN LA EFICIENCIA DEL TRABAJO	257
GRAFICO N° 6.2	VARIACIÓN PORCENTUAL DE LOS COSTOS CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO	258
GRAFICO N° 6.3	VARIACIÓN PORCENTUAL EN LA ENTREGA DE LOS TRABAJOS CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO	259

## RESUMEN

La presente tesis trata sobre el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en recipientes de alta presión de 250 psig para el almacenamiento, transporte de glp y su certificado de conformidad. Planta Zinsac del Perú- Puente Piedra. La cual nos permitirá llevar un mejor control, organización y planificación de los trabajos y de esta manera se logrará una mayor producción, reducción de costos, ahorro de tiempo y los trabajos serán de mejor calidad.

A su vez permitirá que la verificación de los trabajos se realice de manera adecuada, realizando un seguimiento mediante registros ,formatos, fichas que permitan llevar un historial de los trabajos realizados y por realizar, dicho plan de mantenimiento tiene procedimientos a seguir para lograr alcanzar los objetivos y metas ,por lo cual se basara en herramientas que serán útiles para realizar los trabajos, como el empadronamiento de las herramientas, materiales, máquinas y equipos, Codificación de las herramientas y equipos, Diseño de formatos para la debida administración del mantenimiento. Todo esto con el objetivo de que nos permita obtener su certificado de conformidad del tanque de acuerdo a las normas existentes como la norma API 510 (código de inspección de recipientes a presión: inspección para mantenimiento, reparaciones, tasado y alteraciones), ASME sección VIII división 1 (Fabricación del recipiente a presión), ASME sección V (Ensayos no destructivos), y bajo los parámetros de la entidad certificadora. Dichos trabajos se realizarán en la planta Zinsac del Perú- Puente Piedra.

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the design of a preventive maintenance plan in high pressure vessels of 250 psig for storage, transportation of LPG and its certificate of conformity. Plant Zinsac del Perú- Puente Piedra. Which will allow us to have a better control, organization and planning of the works and in this way we will achieve a higher production, reduction of costs, saving time and the works will be of better quality.

At the same time, it will allow the verification of the works to be carried out in an adequate way, following up on records, formats, files that allow to keep a record of the work carried out and to be carried out, said maintenance plan has procedures to follow in order to achieve the objectives and goals, which will be based on tools that will be useful to perform the work, such as the enumeration of tools, materials, machines and equipment, coding of tools and equipment, design of formats for proper maintenance management. All this with the objective of allowing us to obtain your certificate of conformity of the tank according to existing standards such as API 510 (inspection code for pressure vessels: inspection for maintenance, repairs, pricing and alterations), ASME section VIII division 1 (Manufacture of pressure vessel), ASME section V (Non-destructive tests), and under the parameters of the certification body. These works will be carried out at the Zinsac del Perú-Puente Piedra plant.

## **I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Identificación del Problema**

En el mundo existen muchos países que utilizan el GLP como parte de su energía, en empresas y fábricas de diferentes tipos, para uso doméstico y también para transporte, y para poder abastecer en diferentes lugares de cada uno de sus países tanto rural como urbano se utilizan los cilindros o tanques como contenedores el cual son muy importantes para abastecer dichos lugares. El gas natural también es el principal elemento de la matriz de energía interna de muchos países de América siendo así su consumo EE.UU 28%, México 5%, Brasil 4%, Francia 2%, Italia 2%, Fed. Rusa 2%, Arabia S. 2%, China 6%, India 3%, Japón 10%, Argentina 0.8%, Otras 35% y se espera que su participación continúe en crecimiento en los próximos años y con el desarrollo energético el mantenimiento de los cilindros es una alternativa para el abastecimiento gasífero en las poblaciones intentando mantener el número de cilindros o tanques de GLP en el mercado y sustituyendo los cilindros y tanques antiguos ya deteriorados por tanques nuevos recién fabricados, cada uno con las normas específicas para su eventual uso y trabajo dentro del proceso de mantenimiento se encuentra las pruebas de presión del tanque, el cambio de su válvula que es muy importante para evitar fugas y explosiones en el manejo del tanque . En el Perú existen diferentes empresas que efectúan la fabricación y mantenimiento de tanques que transportan GLP como por ejemplo: Metal Gas, Itza Gas, Zinsac del Perú sac, Promesac, en los cuales se realiza una

inspección visual para determinar el deterioro del tanque y eventual mantenimiento, ya que la distribución del gas en el Perú tanto de uso doméstico como industrial ha ido en crecimiento, y el deterioro en los tanques que tienen ya muchos años en circulación es visible, en consecuencia las empresas que se dedican a la distribución del GLP mediante tanques, buscan que realizar un mantenimiento preventivo y con esta medida lograr mantener el tanque operativo por más tiempo para que no se les rechace en las plantas distribuidoras de GLP, dejando así un mal historial en estas y a consecuencia de esto el tanque sea reemplazado.

En la tesis titulada ***“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en recipientes de alta presión de 250 psig para el almacenamiento, transporte de GLP y su certificado de conformidad. planta Zinsac del Perú - Puente Piedra”***, la empresa busca realizar el mantenimiento preventivo, pero utilizando un plan de mantenimiento diseñado específicamente para estos tipos de tanques con presión de diseño de 250 psig, ya que en la actualidad no cuenta con este plan de mantenimiento, este plan se realizara cumpliendo con las normas establecidas para los diferentes tipos de trabajos a realizar, estas pruebas pueden consistir, en prueba de presión hidrostática, prueba de hermeticidad en las líneas de carga y descarga del tanque, prueba neumática, entre otros trabajos a realizarse como la rectificación de la rosca de las válvulas, retirado de pintura y oxido mediante una grallanadora, repintado del cilindro, colocación de válvulas nuevas, todo esto para dar mayor seguridad al cliente y mantener en buen estado al tanque que transporta GLP.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1 Problema General:**

¿Cómo diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo aplicados a recipientes de alta presión de 250 Psig para el almacenamiento y su posterior transporte de GLP que permita obtener su certificado de conformidad?

### **1.2.2 Problemas Específicos:**

- ¿Cómo proyectar indicadores de fallas consecutivas que se dan en los recipientes de alta presión que permitan elaborar su registro e historial correspondiente?
- ¿En qué medida la inspección técnica, las pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes de alta presión que almacenan y transportan GLP permitirán hacer su diagnóstico de operatividad de acuerdo con las normas existentes?
- ¿En qué medida la planificación y organización de los trabajos a realizar en los recipientes de alta presión permitirán proyectar los recursos a utilizar?
- ¿De qué forma el control y dimensionamiento del plan de mantenimiento nos permitirá obtener el certificado de conformidad de acuerdo a las normas existentes?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General:**

Diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo aplicados a recipientes de alta presión de 250 Psig para el almacenamiento y su posterior transporte de GLP, a fin de lograr su certificado de conformidad.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

- Proyectar indicadores de fallas consecutivas que se dan en los recipientes de alta presión mediante el informe proporcionado por la planta distribuidora de GLP para elaborar su registro e historial correspondiente.
- Realizar la inspección técnica, las pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes de alta presión que almacenan y transportan GLP para obtener su diagnóstico de operatividad
- Planificar y organizar los trabajos a realizar en los recipientes de alta presión para lograr proyectar los recursos a utilizar.
- Realizar un control y dimensionamiento del plan de mantenimiento para obtener el certificado de conformidad de acuerdo a las normas existentes.

## 1.4 Justificación

- **Justificación Legal.**

Legalmente el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en recipientes de alta presión de 250 psig para el almacenamiento y su posterior transporte de glp y su certificado de conformidad. Planta Zinsac del Perú- Puente Piedra”, se dotará de validez ya que se realizará bajo los marcos normativos internacionales como las norma API510, ASME sección VIII división 1, ASME sección V, para la inspección y mantenimiento preventivo de los tanques, conexiones y su respectivo sistema de valvulería, así como también el recipiente será certificado bajo una entidad certificadora.

- **Justificación Teórica.**

Los resultados que con lleven la presente tesis "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en recipientes de alta presión de 250 psig para el almacenamiento, transporte de glp y su certificado de conformidad. Planta Zinsac del Perú- Puente Piedra”, servirán para poder estar al nivel de otras empresas en el mantenimiento preventivo de tanques, logrando garantizar la operatividad y buen funcionamiento dentro de los marcos de las normas existentes.

Teniendo en cuenta que los tanques que almacenan y transportan glp son de gran demanda en el Perú, es necesario realizar el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en recipientes de alta presión de 250 psig para el almacenamiento y su posterior transporte de glp y su certificado de conformidad, logrando de esta manera que los tanques no sean rechazados de manera consecutiva en la planta distribuidora en el momento que una entidad certificadora realice las inspecciones, a su vez este plan de mantenimiento preventivo mejoraría el tiempo de vida útil del tanque, porque previene que el óxido se aloje en la parte externa del tanque realizando trabajos de prevención como el pintado de las áreas afectadas por el óxido de manera focalizada, en caso que el óxido haya afectado demasiadas partes del tanque se tendría que realizar un trabajo de granallado, o arenado para luego pintarlo de manera general, los trabajos por realizarse en los tanque serán archivados e informados a las empresas que correspondan los tanques, esto en la primera inspección que se realiza, que es la inspección visual.

- **Justificación Tecnológica ó Económica.**

Mediante este diseño se realiza un plan de mantenimiento que pueda competir con las otras empresas y de la misma manera aminorar costos en su mantenimiento sin dejar de lado la calidad.

Este diseño es posible gracias al interés de la empresa por mejorar el producto final como es en este caso, el tanque que almacena, transporta glp y dar al cliente un producto de buena calidad y seguridad a la ciudadanía.

## **1.5 Importancia.**

Las actividades de mantenimiento realizadas a los recipientes a presión, basadas en recomendaciones de los inspectores de recipientes y experiencia del personal, no son suficientes para mantener los niveles de operatividad esperados. Nuestro propósito es garantizar el buen funcionamiento y la conformidad de operatividad de los recipientes bajo las normas existentes al realizar su mantenimiento en la planta, controlar el mantenimiento a ejecutar y establecer parámetros de mantenimiento. Esta investigación permitirá definir cuáles son los equipos que se necesitarán para realizar los trabajos y la correcta ejecución del plan de mantenimiento preventivo en la fecha establecida, teniendo un registro de vida del recipiente y al momento de realizar el mantenimiento tener un inicio y un final en los trabajos de mantenimiento, disminuyendo la probabilidad de fallas y evitar así la paralización del proceso productivo al momento de realizar la reparación del recipiente.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de Estudio.

Generalmente los trabajos de mantenimiento lo realizamos de forma empírica y se necesita un plan de mantenimiento para cumplir con las exigencias de las entidades competentes para obtener la conformidad de la operatividad del recipiente, es así que se tiene que organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento, con el único objetivo de optimizar el buen mantenimiento del recipiente, a fin de que estos sean del todo productivo para el cual fueron creados.

Para la elaboración de la tesis, se ha tomado en consideración la revisión de las siguientes Tesis

- **A nivel Internacional**

- Según Juan Carlos Valdivieso Torres (2010)

- **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA EXTRUPLAS S.A”**

- La empresa EXTRUPLAS S.A requiere de un plan de mantenimiento preventivo ya que al ver su situación actual no realizan el mantenimiento adecuado por el cual requerirá de fichas de registros de las máquinas, historial de vida de las máquinas y documentación necesaria para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para aplicarla en el trabajo con el fin de aumentar la efectividad.

➤ Según Juan Carlos Avilés Jácome (2011)

**“ESTUDIO DEL PROCESO DEL MONTAJE DE VÁLVULAS EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TANQUES DE GLP DE USO DOMÉSTICO PARA OPTIMIZAR SU ENSAMBLAJE EN LA EMPRESA CONGAS ENVASADORA SALCEDO”**

Todos los procesos de la empresa entre los cuales no escape el servicio de montaje de válvulas en el mantenimiento preventivo de tanques de glp de uso doméstico para optimizar su ensamblaje en la empresa CONGAS ENVASADORA SALCEDO , motivo por el cual la empresa realiza el estudio implementar un adecuado programa de mantenimiento preventivo que debe apoyar y propiciar las condiciones para ejecutarlo especialmente si se tiene en cuenta que este representa muchas ventajas como evitar fallas en operación. A su vez brindar seguridad, al igual que se debe de tener en cuenta que esto representa un ahorro que es posible de alcanzar. Es así como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo Permitirá encontrar medios apropiados para evaluar y poder lograr un mejoramiento en sus procesos, permitiendo así aumentar la efectividad.

Se ha tomado en cuenta las pautas importantes para evitar considerables pérdidas de materiales, recursos, tiempo y dinero que podría causar también una disminución de la producción.

➤ Según Marvin Rafael Del Valle González (2012)

**“GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP (GAS LICUADO DE RPETRÓLEO) EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS”**

El desarrollo de la Gestión de un programa de mantenimiento para plantas de almacenamiento y envasado de GLP presentado en este trabajo, es fundamentado por el completo desarrollo de los principales componentes del mantenimiento preventivo, como son el empadronamiento de los equipos, La posterior elaboración de las fichas de trabajo y hojas de vida de estos, con la finalidad de darnos las pautas de los procedimientos de gestión de programas de mantenimiento de las plantas de almacenamiento y envasado de GLP que actualmente utiliza la Dirección General de Hidrocarburos.

- **A nivel Nacional**

Según: Altamirano Requejo, Yosán. (2016)

Zavaleta Ibañez, Máximo Simón (2016)

**“PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA NAYLAMP”**

Una de las actividades importantes en una empresa, es el mantenimiento que contribuye en la reducción de los costos, y así genere mayor utilidad; por el cual el objetivo es elaborar un plan de gestión de mantenimiento

preventivo para la empresa DESTILERÍA NAYLAMP, en el cual se utilizaron las técnicas de análisis documentario, observación y entrevista; también se utilizaron instrumentos como la ficha técnica, guía de observación, ficha de registro, con sus respectivos formatos se empezó haciendo un diagnóstico para conocer de qué manera el mantenimiento preventivo permita tener un mayor grado de confiabilidad de las máquinas e incrementar la productividad, con el cual nos dan la pautas para lograr tener los equipos en correcto funcionamiento y ayuda a mejorar la productividad de la línea de producción por lo cual se debe realizar capacitaciones para el personal del área de mantenimiento, y a través de un mejor conocimiento, minimizando las fallas en los equipos.

## 2.2 Marco Conceptual

- **Definición del GLP**

El GLP o Gas Licuado de Petróleo, mejor conocido como gas en cilindro o gas propano, es un combustible que proviene de la mezcla de dos hidrocarburos principales: el propano ( $C_3H_8$ ) y el butano ( $C_4H_{10}$ ) otros en menor proporción. Es obtenido de la refinación del crudo del petróleo o del proceso de separación del crudo o gas natural en los pozos de extracción. Los gases que componen el GLP son los productos que se desprenden a lo largo del proceso, quedando libres de azufre, plomo y con bajo contenido de carbono, convirtiéndolo una energía limpia, amigable y socio de los recursos naturales renovables. Esta mezcla de hidrocarburos permanece gaseosa en condiciones ambientales, pero se convierte a un estado líquido cuando se somete a presiones moderadas, lo que facilita su transporte y no requiere de grandes infraestructuras ni complicadas redes para su distribución, haciéndolo muy atractivo para consumo en áreas remotas y/o rurales donde las redes de Gas Natural no pueden llegar, acercando las comunidades alejadas a una energía moderna. Como la energía del GLP se condensa en espacios reducidos, cada galón llega a contener 92.000 Btu a diferencia del Gas Natural que sólo alcanza los 32.000 Btu. El GLP no tiene color ni olor, por razones de seguridad antes de ser almacenado se le agrega una sustancia llamada Mercaptano, la

cual le da ese olor característico, facilitando su detección en caso de fugas o escapes.

- **Características del GLP**

El GLP tiene 110 octanos, lo que le profiere características similares a la gasolina pero produce menos contaminantes tóxicos como el monóxido de carbono y el anhídrido sulfuroso, por lo que ayuda a minimizar la contaminación del medio ambiente.

Algunas de sus otras características son:

- ✓ Es incoloro en estado líquido.
- ✓ Su poder calorífico supera otros combustibles como el gas natural y los alcoholes derivados de la biomasa.

- **Usos del GLP**

Su mayor uso se da principalmente como combustible, pero la variedad de usos va desde propelente para aerosoles hasta refrigerante industrial. Cuando se utiliza como combustible, sirve en procesos industriales para sistemas tanto de enfriamiento como de calentamiento, para producción de vapor y como combustible para motores.

En otros procesos como los del hogar se utilizan para la cocción de alimentos, ya que correctamente combinado con el aire, no genera hollín ni da mal sabor a las preparaciones.

**TABLA N° 2.1**

**PROPIEDADES DEL GLP**

	Propano comercial	Butano comercial
Presión de vapor en kpa (presión absoluta) a :		
20 °C	1,000	220
40°C	1,570	360
45°C	1,760	385
55°C	2,170	580
Peso específico	0,540	0,582
Punto de ebullición inicial a 1,00 atm de presión,°C	-42	-9
Peso por metro cubico de líquido a 15,56°C,kg	504	582
Calor especifico del líquido,kilojoules por kilogramo, a 15,56°C	1,464	1,276
Metros cúbicos de vapor por litro de líquido a 15,56°C	0,271	0,235
Metros cúbicos de vapor por kilogramo de líquido a 15,56°C	0,539	0,410
Peso específico del vapor (aire=1) a 15,56°C	1,50	2,01
Temperatura de ignición en aire ,°C	493-549	482-538
Temperatura máxima de llama en aire,°C	1,980	2,008
Límites de inflamabilidad en aire,% de vapor en la Mezcla aire-gas:		
Inferior	2,15	1,55
Superior	9,60	8,60
Calor latente de vaporización en el punto de ebullición :		
Kilojoules por kilogramo	428	388
Kilojoules por litro	216	226
Cantidad de calor total luego de la vaporización :		
Kilojoules por metro cubico	92,430	121,280
Kilojoules por kilogramo	49,920	49,140
Kilojoules por litro	25,140	28,100

**Fuente** Código del Gas Licuado de Petróleo. NFPA 58 – Edición 2004

- **Recipiente sometido a presión**

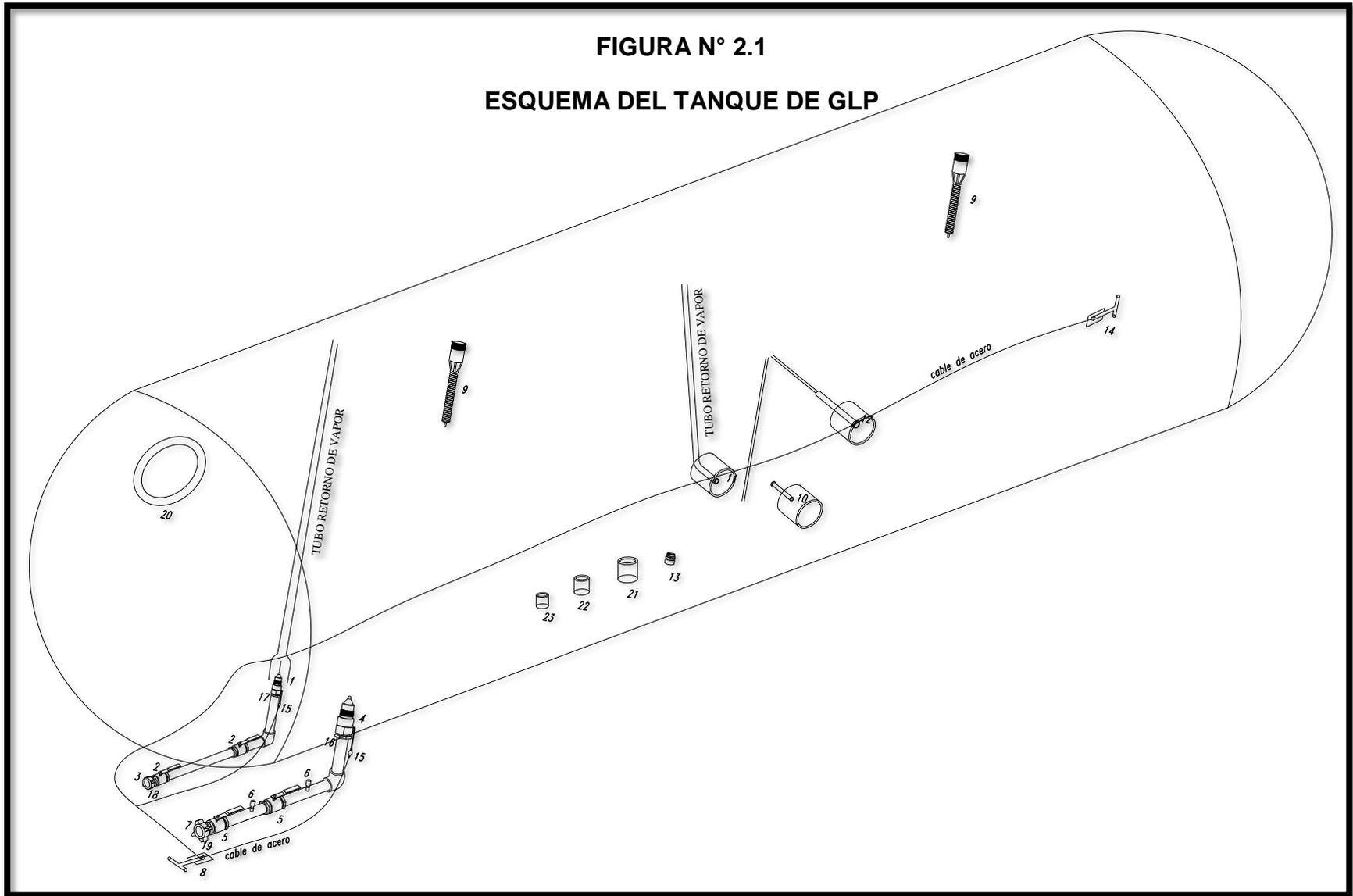
Un recipiente a presión o depósito bajo presión es un contenedor diseñado para contener fluidos (gases o líquidos) a presiones mucho mayores a la presión ambiental o atmosférica.

La presión diferencial entre el interior del recipiente y el exterior ocasiona que los mismos sean diseñados, fabricados y operados bajo regulaciones y normas exigentes. Por esas razones, el diseño y certificación de un recipiente diseñado para contener presión varía de país a país, y requiere definir parámetros tales como la máxima presión admisible y la temperatura máxima admisible.

Los recipientes de presión se utilizan en numerosas aplicaciones en la industria y los servicios. Los mismos se utilizan para el transporte, producción, almacenamiento y procesos de transformación de líquidos y gases.

Ejemplos de recipientes de presión y su uso son: torres de destilación, despojadores, autoclaves, etc., en refinerías, petroquímicas, minería, etc., así como industrias donde se requieren reservorios para almacenar gases, reservorios hidráulicos a presión, y tanques de almacenamiento de gases licuados como amoníaco, propano, butano, gas licuado del petróleo, etc.

FIGURA N° 2.1  
ESQUEMA DEL TANQUE DE GLP



Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 2.2**

**DESCRIPCIÓN DE UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS**

<b>ITEM</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	1	Válvula interna de Ø2" REGO(A3212R250)
2	2	Válvula de paso de Ø1 ¼"x600 wog ,Apollo
3	1	Adaptador de 1 ¾" M acmex1 ¼"Mnpt.REGO
4	1	Válvula interna de Ø3" REGO(A3212R300)
5	2	Válvula de paso de Ø2"x600 wog ,Apollo
6	2	Válvula de alivio de Ø1/4"x450PSI 312U-REGO
7	1	Adaptador de 3 1/4" M Acme2"Mnpt.REGO
8	1	Palanca de apertura de la valvula interna
9	2	Válvula de seguridad de Ø3" A8436G(250PSI)-REGO
10	1	Termómetro de Ø1/2" -40 +70°C
11	1	Válvula de nivel Ø3/4" A2805-REGO c/dos manómetros
12	1	Indicador de volumen rotogauge
13	1	Válvula de drenaje Ø11/4" 7591U-REGO
14	1	Control cierre de remoto
15	2	Fusible térmico
16	1	Conexión tipo ACME de Ø2" a Ø3" para fase líquida
17	1	Conexión tipo ACME de Ø11/4" a Ø2" para fase vapor
18	1	Tapa ACME 11/4" REGO
19	1	Tapa ACME 2" REGO
20	1	Manhole Ø21"
21	1	Copla de Ø3" futura valvula interna de Ø3"
22	1	Copla de Ø2" futura valvula check de Ø2"
23	1	Copla de Ø11/4" futura valvula interna de Ø11/4"

Fuente Elaboración propia

### **Tipos de tapas en recipientes a presión**

Para recipientes cilíndricos, existen varios tipos de tapas, entre otras tenemos las siguientes: Tapas planas, planas con ceja, únicamente abombadas, abombadas con ceja invertida, toriesféricas, semielípticas, semiesféricas, tapas cónicas, toricónicas, etc.

- **Tapas planas**

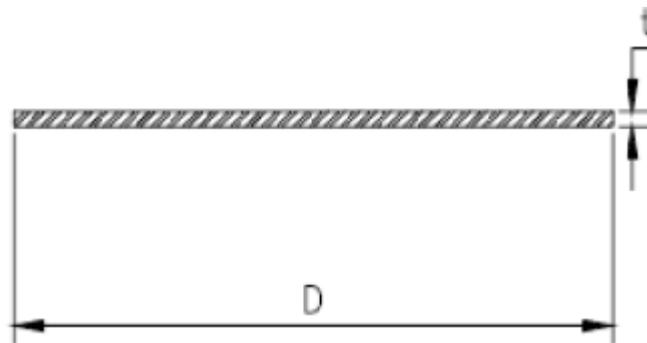
Se utilizan para recipientes sujetos a presión atmosférica generalmente, aunque en algunos casos se usan también en recipientes sujetos a presión. Su costo entre las tapas es el más bajo, se utilizan también como fondos de tanques de almacenamiento de grandes dimensiones.

Donde:

$D$  = Diámetro interior de la tapa

$t$  = espesor de la tapa

**FIGURA N° 2.2**  
**TAPA PLANA**



Fuente Estrada, 2001

- **Tapas planas con ceja**

Al igual que las anteriores, se utilizan generalmente para presiones atmosféricas, su costo también es relativamente bajo, y tienen un límite dimensional de 6 metros de diámetro máximo.

Donde:

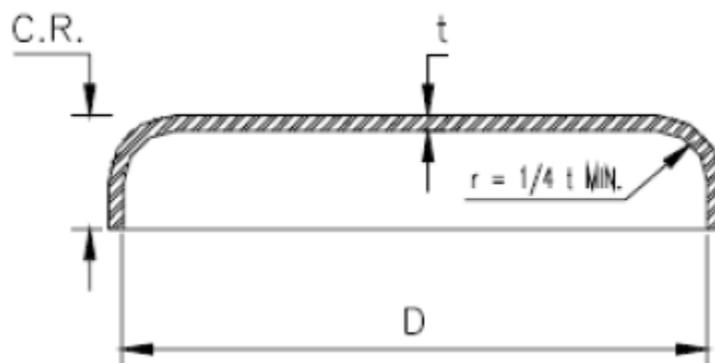
D= Diámetro interior de la tapa

t = espesor de la tapa.

r = radio de la curvatura

CR = distancia de inicio del dobléz

**FIGURA N° 2.3**  
**TAPAS PLANAS CON CEJA**



Fuente Estrada, 2001

- **Tapas únicamente abombadas**

Son empleadas en recipientes a presión manométrica relativamente baja, su costo puede considerarse bajo, sin embargo, si se usan para soportar presiones relativamente altas, será necesario analizar la concentración de esfuerzos generada al efectuar un cambio brusco de dirección.

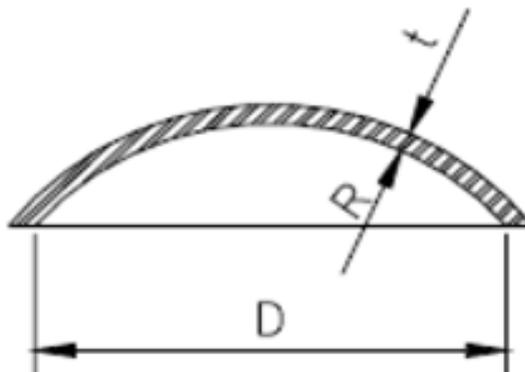
Donde:

D= Diámetro interior de la tapa

t = espesor de la tapa.

R = radio de la curvatura

**FIGURA N° 2.4**  
**TAPAS ÚNICAMENTE ABOMBADAS**



Fuente Estrada,2001

- **Tapas toriesféricas**

Son las que mayor aceptación tienen en la industria, debido a su bajo costo y a que soportan altas presiones manométricas, su característica principal es que el radio de abombado es aproximadamente igual al diámetro. Se pueden fabricar en diámetros desde **0.3** hasta **6** metros.

Donde:

$D$  = Diámetro interior de la tapa

$t$  = espesor de la tapa.

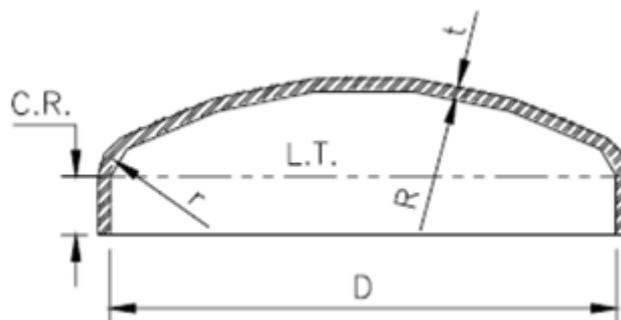
$r$  = radio de la curvatura menor

$R$  = radio de la curvatura mayor

$CR$  = distancia de inicio del doblé.

$LT$  = limite ente distancia de inicio del doblé y el radio de la curvatura

**FIGURA N° 2.5**  
**TAPAS TORIESFÉRICAS**



Fuente Estrada, 2001

- **Tapas semielípticas**

Son empleadas cuando el espesor calculado de una tapa toriesférica es relativamente alto, ya que las tapas semielípticas soportan mayores presiones que la Donde:

D= Diámetro interior de la tapa

t = espesor de la tapa.

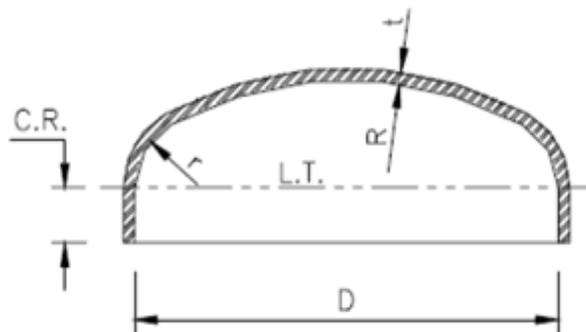
r = radio de la curvatura menor de la tapa.

R = radio de la curvatura mayor de la tapa.

CR = distancia de inicio del dobléz

LT = limite ente distancia de inicio del dobléz y el radio de la curvatura

**FIGURA N° 2.6**  
**TAPAS SEMIELÍPTICAS**



Fuente Estrada, 2001

- **Tapas semiesféricas**

Utilizadas exclusivamente para soportar presiones críticas. Como su nombre lo indica, su silueta describe una media circunferencia perfecta, su costo es alto y no hay límite dimensional para su fabricación.

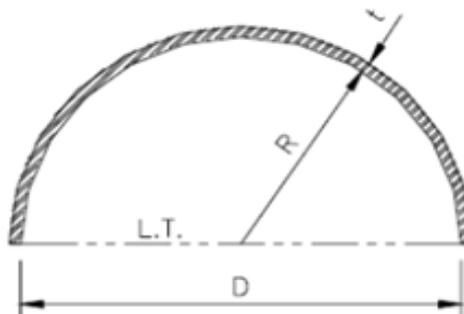
D= Diámetro interior de la tapa

t = espesor de la tapa.

R = radio de la tapa

LT = limite ente distancia de inicio del dobléz y el radio de la curvatura.

**FIGURA N° 2.7**  
**TAPAS SEMIESFÉRICAS**



Fuente Estrada, 2001

- **Accesorios**

Los tanques de almacenamiento deben tener como mínimo los siguientes accesorios:

**a) Válvulas:**

- Válvula interna para la succión y llenado
- Válvula interna para el vapor
- Válvula de seguridad
- Válvula de drenaje

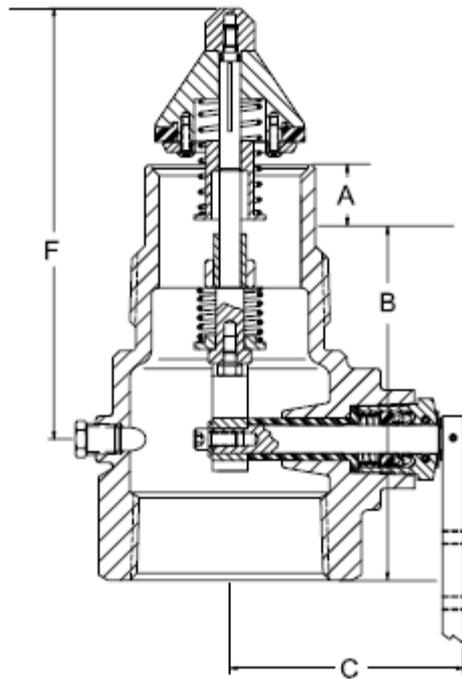
**b) Instrumentos de medición:**

- Manómetro calibrado (0 a 300 psi) y uno de contraste de (0 a 300 psi) como mínimo.
- Termómetro, ubicado en el nivel mínimo de líquido.
- Medidor de nivel

➤ **Válvula Interna**

Las válvulas internas se instalan en las entradas y salidas (de líquido o vapor) de tanques a presión y en sistemas de tuberías para controlar el flujo de Gas LP y NH<sub>3</sub> (amoníaco anhidro). La aplicación más frecuente es en tanques de camiones cortos y camiones de transporte, pero también se pueden utilizar en grandes tanques de almacenamiento estacionarios o en instalaciones en línea. Las válvulas se pueden emplear conjuntamente con o sin bombas y compresores.

**FIGURA N° 2.8**  
**VÁLVULA INTERNA**



Fuente (Catálogo Rego 2009)

**TABLA N° 2.3**  
**CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA INTERNA**

Número de parte	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Salida NPT F.	Flujo de Cierre (GPM) Medio Cople		Flujo de Cierre (GPM) Cople Entero		Capacidad de Vapor Gas-LP (SCFH/Propano)		A	B	C	D	E	F	Accesorios	
			GLP	NH3	GLP	NH3	25 PSIG Entrada	100 PSIG Entrada							Palanca Térmica	Actuador Neumático
A3212R105	2"	2"	105	95	65	59	42,900	73,000	1 <sup>9</sup> / <sub>16</sub> "	4 <sup>11</sup> / <sub>16</sub> "	4 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	-	-	-	A3213TL	A3213PA
A3212R175			175	158	100	90	48,100	81,800								
A3212R250			250	225	130	117	57,000	97,000								
A3213R150	3"	3"	150	135	125	113	-	-	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	5 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> "	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	-	-	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	A3213TL	A3213PA
A3213R200			200	180	160	144	44,100	75,100								
A3213R300			300	270	250	225	57,900	90,500								
A3213R400			400	360	325	293	71,400	121,300								

Fuente Catálogo Rego 2009

➤ **Válvula de Seguridad**

Diseñadas específicamente para uso como válvulas de alivio primarias en grandes recipientes estacionarios de almacenamiento. Estas válvulas de alivio, de perfil bajo, son generalmente montadas en conexiones de acoplamiento (cople) medio. Sin embargo, están diseñadas de manera que los puertos de entrada libran completamente el fondo de un acoplamiento de 2". Esto asegura que la válvula de alivio siempre deberá ser capaz de alcanzar un flujo máximo bajo condiciones de emergencia.

**FIGURA N° 2.9**

**VÁLVULA DE SEGURIDAD**



Fuente Catálogo Rego 2009

**TABLA 2.4**

**CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD**

Número de parte	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Conexión a Recipiente	Alto Global (Aprox.)	Alto Sobre Junto (Aprox.)	UL (a 120% de la Presión Fijada)	ASME (a 120% de la Presión Fijada)	Para Uso en Recipientes con Area de Superficie hasta de:*	Tapa Protecora (Incluida)
A8434N	265	NPT M. de 2"	9 7/8"	1/2"	3700	3659	175 Pies <sup>2</sup>	A8434-11B
A8434G	250					3456		
A8436N	265	NPT M. de 3"	17 7/8"	3/4"	10210	9839	602 Pies <sup>2</sup>	A8436-11B
A8436G	250					9598		

Fuente Catálogo Rego 2009

➤ **Válvula De Drenaje**

Diseñado para el drenaje del GLP en el tanque a su vez en instalaciones permanentes, siempre y cuando el exceso de flujo sea el adecuado para el sistema y la tubería.

**FIGURA N° 2.10**  
**VÁLVULA DE DRENAJE**



Fuente Catálogo Rego 2009

**TABLA 2.5**  
**CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA DE DRENAJE**

Número de Chek-Lok®	Conexión de Entrada	Conexión de Salida	Hexágono Para Llave	Longitud Total Aproximado	Tapa Llave Hex Plana	Flujo de Cierre Aproximado, Líquido GPM (Propano)*
7590U	NPT M. de 3/4"	UNF de 1 1/8"	1 5/8"	1 11/16"	1 5/16"	20
7591U	NPT M. de 1 1/4"		1 3/4"	1 11/16"		35

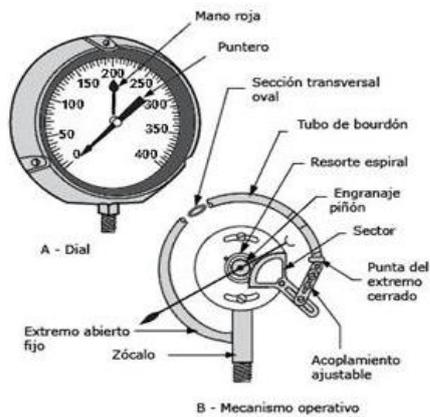
Fuente Catálogo Rego 2009

➤ **Manómetro**

Los manómetros son los instrumentos utilizados para medir la presión de fluidos líquidos y gases. Lo común es que ellos determinen las presiones absolutas. Todos los manómetros tienen un elemento que cambia alguna

propiedad cuando son sometidos a la presión, este cambio se manifiesta en una escala o pantalla calibrada directamente en las unidades de presión correspondientes.

**FIGURA N° 2.11**  
**MANÓMETRO**



Fuente Catálogo Rego 2009

**TABLA N° 2.6**  
**CARACTERÍSTICAS DEL MANÓMETRO**

Número de Parte	Servicio	Material del Cuerpo	Presión Máxima	Tamaño	Divisiones de Incremento
2434A-2*	Sólo Gas-LP	Acero	35" C.A. y 20 oz. (Dual)	2½"	1" C.A. y 1 oz.
2434-2**					
3226A-3					
2411		Latón	30 PSIG	2"	½ PSI
5575					
5547		Acero	60 PSIG	2"	1 PSI
5576		Latón			
1286		Acero	100 PSIG	2"	2 PSI
1178		Latón			
948		Acero	300 PSIG	2"	5 PSI
948B		Latón			
1183		Acero	500 PSIG	2½"	20 PSI
A8060		NH <sub>3</sub> y Gas-LP			
A8150	60 PSIG				
A8400			150 PSIG		
			400 PSIG		5 lb.

Fuente Catálogo Rego 2009

➤ **Termómetro**

Adecuados para medir la temperatura de Gas LP y NH<sub>3</sub>, sus dimensiones varían de acuerdo al modelo ejemplo la carátula de 2 pulgadas / 51 mm de diámetro lee desde -40° a 120°F / -40° a 49°C. Son a prueba de polvo y agua. Pida el de la Serie J700 de 1/2 pulgada MNPT por 4 pulgadas / 102 mm de largo o bien el Tipo J701 de 1/2 pulgada MNPT por 6 pulgadas / 152 mm largo.

**FIGURA N° 2.12**  
**TERMÓMETRO**



**Fuente Catálogo Rego 2009**

➤ **Válvula de nivel**

Esta válvula está diseñada para ser instalada en recipientes de almacenamiento. Combina conexiones para manómetro y para un indicador de nivel fijo.

La válvula de cierre evita que el manómetro sea sometido a presión constante, por lo tanto prolonga su vida y precisión. La válvula puede cerrarse y con la válvula de venteo abierta la presión del manómetro puede ser ventilada y así permitir su reemplazo. Para indicación de nivel fijo

máximo, la válvula se puede montar a la altura del nivel máximo de llenado permitido. Cuando se instala con un tubo de nivel, ésta puede ser instalada a cualquier nivel conveniente.

**FIGURA N° 2.13**  
**VÁLVULA DE NIVEL**



**TABLA N° 2.7**  
**CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA DE NIVEL**

Número de parte	Conexión al Recipiente	Conexión de Servicio	Venteo de Nivel de Líquido
A2805C	NPT M. de ¾"	NPT H. de ¼" para Montaje de manómetro	Perilla*

Fuente Catálogo Rego 2009

➤ **Medidor de volumen**

Diseñados para determinar de manera precisa el contenido de Gas-LP o de Amoníaco Anhidro en recipientes. Se montan en un acoplamiento estándar de 1" NPT en recipientes móviles o estacionarios de gran capacidad. Para operar el **Rotogage**, se abre la válvula de venteo y se gira

lentamente el tubo de nivel del espacio de vapor al espacio de líquido del recipiente. La diferencia en el perfil de la descarga indica cuando se ha llegado al nivel de líquido. La inscripción en el disco indicará el porcentaje de Líquido en el recipiente.

**FIGURA N° 2.14**  
**MEDIDOR DE VOLUMEN**



Fuente Catálogo Rego 2009

**TABLA N° 2.8**  
**CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR DE VOLUMEN**

Número de parte				Para Diámetro Interior del Recipiente			
Para Uso Con Gas-LP		Para Uso Con NH3		Cabeza Elipsoidales		Cabezas Hemisféricas	
Para Recipientes Móviles o Estacionarios	Solamente Para Recipientes Estacionarios	Para Recipientes Móviles o Estacionarios	Solamente Para Recipientes Estacionarios	Montado al Lado o cuerpo	Montado en el Extremo o cabeza	Montado al Lado	Montado en el Extremo
9091RM24	-	AA9091RM24	-	30" - 45"	30" - 75"	30" - 45"	30" - 45"
9092RM36	-	AA9092RM36	-	46" - 61"	76" - 108"	46" - 61"	46" - 61"
9093TSM48*	9093RSM48	AA9093TSM48*	AA9093RSM48	62" - 79"	109" - 147"	62" - 79"	62" - 79"
9094TSM60*	9094RSM60	AA9094TSM60*	AA9094RSM60	80" - 99"	-	80" - 99"	80" - 99"
9095TSM72*	9095RSM72	AA9095TSM72*	AA9095RSM72	100" - 147"	-	100" - 147"	100" - 147"

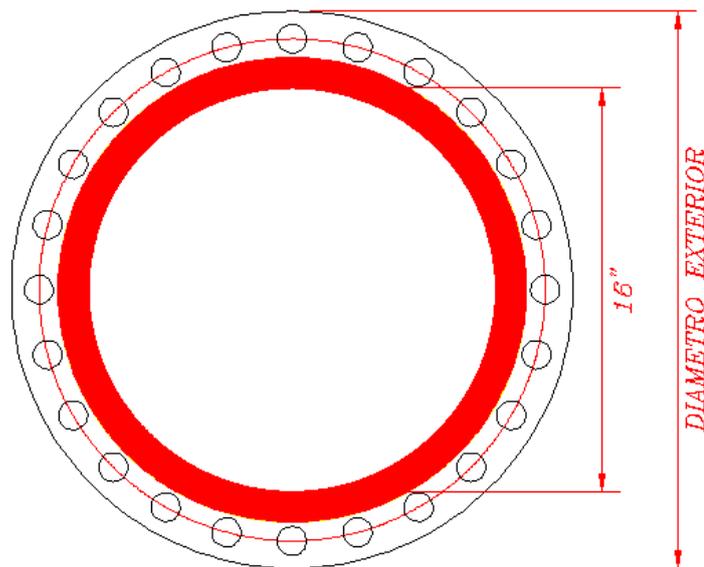
Fuente Catálogo Rego 2009

➤ **Entrada de hombre (manhole)**

Cuando se requiere tener acceso al interior de un recipiente a presión, ya sea para mantenimiento, carga o descarga de sólidos, etc., es necesario instalar una entrada de hombre. El diámetro mínimo para este tipo es de 16 pulgadas.

Los cuellos para la entrada de hombre deben ser calculados como los cilindros de pared delgada. Las placas de refuerzo en la manhole serán calculadas con el mismo criterio como si se tratase de cualquier boquilla.

**FIGURA N° 2.15**  
**ENTRADA DE HOMBRE**

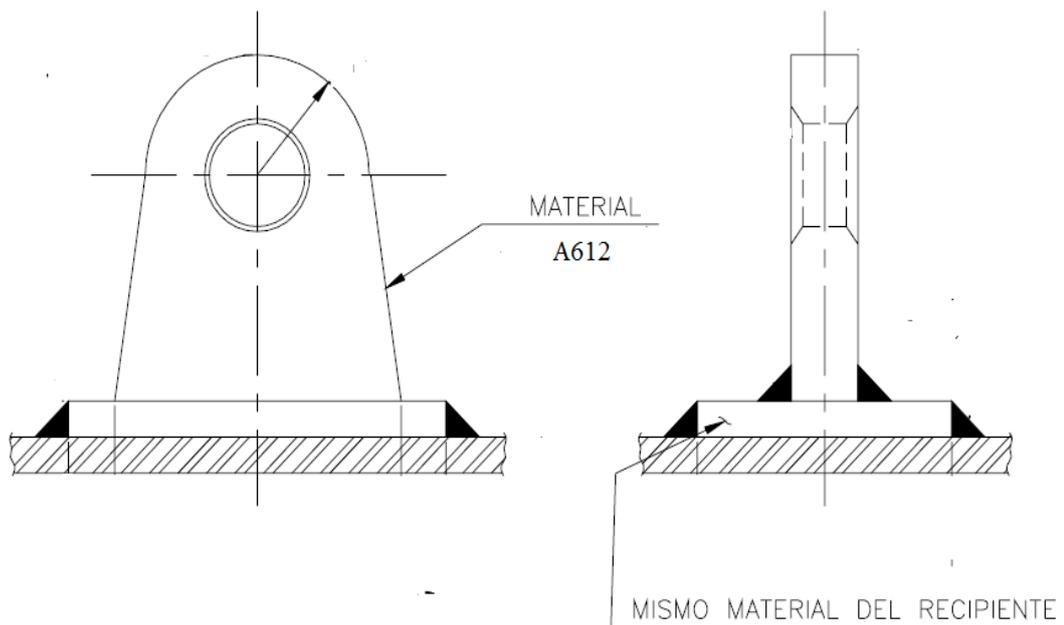


**Fuente Elaboración propia**

➤ **Cáncamos de izaje**

Es conveniente verificar que el espesor del recipiente será suficiente para soportar las fuerzas aplicadas en la oreja de izaje, el espesor mínimo requerido en el cuerpo o en la placa de respaldo de la oreja será calculado además será verificada que el área aplicado de soldadura para fijate las orejas sea suficiente. El material de las orejas de izaje tiene que ser la misma a la del cuerpo del tanque para que haya una buena penetración en la soldadura y pueda soportar la carga del peso del tanque.

**FIGURA N° 2.16**  
**CÁNCAMOS DE IZAJE**



**Fuente Elaboración propia**

- **Mantenimiento**

Se denomina mantenimiento al procedimiento mediante el cual un determinado bien recibe tratamientos a efectos de que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias exteriores no lo afecte. Existe gran multitud de campos en los que el término puede ser aplicado, ya sea tanto para bienes físicos como virtuales. Así, es posible referirse al mantenimiento de una casa, de una obra de arte, de un vehículo, de un programa o conjunto de programas, de un sistema, etc. El mantenimiento es especialmente importante en los bienes requeridos para la producción de bienes y servicios. Así, todos aquellos elementos necesarios como parte de un proceso de producción económica serán testeados con regularidad para llegar a una conclusión en lo que respecta a su mantenimiento. Así, por ejemplo, una maquinaria necesaria en una fábrica y de la que dependa la producción tendrá seguramente personal que vele día a día por su buen funcionamiento, realizando los mantenimientos necesarios para que esta circunstancia se dé con regularidad.

- **Tipos de mantenimiento**

Se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

**a. Mantenimiento correctivo.**

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

**b. Mantenimiento preventivo.**

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema

**c. Mantenimiento predictivo.**

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

#### **d. Mantenimiento cero horas (Overhaul).**

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

#### **e. Mantenimiento en uso.**

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Mantenimiento Productivo Total).

- **Mantenimiento Preventivo**

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como cambio de piezas desgastadas, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

El mantenimiento preventivo se divide en: mantenimiento programado, mantenimiento predictivo y mantenimiento de oportunidad.

- **El mantenimiento programado.**

Donde las revisiones se realizan por tiempo, horas de funcionamiento, etc.

➤ **El mantenimiento predictivo.** Trata de determinar el momento en el cual se deben efectuar las reparaciones mediante un seguimiento que determine el periodo máximo de utilización antes de ser reparado.

➤ **El mantenimiento de oportunidad.**

Es aquel que se realiza aprovechando los periodos de no utilización, evitando de este modo parar los equipos o las instalaciones cuando están en uso.

- **Utilidad del mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitan reparaciones de emergencia.

Un mantenimiento planificado mejora la productividad, reduce los costos de mantenimiento y alarga la vida útil de la maquinaria y equipo.

Los programas de mantenimiento preventivo tradicionales están basados en el hecho de que los equipos e instalaciones funcionan ocho horas laborables al día y cuarenta horas laborables por semana. Si las máquinas y equipos funcionan por más tiempo, los programas se deben modificar adecuadamente para asegurar un mantenimiento apropiado y un equipo duradero. El área de actividad del mantenimiento preventivo es de vital importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones en la industria de cualquier tamaño.

De un buen mantenimiento depende no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones y las máquinas, sino que, además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como el hacer que los equipos tengan periodos de vida útil duraderos, sin excederse en lo presupuestado para el mantenimiento. Las estrategias convencionales de reparar cuando se produzca la avería ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora si se quiere ser productivo se tiene que ser consciente de que esperar a que se produzca la avería es incurrir en unos costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, tiempos muertos y pérdida de ganancias).

- **Pasos para elaborar un plan de mantenimiento preventivo**

Este plan contiene todas las tareas necesarias para prevenir los principales fallos que puede tener el recipiente, es necesario realizar el plan de mantenimiento preventivo para evitar determinadas averías.

Los pasos para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo son los siguientes:

- **Determinar las metas y objetivos**

El primer paso para desarrollar el plan de mantenimiento preventivo es determinar exactamente qué es lo que se quiere obtener del plan. Usualmente el mejor inicio es trabajar sobre una base limitada y expandirse después de obtener algunos resultados positivos. Algunos ejemplos muy simples son los siguientes:

- ✓ Incrementar la disponibilidad de los equipos.

- ✓ Reducir las fallas y/o mejorar la utilización de la mano de obra.
- ✓ Reducir el tiempo del mantenimiento con respecto al mantenimiento pasado.
- **Establecer requerimientos para establecer el mantenimiento preventivo.**

Decidir qué tan extenso puede ser el plan de mantenimiento preventivo.

Qué se debe de incluir y dónde debe de iniciar.

- ✓ **Equipos que utilizar.**

La mejor forma de iniciar esta actividad es determinar cuál es el punto más crítico en el recipiente y seleccionar el equipo a utilizar; algunas veces esto es muy fácil y otras veces no, esto depende de lo que manufacture la empresa; pensar en la lista y acudir a los clientes (producción, cabezas de departamento, etc.) y preguntar después de todo, ellos son las personas a quienes se debe atender. Hacer el plan de mantenimiento preventivo un "sistema activo"; donde participen todos los departamentos.

- ✓ **Áreas de operación a utilizar.**

Puede ser mejor, seleccionar un departamento o sección de la planta para facilitar el inicio; esta aproximación permite que se concentren los esfuerzos y más fácilmente se realicen mediciones del progreso. Es mucho mejor el expandir el plan de mantenimiento una vez que se obtienen resultados.

✓ **Decidir si se van a incluir disciplinas adicionales en el plan de mantenimiento preventivo.**

Se debe determinar si se implementarán las inspecciones y hacer ajustes y/o calibraciones, o cambiar partes en mal estado. (Mantenimiento preventivo tradicional.), realizar Inspecciones periódicas de monitoreo para que no haya futuras averías en el recipiente. El equipo que se selecciona para utilizar en el plan de mantenimiento se determinará si se necesita adicionales de mantenimiento preventivo.

✓ **Declarar la posición del mantenimiento preventivo.**

Es importante que cualquier persona en la organización entienda exactamente qué consideró como el mayor propósito del plan de mantenimiento preventivo. No tiene que ser tan breve, es decir sin sentido, pero tampoco deberá ser tan extenso que cree confusión.

No desarrollar un enunciado claro y conciso, puede hacer el plan de mantenimiento muy difícil, esto sucede frecuentemente.

✓ **Medición del mantenimiento preventivo.**

Muchos de los componentes del plan de mantenimiento preventivo han sido ya discutidos aquí, solo queda ponerlos todos bajo una cubierta y desarrollar una línea de tiempo para su implementación, así como para desarrollar los requerimientos de los reportes y la frecuencia, para la medición del progreso.

Ponga particular atención en la medición del progreso, ya que es en donde muchos programas de mantenimiento preventivo fallan. Si no mide el progreso no tendrá ninguna defensa, y como lo sabe, lo primero que se reduce cuando existen problemas de este tipo, es precisamente en el presupuesto del plan de mantenimiento preventivo. También cuando se requiere expandir el plan de mantenimiento y no se puede probar que se está trabajando para obtener los resultados que se predijeron, no se encontrarán fondos u otros recursos necesarios. Por último y de mucha importancia, si no se miden los resultados no se podrá afinar el programa; en concreto, si no se hace del sistema un sistema activo, esto puede lentamente destruir el plan de mantenimiento.

✓ **Desarrollar un plan de entrenamiento.**

No se necesita mencionar demasiado sino solo la invariabilidad del requerimiento de un entrenamiento completo y consistente determine estos requerimientos y desarrolle un plan comprensible para acoplarlo a la línea de tiempo establecida que desarrolló.

✓ **Reunir y organizar los datos.**

Esta puede ser una actividad bastante pesada independientemente de si tiene implementado o no, un sistema completo. Recuerde que se está hablando del plan de mantenimiento preventivo. Son diversos los elementos requeridos para ordenar e implementar un plan de mantenimiento preventivo.

**Para establecer el programa de mantenimiento preventivo se debe seguir los siguientes pasos:**

- Los equipos que incluya en el plan de mantenimiento preventivo deben de estar en el listado.
- Se requiere de una tabla de criterios (frecuencia plan de mantenimiento preventivo). Esta tabla le indicará al sistema con qué frecuencia debe generar las órdenes de trabajo, así como el establecimiento de otros parámetros.
- Requiere planear sus operarios y contratistas para sus órdenes de trabajo, el plan necesitará de códigos de oficios y actividades. Adicionalmente necesitará ingresar estos a la base de datos electrónica o enlazarlos.
- La planeación y el uso de materiales y repuestos.
- Debe tener procedimientos detallados o listas de rutinas, listos en el sistema o en algún procesador que facilite su control de allí que tenga que planear su codificación, también es buena idea mantenerlos en “archivo” o equipo que se utilizaron en el mantenimiento, así como también un registro de los recipientes inspeccionados periódicamente.
- Tabla de frecuencias de mantenimiento preventivo. Una vez que ha seleccionado el equipo que se utilizará en el plan de mantenimiento preventivo para los recipientes, necesitará determinar qué frecuencia va a utilizar en el trabajo que se ha de emitir. El mantenimiento de los recipientes que van desde una simple inspección, reposición de partes,

ensayos no destructivos, etc. Por lo que se sugiere utilizar criterios como, días, horas de operación, accesorios a utilizar, o bien emitir orden de trabajo de inspección previa a la ejecución. Como puede observar esto puede incrementar su carga de trabajo, utilizar entonces un sistema basado en la confiabilidad de los equipos, herramientas o componente, así como historiales de intervenciones de los recipientes.

- Calendario. Determinar un número de días entre las inspecciones o ejecución de los trabajos. Usualmente la mayoría de su equipo caerá dentro de esta categoría. Este tipo de mantenimiento preventivo es más fácil para establecer y controlar.
- Uso el número de horas, accesorios, piezas u otra medición en las inspecciones, requiere que alguna rutina sea establecida para obtener la lectura y medición de los parámetros.
- Calendario / Uso. Una combinación de los dos anteriores. Entre días y horas lo que ocurra primero. Solamente se requiere una rutina de medición y lectura de los datos.

➤ **Procedimientos del mantenimiento preventivo**

El programa de mantenimiento preventivo deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo.

Existen varias formas para realizar estos procedimientos en las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.

Relacionar los procedimientos a la orden de trabajo y los reportes maestros individuales de mantenimiento preventivo. De ser posible utilizar o diseñar procedimientos para la orden de trabajo correctivo o rutinario.

➤ **Tipos de tareas a incluir en el plan de mantenimiento**

Es posible agrupar las tareas o trabajos de mantenimiento que pueden llevarse a cabo a la hora de elaborar un plan de mantenimiento. Su agrupamiento y clasificación puede ayudar a decidir qué tipos de tareas son aplicables a determinados equipos para prevenir o minimizar los efectos de determinadas fallas.

▪ **Inspecciones visuales.**

Se veía que las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un costo muy bajo, por lo que parece interesante echar un vistazo a todos los equipos de la planta en alguna ocasión.

▪ **Ensayos no destructivos.**

Los ensayos de las pruebas no destructivas son más costosos como la de líquidos penetrantes para observar los estados de la soldadura del cordón del tanque, así como también pruebas hidrostáticas, prueba de hermeticidad, ensayos de ultrasonido etc.

▪ **Verificaciones.**

Esta tarea consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el

equipo. Son, por ejemplo, la verificación de la hermeticidad del recipiente, la toma de datos de presión, temperatura, etc. Si en esta verificación se detecta alguna anomalía, se debe proceder a informar. Por ello es necesario, en primer lugar, fijar con exactitud los rangos que entenderemos como normales para cada uno de los puntos que se trata de verificar, fuera de los cuales se precisará una intervención en el equipo. También será necesario detallar cómo se debe actuar en caso de que la medida en cuestión esté fuera del rango normal.

- **Condicionales.** Se realizan dependiendo del estado en que se encuentre el recipiente. No es necesario realizarlas si el recipiente no da síntomas de encontrarse en mal estado.

- **Sistemáticas.**

Realizadas cada cierta hora de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar como se encuentre el recipiente. Estas tareas pueden ser:

- ✓ Limpiezas de valvulería
- ✓ Ajustes en los accesorios
- ✓ Sustitución de piezas o accesorios

- **Grandes revisiones, también llamados mantenimiento cero horas, Overhaul,**

Tienen como objetivo dejar el equipo como si tuviera cero horas de funcionamiento.

### 2.3 Definición de términos básicos.

- Gas licuado de petróleo.

El GLP o Gas Licuado de Petróleo, es un combustible que proviene de la mezcla de dos hidrocarburos principales: el propano ( $C_3 H_8$ ) y el butano ( $C_4 H_{10}$ ) y otros en menor proporción. Es obtenido de la refinación del crudo del petróleo o del proceso de separación del crudo o gas natural en los pozos de extracción. Los gases que componen el GLP son los productos que se desprenden a lo largo del proceso, quedando libres de azufre, plomo y con bajo contenido de carbono, convirtiéndolo una energía limpia, amigable y socio de los recursos naturales renovables.

- Recipiente a presión.

Un recipiente a presión o depósito bajo presión o "pressure vessel" es un contenedor estanco diseñado para contener fluidos (gases o líquidos) a presiones mucho mayores a la presión ambiental o atmosférica.

- Fluido.

Un fluido es un conjunto de partículas que se mantienen unidas entre sí por fuerzas cohesivas débiles y las paredes de un recipiente; el término engloba a los líquidos y los gases. En el cambio de forma de un fluido la posición que toman sus moléculas varía, ante una fuerza aplicada sobre ellos, pues justamente fluyen. Los líquidos toman la forma del recipiente que los aloja, manteniendo su propio volumen, mientras que los gases

carecen tanto de volumen como de forma propias. Las moléculas no cohesionadas se deslizan en los líquidos y se mueven con libertad en los gases. Los fluidos están conformados por los líquidos y los gases, siendo los segundos mucho menos viscosos (casi fluidos ideales)

- Válvula.

Es un instrumento de regulación y control de fluido. Una definición más completa describe la válvula como un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

- Mantenimiento.

Se denomina mantenimiento al procedimiento mediante el cual un determinado bien recibe tratamientos a efectos de que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias exteriores no lo afecte. Existe gran multitud de campos en los que el término puede ser aplicado, ya sea tanto para bienes físicos como virtuales.

- Inspección.

Procede del latín inspectio y hace referencia a la acción y efecto de inspeccionar (examinar, investigar, revisar). Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista. El objetivo de una inspección es hallar características físicas significativas para determinar cuáles son normales y distinguirlas de aquellas características anormales. En este sentido, es posible desarrollar

inspecciones de empresas o comercios para verificar que cumplan la ley.

- Ensayo no destructivo.

Se denomina ensayo no destructivo a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo.

- Overhaul.

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva

- Productividad.

Es el producto generado sea por toneladas extraídas versus los recursos que han sido utilizados para este proceso.

- Confiabilidad.

Es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un periodo determinado, bajo condiciones específicas.

- Mantenibilidad.

Es la probabilidad de que una máquina o equipo de un sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo

dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.

- Disponibilidad.

Es la proporción de tiempo durante la cual un sistema u equipo está en condiciones de ser usado.

- Tiempo de entrega.

Es el cumplimiento de los plazos previstos, variables que tienen también su importancia, ya que para el mantenimiento el tiempo es un factor importante

- Seguridad.

Esta referida a la integridad del personal, instalaciones, equipos, sistemas, máquinas y sin dejar de lado el medio ambiente.

- Empadronamiento.

Es una palabra referida a la aplicación de un censo teniendo en cuenta características en común entre quienes se desarrolla tal conteo. En padrón es un listado organizado por categoría o por orden alfabético en el que se contabilizan objetos o personas que compartan cualidades o funciones dentro de un conjunto o sociedad.

- Formato.

El término formato refiere al tamaño y las medidas de un impreso, una fotografía, un cuadro, etc.

- Indicador de gestión.

Un indicador se define como “la relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos y metas previos e influencias esperadas

- Gestión.

Es la asunción y ejercicio de responsabilidades sobre un proceso (es decir, sobre un conjunto de actividades) lo que incluye la preocupación por la disposición de los recursos y estructuras necesarias para que tenga lugar la coordinación de sus actividades y correspondientes interacciones.

- Gama.

Serie de cosas pertenecientes a una misma clase o categoría, especialmente las que, dentro de ella, están clasificadas de acuerdo con la talla, el precio, la duración, etc.

## 2.4 Normatividad

- ASME SECCION VIII DIVISION 1.

**ASME** es el acrónimo de American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). Es una asociación de profesionales, que ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros, calderas y recipientes sujetos a presión.

Para nuestra tesis utilizamos la norma ASME SECCION VIII DIVISION 1 La cual se basa en fabricación de recipientes a presión con el cual se tomara las referencias de cómo fue su construcción, para su posterior mantenimiento.

- ASTM.

A.S.T.M. Siglas en inglés para la American Society of Testing Materials, que significa, Asociación Americana de Ensayo de Materiales. Esta asociación radicada en Estados Unidos se encarga de probar la resistencia de los materiales para la construcción de bienes.

- ANSI B16.5.

El acrónimo ANSI son las siglas en inglés de American National Standards Institute, cuyo significado en español se traduce como Instituto Americano de Normas. El ANSI supervisa la creación, expedición y utilización de miles de normas y directrices que utilizadas por empresas en casi todos los sectores. Estableciendo normas para una amplia gama de áreas desde construcción, producción, energía,

tecnología, lenguajes de programación, especificaciones eléctricas, protocolos de comunicación y mucho más.

- NFPA58.

La NFPA (National Fire Protection Association), cuyo significado se traduce Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, se encarga de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal encargado de la seguridad.

Para nuestra tesis utilizamos el NFPA58 que es el código de gas licuado y petróleo.

- API510.

Conocido comúnmente como API, en español Instituto Americano del Petróleo, es la principal asociación comercial de los EE. UU., representando cerca de 400 corporaciones implicadas en la producción, el refinamiento, la distribución, y muchos otros aspectos de la industria del petróleo y del gas natural. Esta asociación se refiere a menudo como AOI (en inglés, The American Oil Industry) o industria de petróleo americana.

### **3. VARIABLES E HIPÓTESIS**

#### **3.1 Variables De La Investigación.**

En la presente tesis, Titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en recipientes de alta presión de 250 psig para el almacenamiento, transporte de Glp y su certificado de conformidad. planta Zinsac del Perú- Puente Piedra”. En su estudio integral de la problemática, presenta las siguientes variables.

##### **3.1.1 Variable Independiente (X).**

- Plan de mantenimiento preventivo

##### **3.1.2 Variable Dependiente (Y).**

- Certificado de conformidad del tanque de GLP

#### **3.2 Operacionalización de Variables.**

Por lo que la ecuación función correspondiente al problema de objeto de estudio es:

$$Y = \varphi(X)$$

De la ecuación anterior, se tiende a disgregar las ecuaciones:

$$Y = \varphi(x_1, x_2, x_3, x_4)$$

Donde:

$x_1$ : Indicadores de fallas.

$x_2$ : Diagnóstico de operatividad.

$x_3$ : Planificar y organizar.

$x_4$ : Control y dimensionamiento

En la tabla siguiente se detalla, con los indicadores correspondientes.

**TABLA N° 3.1**  
**OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>Independiente</b>  Plan de mantenimiento preventivo	➤ Indicadores de fallas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Informe técnico de la planta distribuidora de GLP</li> <li>➤ Historial de los recipientes</li> <li>➤ Registros de los trabajos</li> </ul>
	➤ Diagnóstico de operatividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ensayos no destructivos.</li> <li>➤ Verificación de averías.</li> <li>➤ Inspección visual.</li> </ul>
	➤ Planificar y organizar	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sistematización del plan de mantenimiento</li> <li>➤ Diseño de formatos.</li> <li>➤ Recursos a utilizar.</li> </ul>
	➤ Control y dimensionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Empadronamiento de las herramientas, materiales, máquinas y equipos</li> <li>➤ Codificación de las herramientas y equipos</li> <li>➤ Indicadores del mantenimiento preventivo.</li> </ul>
<b>Dependiente</b>  Certificado de conformidad	➤ Normas para su certificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ API 510</li> <li>➤ ASME SECCION VIII DIV. 1</li> <li>➤ ASME SECCION V.</li> </ul>

Fuente Elaboración propia

### **3.3 HIPÓTESIS.**

#### **3.3.1 Hipótesis General.**

Si se diseña un Plan de Mantenimiento Preventivo aplicados a recipientes de alta presión de 250 Psig para el almacenamiento y su posterior transporte de GLP se logrará su certificado de conformidad por parte de las entidades acreditadas

#### **3.3.2 Hipótesis Específica.**

- Si se proyectan los indicadores de fallas consecutivas que se dan en los recipientes de alta presión se logrará elaborar su registro e historial correspondiente.
- Si se realiza la inspección técnica, las pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes de alta presión que almacenan y transportan GLP se logrará obtener su diagnóstico de operatividad.
- Si se planifica y organiza los trabajos a realizar en los recipientes de alta presión se podrá contar con los recursos necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo.
- Si se realiza el control y dimensionamiento del plan de mantenimiento se podrá obtener el certificado de conformidad de acuerdo a las normas existentes.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipo De Investigación.**

- **Tecnológica Aplicada**

Basándonos en el objeto de estudio de la empresa podemos concluir que la investigación es de tipo tecnológica aplicada porque se diseñó un plan de mantenimiento con la finalidad de implantarlo en la empresa para que de esta manera solucione las necesidades claramente definidas.

Ya que nos proponemos describir, analizar y cuantificar los datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confiar en la medición numérica, así como la utilización de manuales, códigos estandarizados y normas para el diseño de un plan de mantenimiento para una flota de tanques.

### **4.2 Diseño de Investigación**

El diseño de investigación basado en la utilización de normas y métodos establecidos por trabajos realizados anteriormente en el mantenimiento de tanques y tomando en cuenta la forma, características y estado del tanque.

El diseño consta en la recopilación e información de datos de los recipientes así como, registros, hojas de vida y realizar la actualización de datos del mantenimiento llevados por los técnicos. De esta manera el plan de mantenimiento preventivo se llevara a cabo por las frecuencias, tiempos, calidad y costos para poder implementarlo en la empresa ZINSAC DEL PERÚ

Teniendo información del recipiente se realizó el plan de mantenimiento para luego ponerlo en práctica, estos planes fueron dinámicos los cuales se ajustaron de manera que llegamos a controlar las situaciones que nos puedan causar daño u averías al recipiente y lograr obtener el certificado de conformidad por la entidad certificadora.

#### **4.2.1 Parámetros básicos de investigación.**

Con el fin de prevenir el máximo de fallas en el tanque y preservarlo en un óptimo estado de funcionamiento, brindando así seguridad al momento de su manipulación, logrando de esta manera cumplir con la normativa internacional y obtener el certificado de conformidad. Con este plan de mantenimiento se busca seguir un procedimiento adecuado a la hora de realizar cualquier tipo de actividad en el proceso del mantenimiento preventivo.

Se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos al implementar el plan de mantenimiento preventivo, es compromiso de la empresa; de ellos depende una mejora en el mantenimiento que ya se viene realizando a los tanques, sin la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, ya que este aportaría una mejora en la operatividad de los tanques, los compromisos de los tiempos de entrega, la seguridad y la garantía de los trabajos.

El método de trabajo es de formar un grupo de trabajo de la propia empresa que, asesorado o no por consultores externos, evalúe la situación de los distintos aspectos del mantenimiento. Este grupo de trabajo, coordinado

por el jefe de operaciones, deberá estar compuesto por representantes de las áreas de ejecución del mantenimiento (operación, material, organización, recursos humanos, capacitación y desarrollo y seguridad industrial), algunos de los cuales tendrán su participación limitada, solamente a los temas de sus niveles de acción.

La metodología bajo el cual se desarrollará los trabajos en la planta ZINSAC DEL PERÚ será:

- a. Empadronamiento de las herramientas, materiales, máquinas y equipos
- b. Codificación de las herramientas y equipos
- c. Diseño de sistema documental: (Tarjetas Maestras, Hojas de vida, Relación de Requerimientos.)
- d. Diseño de formatos para la debida administración del mantenimiento
- e. Diseño de Indicadores de Gestión
- f. Sistematización del plan.

**a. Empadronamiento de las herramientas, materiales y equipos**

Como primer paso para la realización objetiva de este plan de mantenimiento se realizó un inventario de las herramientas y equipos destinados al mantenimiento preventivo que se les realiza a los tanques en la empresa ZINSAC DEL PERÚ, con la colaboración del asesor de la empresa, Además se dejó planteada la posibilidad de incluir, modificar o sacar del inventario alguna herramienta o equipo en un futuro.

En la Tabla n° 4.1 se muestran los equipos seleccionados para dicho plan de mantenimiento.

**TABLA N° 4.1**  
**INVENTARIO DE HERRAMIENTAS, MATERIALES, MÁQUINAS Y**  
**EQUIPOS DESTINADOS AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**EN LA PLANTA ZINSAC.**

ALMACEN	AREA DE TRABAJO	HERRAMIENTAS, MATERIALES, MAQUINAS Y EQUIPOS	CANTIDAD
ALMACEN 1 NIVEL	1	Esmeriladora angular de 4 1/2 Pulg	5
ALMACEN 1 NIVEL	1	Esmeriladora angular de 7 Pulg	2
ALMACEN 1 NIVEL	1	Esmeriladora angular de 9 Pulg	2
ALMACEN 1 NIVEL	1	Disco de desbaste de 7 x 1/4 x 7/8 Pulg	15
ALMACEN 1 NIVEL	1	Disco de corte de 7 x 1/8 x 7/8 Pulg	15
ALMACEN 1 NIVEL	1	Disco de desbaste de 9 x 1/4 x 7/8 Pulg	10
ALMACEN 1 NIVEL	1	Disco de corte de 9 x 1/8 x 7/8 Pulg	10
ALMACEN 1 NIVEL	1	Disco de desbaste de 4 1/2 x 1/4 x 7/8 Pulg	15
ALMACEN 1 NIVEL	1	Disco de corte de 4 1/2 x 3/64 x 7/8 Pulg	15
ALMACEN 1 NIVEL	1	Disco de pulir bronce de 4 1/2 x 7/8 PULG	15
ALMACEN 1 NIVEL	1	Rueda trenzada de 4 pulg M14	15
ALMACEN 1 NIVEL	1	Grata copa 75mm M14	15
ALMACEN 1 NIVEL	1	Grata cónica 3 Pulg	15
ALMACEN 1 NIVEL	1	Juego de brocas desde 1/8 a 1/2	2
ALMACEN 1 NIVEL	1	Lentes	15
ALMACEN 1 NIVEL	1	Guantes anti corte	10 pares
ALMACEN 1 NIVEL	1	Tapones	15 pares
ALMACEN 1 NIVEL	1	Caretas de protección	5
ALMACEN 1 NIVEL	1	Nipple 2R NPT SCH 80 (Long. 60 mm) x 2" diam.	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Nipple 2R NPT SCH 80 (Long. 50 mm) x 2" diam.	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Nipple 2R NPT SCH 80 (Long. 260 mm) x 2" diam.	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Nipple 2R NPT SCH 80 (Long. 880 mm) x 2" diam.	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Nipple 2R NPT SCH 80 (Long. 60 mm) x 1. 1/4" diam.	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Nipple 2R NPT SCH 80 (Long. 80 mm) x 1. 1/4" diam.	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Nipple 2R NPT SCH 80 (Long. 100 mm) x 1. 1/4" diam.	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Nipple 2R NPT SCH 80 (Long. 920 mm) x 1. 1/4" diam.	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Nipple 2R NPT SCH 80 (Long. 280 mm) x 1. 1/4" diam.	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Tapón de 3" 3000 Lb	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Válvulas esféricas de 2" x 600 WOG, Apollo	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Válvulas esféricas de 1 1/4" x 600 WOG, Apollo	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Válvulas seguridad rego de 3" (P/TK MOVIL)	2

ALMACEN 1 NIVEL	1	Manómetros 0-300 Psi 2. 1/2" x 1/4" INF. C/GLIC. Premium	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Válvulas internas rego de 3" x (300)GPM	2
ALMACEN 1 NIVEL	1	Válvulas internas rego de 2" x (250) GPM	2
ALMACEN 1 NIVEL	1	Válvula de alivio 1/4" x 450 Psi. Rego	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Válvula de drenaje de 1 1/4". Rego	2
ALMACEN 1 NIVEL	1	Válvula de nivel de 3/4", Rego	3
ALMACEN 1 NIVEL	1	Termómetro de 1/2" NPT x 3" Diámetro x 6" Bulbo, Ases ( -20 + 120 C )	3
ALMACEN 1 NIVEL	1	Tee Bifurcación de 1/4" NPT	3
ALMACEN 1 NIVEL	1	Medidor de volumen rotatorio	1
ALMACEN 1 NIVEL	1	Medidor de volumen magnético	1
ALMACEN 1 NIVEL	1	Tapas acme de 3 1/4" C/Cadena, Rego	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Tapas acme de 1 3/4" C/Cadena, Rego	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Adaptador macho 2" NPT X 3 1/4 ACME, Rego	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Adaptador macho 1 1/4" NPT X 1 3/4 ACME, Rego	4
ALMACEN 1 NIVEL	1	Codos de 90° 3000 Lb (Diámetro 2")	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Codos de 90° 3000 Lb (Diámetro 1. 1/4")	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Bushing de 3000 Lb (Diámetro 2"- 1. 1/4")	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Bushing de 3000 Lb (Diámetro 3"- 2")	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Casco protector de válvula de seguridad	8
ALMACEN 1 NIVEL	1	Accionador neumático	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Pistón neumático	6
ALMACEN 1 NIVEL	1	Base epoxica gris	6 Jgs
ALMACEN 1 NIVEL	1	Base al aceite gris	6 jgs
ALMACEN 1 NIVEL	1	Pintura amarilla epoxica	6 jgs
ALMACEN 1 NIVEL	1	Pintura blanca epoxica	6 jgs
ALMACEN 1 NIVEL	1	Detergente bolsa de (5 kg)	4
AREAS ADMINISTRATIVAS	2	Computadora	6
ALMAC. DE PRODUCTOS TERMINADOS	3	_____	0
MANUFACTURA Y ENSAMBLAJE	4	_____	0
SOPORTE TECNICO	5	_____	0
RECEPCION DE INSUMOS	6	_____	0
MANTENIMIENTO	7	Compresora de 4 cabezales	1
MANTENIMIENTO	7	Equipo oxicorte	1
MANTENIMIENTO	7	Tanques para almacenar agua CAP. TOTAL: 15,000 Glns (Desgacificado, Prueba Hidrostática)	2
MANTENIMIENTO	7	Maquina de soldar (Mig)	1
MANTENIMIENTO	7	Maquina de soldar (Arco eléctrico)	1
ESTACIONAMIENTO	8	_____	0
CONTROL DE CALIDAD	9	computadora	2
SALA DE CAPACITACION	10	_____	0
VESTUARIO	12	_____	0
SERV. HIGIENICOS	13	_____	0
JARDIN	14	_____	0

Fuente Elaboración propia

## **b. Codificación de las herramientas y equipos.**

Después de tener identificadas las herramientas, materiales, máquinas y equipos existentes a través de un recorrido en la planta ZINSAC DEL PERU, Para poder tener en cuenta con que contamos para el mantenimiento preventivo de los tanques, se tiene que proceder a realizar la codificación de los equipos y maquinas seleccionados; este proceso es de vital importancia ya que se podrán identificar con un código alfanumérico propio para cada uno de ellos.

Al momento de realizar la codificación se tuvo en cuenta el área de trabajo en la cual está posicionada la máquina, abreviación del nombre y la posición en la cual está ubicado dicho equipo, haciendo referencia a la Tabla n° 4.2 tenemos:

**TABLA N° 4.2**  
**CODIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS**

<b>MAQUINAS Y EQUIPOS</b>	<b>CODIGOS</b>
Esmeriladora 1 angular de disco 4 1/2 Pulg	<b>E1D4</b>
Esmeriladora 2 angular de disco 4 1/2 Pulg	<b>E2D4</b>
Esmeriladora 3 angular de disco 4 1/2 Pulg	<b>E3D4</b>
Esmeriladora 4 angular de disco 4 1/2 Pulg	<b>E4D4</b>
Esmeriladora 1 angular de disco 7 Pulg	<b>E1D7</b>
Esmeriladora 2 angular de disco 7 Pulg	<b>E2D7</b>
Esmeriladora 1 angular de disco 9 Pulg	<b>E1D9</b>
Computadora 1	<b>COMP1</b>
Computadora 2	<b>COMP2</b>
Computadora 3	<b>COMP3</b>
Computadora 4	<b>COMP4</b>
Equipo de oxicorte	<b>EQPOXI</b>
Compresora	<b>COMPRES</b>
Bomba Eléctrica (Prueba Hidrostática)	<b>BOMELECT</b>
Hidrolavadora	<b>HIDLAV</b>
Máquina de soldar MIG	<b>MAQMIG</b>
Máquina de soldar de arco eléctrico	<b>MAQARC</b>

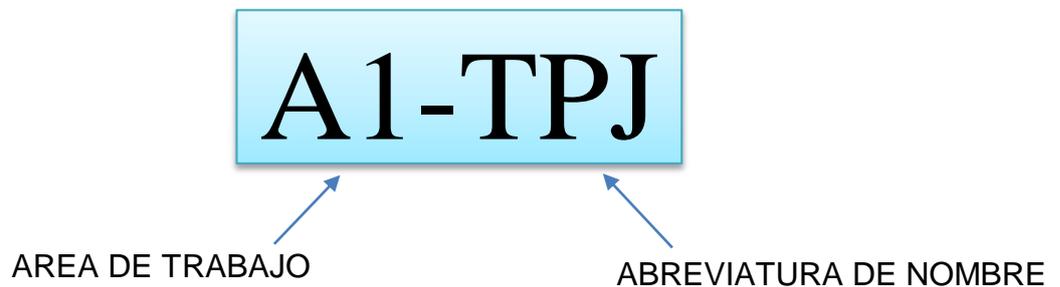
**Fuente Elaboración propia**

**Interpretación de los códigos empleados:**

- **A1:** Área de Trabajo 1
- **A2:** Área de Trabajo 2
- **A3:** Área de Trabajo 3
- **A4:** Área de Trabajo 4
- **A5:** Área de Trabajo 5
- **A6:** Área de Trabajo 6
- **A7:** Área de Trabajo 7
- **A8:** Área de Trabajo 8
- **A9:** Área de Trabajo 9
- **A10:** Área de Trabajo 10
- **A11:** Área de Trabajo 11
- **A12:** Área de Trabajo 12
- **A13:** Área de Trabajo 13
- **A14:** Área de Trabajo 14
- **E1D4:** Esmeril 1 de disco  
4. ½"
- **E2D4:** Esmeril 2 de disco  
4. ½"
- **E3D4:** Esmeril 3 de disco  
4. ½"
- **E4D4:** Esmeril 4 de disco  
4. ½"
- **E5D4:** Esmeril 5 de disco  
4. ½"
- **E1D7:** Esmeril 1 de disco  
7"
- **E2D7:** Esmeril 2 de disco  
7"
- **E1D9:** Esmeril 1 de disco  
9"
- **E2D9:** Esmeril 2 de disco  
9"
- **COMP1:** computadora 1
- **COMP2:** computadora 2
- **COMP3:** computadora 3
- **COMP4:** computadora 4
- **COMP5:** computadora 5
- **COMP6:** computadora 6

- **COMP7:** computadora 7
- **COMP8:** computadora 8
- **EQPOXI:** Equipo de oxicorte
- **COMPRES:** Compresora
- **BOMELECT:** Bomba Eléctrica (Prueba Hidrostática)
- **HIDLAV:** Hidrolavadora
- **MAQMIG:** Maquina de soldar MIG
- **MAQARC:** Maquina de soldar de arco eléctrico

**Por lo tanto:**



**c. Diseño de sistema documental: (Tarjetas Maestras, Hojas de vida, Relación de Requerimientos.)**

✓ **Tarjeta maestra.**

Se hace necesaria la creación de formatos y documentos que faciliten el acceso a la información de cada máquina u equipo que se va a utilizar en el mantenimiento preventivo que se les realizara a los tanques que transportan GLP, para esto se diseñó un formato que recopila información de carácter técnico, operativo y características generales de un equipo en particular, el cual se denomina Tarjeta Maestra o Ficha Técnica. Así como también se le realizara una ficha técnica a cada uno de los tanques que ingresen a la planta ZINSAC DEL PERÚ por mantenimiento preventivo, para tener en cuenta las especificaciones del fabricante, características del material de fabricación y las presiones de las pruebas realizadas por este mismo entre otros.

Las características técnicas que podemos encontrar en este formato son basadas en el mismo diseño de los equipos u recipiente a presión, también son llamados tanques para transporte de GLP, en estos equipos se podrá ver especificados parámetros tales como: voltaje, amperaje, potencia, velocidad de trabajo, etc. Las características operacionales son todas aquellas condiciones que se tienen que garantizar para una óptima eficiencia del equipo, como lo son, temperatura, presión, caudal, entre otros. Las características generales hacen referencia a las cualidades físicas e información adicional del equipo, como fabricantes, proveedores, dimensiones, si tiene o no catálogo, etc.

Para la empresa ZINSAC DEL PERÚ se propuso un formato que relacione dichas variables descritas anteriormente, a partir del conocimiento previo adquirido en la empresa.

A continuación, mostraremos el ejemplo del diseño de dicho formato en la Tabla 4.3 y aclaramos que el formato fue elaborado en la empresa ZINSAC DEL PERÚ, para llevar un mejor control en el mantenimiento de los recipientes.

**TABLA N° 4.3**

**TARJETA MAESTRA**

ZINSAC DEL PERU SAC			
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
TARJETA MAESTRA			
<b>1. DATOS GENERALES</b>			
FOTO		FOTO	
EQUIPO:		FOTO	
MARCA:		MODELO:	
PESO:		CODIGO:	
<b>2. TIEMPOS DE OPERACIÓN: (X)</b>			
FECHA DE INSTALACION:		INTERMITENTE:	
HOJA DE VIDA N°:		CATALOGO:	
JORNADA LABORAL :		8 HORAS ( )      10 HORAS ( )      12 HORAS ( )	
<b>DATOS DEL FABRICANTE Y/O REPRESENTANTE</b>			
NOMBRE:		DIRECCION:	TELEFONO:
CIUDAD:		CORREO ELECTRONICO:	OTROS DATOS:
<b>3. SERVICIOS DE OPERACIÓN</b>			
VOLTAJE:		AMPERAJE:	POTENCIA:
<b>NEUMATICA</b>	<b>HIDRAULICA</b>		<b>OTROS</b>
PRESION DE TRABAJO	TIPO FLUIDO	TIPO BOMBA	
<b>MOTOR ELECTRICO</b>			
MARCA:	MODELO:	SERIE:	TIPO:
HP:	RPM:	VOLTS:	AMP:
OBSERVACIONES:			

Fuente Elaboración propia

### ✓ **Formato hoja de vida**

Este formato es de vital importancia, debido a que con él es posible tener un historial de las actividades realizadas a cada uno de los equipos, máquinas que intervienen en el proceso productivo de la empresa. Como consecuencia cada máquina, equipo y también los tanques que lleguen a la planta ZINSAC DEL PERÚ para realizarle mantenimiento preventivo, tendrá su propia hoja de vida. Se debe tener en cuenta que, con la información recolectada en dicho formato, se pueden tomar decisiones a futuro, dando como resultado un posible cambio ó sustitución de las mismas. Para facilidad en un futuro tanto del jefe de mantenimiento, como los operarios que realizan dichos mantenimientos preventivos, el formato de hoja de vida tendrá el mismo diseño para todas las maquinarias, equipos de la planta ZINSAC DEL PERÚ, pero para los tanques será otro formato de hoja de vida.

A continuación, mostraremos el ejemplo del diseño de dicho formato en la TABLA N° 4.4 y la TABLA N° 4.5 y aclaramos que los formatos fueron elaborados en la empresa ZINSAC DEL PERÚ, para llevar un mejor control en el mantenimiento de los recipientes.

**TABLA N° 4.4**

**HOJA DE VIDA DEL TANQUE**

ZINSAC DEL PERU SAC PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE VIDA DEL TANQUE DE 14,000 GLNS			
DATOS GENERALES			
FOTO DEL TANQUE   FOTO DEL TANQUE   FOTO DEL TANQUE  FOTO DEL TANQUE   FOTO DEL TANQUE   FOTO DEL TANQUE  FOTO DEL TANQUE   FOTO DEL TANQUE   FOTO DEL TANQUE			
CLIENTE :		NUM. SERIE TQ :	
PLACA :		FABRICANTE DEL TQ:	
AÑO DE FABRICACION :		PROCEDENCIA DEL TQ :	
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL FABRICANTE DEL TANQUE</b>			
Diametro exterior :	2.325 mm	Longitud total :	6.775 mm
Espesor de cabezas :	9.50 mm	Material de cabezas :	ASTM A36
Espesor de cuerpos :	12.50 mm	Material de cuerpos :	ASTM 612
Presion de trabajo :	100 Psi	Presion max. De trabajo :	255.90 Psi
Presion de diseño :	250 Psi	Presion hidrostatica :	325 Psi
RX de Cabezas :	100 %	RX de Cuerpo :	100 %
Norma de Fabricacion :		ASME SECCION VIII DIV. 1	

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 4.5**

**HOJA DE VIDA DEL TANQUE**

SERVICIOS DE OPERACIÓN				
ZINSAC DEL PERU SAC PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
HOJA DE VIDA				
DATOS GENERALES				
HOJA DE VIDA N°	TARJETA DE VIDA N°	NOMBRE DEL EQUIPO / CLIENTE		CODIGO / PLACA DEL TANQUE
UBICACIÓN	MARCA	MODELO	FECHA DE PUESTA EN MARCHA	
HISTORIAL DE REPARACIONES				
FECHA	ORDEN DE TRABAJO N°	DESCRIPCION	REPARO	COSTO

Fuente Elaboración propia

#### **d. Diseño de formatos para la debida administración del mantenimiento**

El personal encargado de la realización de las tareas de mantenimiento son los mecánicos de la planta Zinsac del Perú y tienen como mayor responsabilidad la funcionalidad de los equipos y herramientas a utilizar, también el garantizar el trabajo realizado para que no existan fallas o problemas posteriores. La supervisión del trabajo realizado por los mecánicos debe ser realizada por el supervisor de mantenimiento para garantizar un trabajo de buena calidad, sobre todo es el encargado de asegurarse de que las tareas de mantenimiento estén llevándose a cabo de una forma segura esto quiere decir que no esté en peligro la vida ni la salud de los mecánicos o que se dañen los equipos. Los canales de comunicación del avance o culminación de las tareas serán de la siguiente forma: las realizaciones de las tareas de mantenimiento son efectuadas por los mecánicos del supervisor de mantenimiento.

A continuación, mostraremos el ejemplo del diseño de dicho formato en la Tabla n° 4.6 y aclaramos que el formato fue elaborado en la empresa ZINSAC DEL PERÚ, para llevar un mejor control en el mantenimiento de los recipientes.



### **e. Diseño de Indicadores de Gestión**

Con el objeto de constatar si el desempeño organizacional es el más adecuado, se realizan mediciones de los procesos a fin de llevar a cabo un control (lo que no se mide, no se controla), en el interés de verificar que las acciones se realizan dentro de los parámetros preestablecidos, y que se están tomando las decisiones más acertadas; en otras palabras, que se está llevando a cabo una adecuada gestión. En este contexto, surgen los indicadores de gestión.

Por lo consiguiente veremos algunas teorías de los indicadores de gestión, tomando como referencia una de ellas para realizar el plan de mantenimiento, a continuación, tenemos que:

Un indicador se define como “la relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos y metas previos e influencias esperadas” (Beltrán, 2000, p.35). Los indicadores permiten conocer si se están cumpliendo la misión, objetivos y metas, y esto conforma la filosofía de gestión de las organizaciones, por ello, los indicadores permiten evaluar la gestión.

Según Pérez (2007), un indicador de gestión es la medición cualitativa del comportamiento y el desempeño de un sistema de producción o proceso, cuya magnitud puede ser comparada con un nivel de referencia, detectando desviación y luego tomando las acciones correctivas y preventivas.

Por su parte, Kaplan y Norton (2002) expresan que un indicador es la medida gerencial que permite la evaluación del desempeño de las labores

en los sistemas productivos frente a los objetivos y metas, en la cual relaciona actividades, estrategias y responsabilidades. Es decir, los indicadores activan la medición en todo sistema de producción y ellos son la base para verificar la actividad económica y sus resultados en cuanto a los costos y la calidad del servicio o producto.

Por otro lado, expresan Jiménez y Milano (2006) que existe una variedad de indicadores que se pueden llevar en la gestión de mantenimiento, estos se implementan para medir el comportamiento de los sistemas productivos, los cuales son utilizados para cumplir con las metas definidas en un plan de trabajo generalmente realizado anualmente. Previamente se deben llevar registros de datos que permitan el cálculo periódico de los indicadores. A continuación, se explican los indicadores calidad del servicio, disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y costos.

- **Calidad del servicio**

Los indicadores de calidad del servicio son utilizados por la gerencia para diagnosticar la apreciación de los usuarios sobre la gestión de mantenimiento (Clemenza, 2010), es decir, se emplean para determinar la satisfacción o no del usuario del servicio, referido en este caso específico, al usuario del mantenimiento. Generalmente, para medir la calidad del servicio, se aplica una encuesta al usuario a fin de detectar desviaciones, sobre las cuales se llevará a cabo la acción correctiva o preventiva. De esta manera, al usuario manifestar su opinión, podrán corregirse las fallas o debilidades del mantenimiento, y ello permitirá ejecutar mejores acciones de mantenimiento en el futuro.

Duffuaa et al (2010) describen que un sistema con un buen mantenimiento genera menos desperdicio que un sistema con poca o baja gestión de mantenimiento. En este sentido, un buen mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad del servicio o producto.

En este orden de ideas, la norma la Norma ISO 9000 (2005) señala que la calidad del servicio depende de los clientes del proceso productivo y por lo tanto la gestión de mantenimiento debería comprender las necesidades de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de ellos.

Por otro lado, indica que las quejas de los clientes son un indicador habitual de su baja satisfacción, pero la ausencia de las mismas no implica una elevada satisfacción de este. Esto último se relaciona con una gestión de mantenimiento, la cual debe satisfacer los clientes (usuario final) del proceso productivo.

#### ▪ **Disponibilidad**

Duffuaa et al (2010, p.41), la definen como “la capacidad del equipo para llevar a cabo con éxito la función requerida en un momento específico o durante un período de tiempo específico”, es decir, es la disponibilidad funcional del equipo en los requerimientos de los sistemas productivos. Para Martínez (2007, p. 84), consiste en la “disponibilidad o probabilidad de que un equipo entre en funcionamiento y se mantenga en operación durante un período de tiempo establecido”, se mide con la base de la razón de servicio y se calcula en función del tiempo promedio entre fallas y el tiempo fuera de servicio, según la expresión en la fórmula 4.1:

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPDR} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dónde:

D = Disponibilidad

TPEF = Tiempo promedio entre fallas

TPDR = Tiempo promedio de reparación

Los periodos de tiempos nunca incluyen las paradas planificadas ni paros por producción, solo se toma en cuenta los tiempos relacionados con falla de equipos. La disponibilidad da un valor entre 0 y 1; mientras el resultado sea más cercano al 1 será positivo; en este sentido, puede mejorarse el valor de la disponibilidad mejorando la confiabilidad (aumentando el TPEF) o mejorando la mantenibilidad (es decir disminuyendo el TPDR)

▪ **Confiabilidad**

Rodríguez (2008) define la confiabilidad como la probabilidad de que un equipo o sistema de producción desarrolle su función bajo condiciones específicas y durante un período de tiempo determinado, llamada también fiabilidad.

Para Leal (2009) es la probabilidad de que un elemento o sistema de producción realizará su función prevista sin fallas o averías, en un período de tiempo especificado bajo condiciones dadas de operación.

En otras palabras, la confiabilidad de un equipo o sistema es la probabilidad de que este opere sin ningún contratiempo, al ser requerido por el sistema de producción. Es importante destacar que la confiabilidad de un equipo o

sistema, es directamente proporcional a la aplicación de un efectivo mantenimiento y al diseño apropiado para cumplir con las especificaciones del sistema de producción. En este sentido, al no realizar mantenimiento y/o poseer un diseño no acorde a los requerimientos de producción, éste poseerá una baja confiabilidad.

Los parámetros que relacionan la confiabilidad son el tiempo promedio entre fallas (TPEF), la rata o tasa de fallas (Rf) o la probabilidad de supervivencia (Ps). Estas vienen expresadas de la siguiente formula 4.2:

TPEF= Horas totales en servicio/ Cantidad de fallas reportadas.

Rf= Cantidad de fallas / Horas totales en servicio.

Ps=  $1/Rf$  .....(4.2)

Las horas de operación de un equipo entre dos fallas consecutivas, es una medida de confiabilidad de dicho equipo y mayor será la confiabilidad cuanto menor sea la rata de fallas y mayor el tiempo promedio entre fallas (Rodríguez, 2008). Con este indicador es práctico realizar un buen análisis de fallas, el cual contribuye a un paso importante en la elaboración del programa de mantenimiento. Realizar este análisis dependerá del histórico de fallas de un equipo durante cada momento de su vida útil.

- **Mantenibilidad**

Para Rodríguez (2008), la mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo en estado de falla sea restablecido a una condición determinada de operación en un período de tiempo, utilizando los recursos necesarios. Por su parte, Nava (2008) explica que es la probabilidad que el equipo sea restaurado a sus condiciones normales de funcionabilidad luego de la

aparición de la falla, bajo condiciones preestablecidas de mantenimiento. Esto quiere decir que la mantenibilidad es un indicador que mide el tiempo de reparación del equipo y la velocidad del mantenimiento, siempre bajo condiciones óptimas de mantenimiento, sin riesgos para el personal y el ambiente. Este indicador se encuentra relacionado directamente con el TPDR (tiempo promedio de reparación) la expresión esta dada por la fórmula 4.3. Tal como fue indicado anteriormente si disminuye el TPDR mayor será la disponibilidad.

$$\text{TPDR} = \frac{\text{Horas de mantenimiento preventivo}}{\text{Cantidad de fallas}} \dots\dots\dots(4.3)$$

Según Mesa et al (2006), la mantenibilidad describe el tiempo promedio de reparación, es decir, la aplicación de la acción preventiva sobre las fallas, pero dicho tiempo incluye factores que inciden directamente sobre éste. Algunos de estos factores son la mano de obra capacitada, la planificación de las actividades de mantenimiento (planificación y programación), la disponibilidad de materiales y repuestos y la accesibilidad para aplicar el mantenimiento. Todos ellos determinan la mantenibilidad, por lo que se deben considerar los tiempos que estos ocasionan y sumárselos a la ejecución propiamente dicha de la actividad.

▪ **Costos.**

Duffuaa et al (2010), indican que la información de los costos debe estar incluida en las órdenes de trabajo, y que esta debe reflejar un resumen

mensual de los costos de mantenimiento. Este indicador ayudará a establecer los programas de reducción necesarios en la gestión de mantenimiento. Es importante destacar que los costos constituyen un aspecto relevante en la evaluación de cualquier gestión, donde cada egreso debe estar justificado. Para Martínez (2007), desde el punto de vista de la organización, el reporte de los costos es muy importante y debe responder a: la supervisión del personal que labora en los mantenimientos, la cual necesita medir su efectividad; la gerencia de mantenimiento, que requiere observar la tendencia de los costos con el detalle necesario para atender las áreas de atención especial y así lograr reducirlos, sin afectar la calidad y la producción; y por último la gerencia general, que debe conocer los costos relacionados con el mantenimiento, esenciales para calcular los costos de producción.

Se presentan a continuación los indicadores de costos más comunes en la gestión de mantenimiento en los sistemas de producción y/o empresas:

- Indicador de costo total del mantenimiento (CTM) con respecto al costo total de producción se expresa con la siguiente formula 4.4:

$$\text{costo de mantenimiento} = \left( \frac{\text{CTM}}{\text{costo total del sistema productivo}} \right) 100 \dots (4.4)$$

- Indicador de costo de mano de obra con respecto al costo total de mantenimiento se expresa con la siguiente formula 4.5:

$$\text{costo del personal de mantenimiento} = \left( \frac{\text{costo de personal del mantenimiento}}{\text{CTM}} \right) \times 100 \dots (4.5)$$

- Indicador de costo de mantenimiento preventivo con respecto al costo total de mantenimiento se expresa con la siguiente formula 4.6 :

$$\text{mantenimiento preventivo} = \left( \frac{\text{costo del mantenimiento preventivo}}{\text{CTM}} \right) \times 100 \dots (4.6)$$

- Indicador de costo de materiales y repuestos con respecto al costo total de mantenimiento se expresa con la siguiente formula 4.7:

$$\text{costo de materiales y repuestos} = \frac{\text{costo de materiales y repuestos}}{\text{CTM}} \dots (4.7)$$

- Indicador de costo en relación a las órdenes de trabajo (OT) y la cantidad emitida se expresa con la siguiente formula 4.8 :

$$\text{costo promedio de ordenes de trabajo} = \frac{\text{costo total OT}}{\text{Cantidad total de OT}} \dots (4.8)$$

Según Jiménez y Milano (2006), el elemento de costo que antes no era tan importante, hoy en día se ha convertido en una prioridad del control en las empresas o sistemas de producción. Es por ello que se considera el costo

como indicador para la evaluación de los sistemas de gestión de mantenimiento.

**Metodología al utilizar los indicadores de gestión en el plan de mantenimiento:**

Las unidades informantes son: coordinador del mantenimiento, jefe de mantenimiento, jefe de cuadrilla, jefe de servicios generales, producción, supervisor de mantenimiento e ingeniería, resultando un total de veintitrés 23 personas en la investigación del mantenimiento. La recolección de la información se llevó a cabo a través de un cuestionario auto administrado conformado por 16 ítems con escala Likert Tabla n° 4.7, cuyas categorías fueron: nunca (1), casi nunca (2), a veces (3), casi siempre (4) y siempre (5).

Una vez recolectados los datos se procedió al análisis de los resultados obtenidos, empleándose la estadística de tipo descriptiva, la cual permitió caracterizar cada uno de los indicadores que miden los indicadores de la gestión de mantenimiento. Este tipo de análisis provee una visión global de todo el conjunto de datos, que según la escala de medición seleccionada por los investigadores de tipo intervalo, se reflejan a través de las técnicas estadísticas de tendencia central. Con respecto a la técnica de tendencia central, se utilizó la media aritmética. En la Tabla N° 4.7 de la escala de Likert, en el que se muestra el rango, intervalo y categoría, sobre la base de la puntuación más alta y más baja de la escala de referencia utilizada (5-1); este fue la base para el análisis.

**TABLA N° 4.7**  
**CATEGORÍA DE ANÁLISIS PARA LA INTERPRETACIÓN DEL**  
**PROMEDIO**

<b>Rango</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
1	3.68 – 5.00	Alta	Indica una frecuencia alta de la actividad o proceso analizado.
2	2.34 – 3.67	Moderada	Indica una frecuencia media de la actividad o proceso analizado.
3	1.00 – 2.33	Baja	Indica que la actividad o proceso no se realiza.

Fuente Escala de Rango de likert

Se construyeron tablas para cada indicador de gestión, donde se observan los resultados en términos de frecuencia y porcentaje. Cada tabla muestra, según la medida de tendencia central, los promedios por ítem y por indicador de gestión, así como el significado de la categoría.

### **Resultados y discusión luego de utilizar los indicadores de gestión en el plan de mantenimiento**

Para dar respuesta al objetivo que consiste en determinar los indicadores de gestión de mantenimiento, el cual forma parte de una investigación de mayor alcance en la que se tiene como objetivo general analizar la gestión de mantenimiento en la planta Zinsac del Perú, se consideraron los siguientes indicadores: calidad de servicio, disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y costos.

### Indicador calidad de servicio

El promedio indicador se obtuvo de la siguiente manera:

PI= Promedio indicador

Valores de la escala de Likert (va):

Los encuestados marcaron las opciones siguientes teniendo cada una de las opciones un valor determinado según Likert.

Siempre = 5

Casi siempre= 4

Algunas veces = 3

Casi nunca = 2

Nunca = 1

Cantidad = cantidad de personas que marcaron la opción según la escala de likert)

te = total de personas encuestadas

PI= ( $\sum va * cantidad$ ) /te

**TABLA N° 4.8**

¿ Se utilizan encuestas para determinar la satisfacción del usuario sobre el servicio ?	
alternativas	cantidad
siempre	0
casi siempre	3
algunas veces	11
casi nunca	6
nunca	3
total de encuestados	23
promedio/indicador	2,61
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoria	moderado

**Fuente Elaboración propia**

**TABLA N° 4.9**

¿ Son utilizadas las quejas del usuario como uno de los indicadores para medir la gestión de mantenimiento ?	
alternativas	cantidad
siempre	2
casi siempre	16
algunas veces	4
casi nunca	1
nunca	3
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,83
rango de intervalo	<3,68-5>
categoría	alta

**Fuente Elaboración propia**

**TABLA N° 4.10**

¿ Se realiza un plan de acción considerando las quejas de los usuarios ?	
alternativas	cantidad
siempre	2
casi siempre	13
algunas veces	7
casi nunca	1
nunca	0
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,7
rango de intervalo	<3,68-5>
categoría	alta

**Fuente Elaboración propia**

**TABLA N° 4.11**

¿ Se utilizan indicadores de calidad y servicio para medir la gestión de mantenimiento ?	
alternativas	cantidad
siempre	2
casi siempre	3
algunas veces	8
casi nunca	8
nunca	2
total de encuestados	23
promedio/indicador	2,78
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderado

Fuente Elaboración propia

### INDICADOR CONFIABILIDAD

**TABLA N° 4.12**

¿ Se determina la disponibilidad funcional de equipos e instalaciones de acuerdo a los requerimientos de la empresa ?	
alternativas	cantidad
siempre	7
casi siempre	9
algunas veces	6
casi nunca	1
nunca	0
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,96
rango de intervalo	<3,68 -5>
categoría	alta

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 4.13**

¿ Se registra información sobre la disponibilidad real de equipos e instalaciones ?	
alternativas	cantidad
siempre	5
casi siempre	11
algunas veces	4
casi nunca	3
nunca	0
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,78
rango de intervalo	<3,68 -5>
categoria	alta

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 4.14**

¿ Se utilizan indicadores de disponibilidad para medir la gestión de mantenimiento ?	
alternativas	cantidad
siempre	3
casi siempre	7
algunas veces	9
casi nunca	2
nunca	2
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,3
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderada

Fuente Elaboración propia

## INDICADOR CONFIABILIDAD

**TABLA N° 4.15**

¿ Los equipos operan sin falla durante un tiempo previsto de funcionabilidad ?	
alternativas	cantidad
siempre	1
casi siempre	11
algunas veces	10
casi nunca	1
nunca	0
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,52
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderada

**Fuente Elaboración propia**

**TABLA N° 4.16**

¿ La organización lleva registro de la confiabilidad de los equipos ?	
alternativas	cantidad
siempre	2
casi siempre	9
algunas veces	9
casi nunca	3
nunca	0
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,43
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderada

**Fuente Elaboración propia**

**TABLA N° 4.17**

¿ Se utilizan indicadores de confiabilidad para medir la gestión de mantenimiento ?	
alternativas	cantidad
siempre	3
casi siempre	6
algunas veces	10
casi nunca	2
nunca	2
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,26
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderada

**Fuente Elaboración propia**

### **INDICADOR MANTENIBILIDAD**

**TABLA N° 4.18**

¿ Es utilizado el tiempo promedio para reparar como indicador de la gestión de mantenimiento ?	
alternativas	cantidad
siempre	2
casi siempre	8
algunas veces	7
casi nunca	4
nunca	2
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,17
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderada

**Fuente Elaboración propia**

**TABLA N° 4.19**

¿ Se tiene un promedio de fallas por equipo ?	
alternativas	cantidad
siempre	1
casi siempre	6
algunas veces	8
casi nunca	6
nunca	2
total de encuestados	23
promedio/indicador	2,91
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderada

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 4.20**

¿ Se utilizan indicadores de mantenibilidad para medir la gestión de mantenimiento ?	
alternativas	cantidad
siempre	2
casi siempre	8
algunas veces	8
casi nunca	3
nunca	2
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,22
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderada

Fuente Elaboración propia

## INDICADOR COSTOS

### TABLA N° 4.21

¿ Se revisan los costos para establecer programas de reducción de los mismos ?	
alternativas	cantidad
siempre	3
casi siempre	8
algunas veces	7
casi nunca	4
nunca	1
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,35
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderada

Fuente Elaboración propia

### TABLA N° 4.22

¿ El presupuesto está acorde con lo requerido en las ordenes de trabajo programada ?	
alternativas	cantidad
siempre	2
casi siempre	10
algunas veces	4
casi nunca	7
nunca	0
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,3
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderada

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 4.23**

¿ Se utilizan los indicadores de costos para medir la gestión de mantenimiento?	
alternativas	cantidad
siempre	5
casi siempre	6
algunas veces	5
casi nunca	6
nunca	1
total de encuestados	23
promedio/indicador	3,35
rango de intervalo	<2,34-3,67>
categoría	moderada

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 4.24****INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

Indicadores	Promedio	Categoría
Calidad de Servicio	3.23	Moderada
Disponibilidad	3.68	Alta
Confiabilidad	3.41	Moderada
Mantenibilidad	3.10	Moderada
Costos	3.33	Moderada
Total	3.35	Moderada

Fuente Elaboración propia

En la empresa ZINSAC DEL PERU se realizó los indicadores de gestión obteniendo un buen resultado con la implementación del plan de

mantenimiento, ya que antes se realizaba un mantenimiento correctivo o un mantenimiento de paso, que se daba solo si en recipiente o u equipo habían fallas o averías, por lo cual no era un mantenimiento de confiabilidad y es por eso que se optó por realizar el mantenimiento preventivo que es mucho mejor que el mantenimiento correctivo para la empresa.

En el TABLA N° 4.25 siguiente se mencionará en que consiste un mantenimiento preventivo y correctivo mencionando sus ventajas, desventajas, y diferencias.

**TABLA N° 4.25**

**CUADRO COMPARATIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO**

Tipo	Preventivo	Correctivo
¿En qué consiste?	<p>Consiste en dar mantenimiento a los equipos y recipientes para prevenir fallos y tenerlo en buen estado.</p> <p>Este tipo de mantenimiento es el que resulta de las inspecciones periódicas que revelan condiciones de falla y su objetivo es reducir paros de planta y depreciación excesiva, que muchas veces resultan de la negligencia</p>	<p>En reparar algún componente del equipo y recipientes, si llegara a fallar, corregir el error.</p> <p>Es un tipo de mantenimiento que se basa en arreglar las averías conforme van surgiendo.</p>
¿Cuándo se realiza?	Por periodos de tiempo sea 1 mes ,2 meses etc.	Cuando el equipo presenta algún fallo
ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previene fallos</li> <li>• Más tiempo de vida</li> <li>• Menos gastos en reparaciones</li> <li>• Bajo costo en relación con el mantenimiento predictivo</li> <li>• Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.</li> <li>• Reduce la probabilidad de paros imprevistos.</li> <li>• Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos.</li> <li>• Este tipo de mantenimiento es claramente superior al correctivo, para empresas de mayor nivel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buen funcionamiento de los equipos</li> <li>• Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.</li> <li>• Mayor duración de los equipos e instalaciones.</li> <li>• Uniformidad en la carga de trabajo para el personal del mantenimiento debido a una programación de actividades.</li> <li>• Menor costo de reparaciones.</li> </ul>

desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.</li> <li>• No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.</li> <li>• Su mayor desventaja que tiene este sistema es el tiempo que consumen las inspecciones, durante las cuales el proceso de producción debe detenerse. Si la instalación tiene tiempos de descanso podrá realizarse durante estos, pero en muchos casos las instalaciones están funcionando todo el día y eso no es posible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es muy probable que se originen algunas fallas al momento de la ejecución, lo que ocasiona que este sea más tardado.</li> <li>• El precio puede ser muy costoso, lo cual podría afectar a la hora de comprar los repuestos de recursos en el momento que se necesiten.</li> <li>• No podemos asegurar el tiempo que tardara en repararse dichas fallas.</li> </ul>
Diferencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir fallos dando mantenimiento</li> <li>• El mantenimiento preventivo trata de un conjunto de tareas de mantenimiento que tienen como objetivo mantener el recipiente en buen estado.</li> <li>• Su objetivo es seguir consiguiendo las mismas prestaciones de los equipos y máquinas y compensar el desgaste que van sufriendo con el paso del tiempo, pero siempre antes de que surja una avería y de manera preventiva para evitarlos en el futuro. averías.</li> <li>• Tienen un carácter sistemático, es decir que se realizan o bien por horas de funcionamiento de la instalación o por periodos de tiempos. Se tiene un registro del tiempo que tardan los componentes más importantes en averiarse.</li> <li>• Es muy beneficioso evitar las averías, ya que permite reducir los costes.</li> <li>• Las inspecciones se deben planificar e incluirlas dentro de las paradas programadas de la producción a la hora de su planificación, para tenerlas en cuenta en la capacidad productiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corregir fallos</li> <li>• No requiere ninguna planificación sólo requiere ir atendiendo día a día las averías que necesitan ser reparadas dentro del proceso de producción.</li> <li>• Para realizarlo casi siempre hay que paralizar la producción generando pérdidas por el tiempo invertido y los gastos generados.</li> <li>• Para minimizar su impacto en el proceso de producción, se necesita que el departamento de mantenimiento esté bien dimensionado contando con los operarios de mantenimiento necesarios para reparar las averías en el mínimo tiempo posible.</li> <li>• Es necesario que la empresa cuente con un alto inventario de recambios, ya que de lo contrario, el tiempo de parada de la máquina se alargará dependiendo del plazo de entrega de la nueva pieza.</li> <li>• Muchas empresas siguen basando su mantenimiento en este método, con el riesgo que ello supone en el cumplimiento de plazos de entrega, sin establecer ninguna relación de causa ni realizando ninguna prevención de estos fallos.</li> </ul>

Fuente Elaboración propia

#### **f. Sistematización del plan de mantenimiento preventivo en Excel.**

Un plan de mantenimiento programado no es más que el conjunto de gamas de mantenimiento elaboradas para atender una instalación. Este plan contiene todas las tareas necesarias para prevenir los principales fallos que puede tener la instalación. Es importante entender bien esos dos conceptos: que el plan de mantenimiento es un conjunto de tareas de mantenimiento agrupados en gamas, y que el objetivo de este plan es evitar determinadas averías.

Los técnicos que tienen que abordar el trabajo de realizar un plan de mantenimiento en ocasiones se encuentran sin un modelo o una base de referencia. Este artículo trata de ofrecer al lector un modelo posible, que puede ser modificado y mejorado a voluntad de quien realiza el trabajo.

- **Información que debe tener una gama de mantenimiento.**

Una gama de mantenimiento es una lista de tareas a realizar en una unidad, en una instalación, en un sistema o incluso en una planta completa. La información básica que debería tener una gama de mantenimiento es la siguiente:

- ✓ Unidad donde se realizará la tarea
- ✓ Descripción de la tarea a realizar
- ✓ Resultado de la realización
- ✓ Valor de referencia, en el caso de que la tarea consista en una lectura de parámetros, una medición o una observación.

Las tareas se agrupan en gamas siguiendo alguna característica común a todas las que la integran. Así, existen gamas por frecuencia (gamas diarias, gamas mensuales, gamas anuales, etc.) o por especialidad (gamas de operación, gamas mecánicas, gamas eléctricas, gamas predictivas, etc).

✓ **Gamas diarias.**

Las gamas o rutas diarias contienen tareas que se realizan fácilmente. La mayor parte de ellas se refieren a controles visuales (ruidos y vibraciones extrañas, control visual de fugas), mediciones (tomas de datos, control de determinados parámetros) y pequeños trabajos de limpieza y/o engrase. En general, todas las tareas pueden hacerse con los equipos en marcha. Son la base de un buen mantenimiento preventivo, y permiten 'llevar al día' la planta. Es además, la parte de trabajo de mantenimiento más fácilmente trasladable al personal de producción (o de operación), y que por tanto mejor puede integrarse en un TPM.

Es más práctico generar las hojas de ruta manualmente. Si se generaran a partir del sistema informático habría que completar todo el ciclo de una O.T. (apertura, aprobación, carga de datos, cierre, aprobación del cierre, etc.); todo este esfuerzo no está justificado, pues genera demasiado trabajo burocrático que no añade ningún valor.

Tras la realización de todos los trabajos diarios es conveniente rellenar un Parte de Incidencias, en el que se reflejen todas las anomalías observadas en la planta. A partir de ese parte, una persona autorizada (un mando

intermedio de mantenimiento) o el propio operario encargado de realizar las rutas debe generar tantas Órdenes de Trabajo como anomalías haya encontrado.

✓ **Gamas semanales y mensuales**

Las gamas semanales y mensuales contemplan tareas más complicadas, que no está justificado realizar a diario. Implican en algunos casos desmontajes, paradas de equipos o tomas de datos más laboriosas. Es el caso de limpiezas interiores que necesiten del desmontaje de determinados elementos, o medidas del consumo de un motor (medida de intensidad) en cuadros de acceso complicado, etc. También incluyen tareas que no se justifica realizar a diario, como los engrases.

✓ **Gamas anuales**

Suponen en algunos casos una revisión completa del equipo (Overhaul), y en otros, la realización de una serie de tareas que no se justifica realizar con una periodicidad menor, limpieza interior de una bomba, medición de espesores en depósitos, por citar algunos ejemplos. Siempre suponen la parada del equipo durante varios días, por lo que es necesario estudiar el momento más adecuado para realizarlo.

• **Informes tras la realización de gamas**

La realización de Gamas de Mantenimiento debe ser completada con la redacción de un informe en el que se detallen todas las anomalías

encontradas y todas las reparaciones que se han efectuado o que son necesarios.

Es conveniente recoger todas las incidencias encontradas en la realización de todos los trabajos diarios en un único informe, que puede denominarse Parte de Incidencias. En él se deben detallar todos los parámetros observados fuera de rango, todas las observaciones referentes a fugas, vibraciones y ruidos anómalos, y todas las observaciones que se consideren de interés. Posteriormente, una persona autorizada debe revisar este Parte de Incidencias y emitir tantas Órdenes de Trabajo como anomalías se hayan detectado.

La redacción del informe, la emisión de las ordenes de trabajo y su seguimiento son tareas tan importantes que si no se realizan, es inútil poner en marcha las inspecciones. Sus principales objetivos son dos: por un lado, detectar anomalías en una fase inicial, cuando todavía no han supuesto un grave problema, y por otro, conocer en todo momento el estado de la planta.

Muchas de las ordenes que se emitan no estarán resueltas al realizar la siguiente inspección, por lo que queda la duda de si es necesario consignar en cada inspección todas las anomalías que se encuentren o tan solo las fallas nuevas no detectadas en inspecciones anteriores. Una solución práctica puede ser consignar tan solo las nuevas anomalías, pero un día a la semana consignarlas todas, indicando de cuales se ha emitido ya orden de trabajo (y fecha de emisión) y de cuales se emite en ese momento. Por ejemplo, si se toma la decisión de anotar todos los lunes todas las fallas

que se encuentren y reflejarlas en el informe de incidencias, si un jueves queremos revisar el estado de la planta bastará con tomar el informe del lunes anterior e incluir las aparecidas en la semana.

#### **4.2.2 Etapas de Investigación.**

- a. Proyectar indicadores de fallas consecutivas que se dan en los recipientes para elaborar su registro e historial correspondiente.
- b. Inspección técnica, pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes para obtener su diagnóstico de operatividad
- c. Planificar y organizar los trabajos a realizar en los recipientes para lograr proyectar los recursos a utilizar.
- d. Control y dimensionamiento del plan de mantenimiento de acuerdo a las normas existentes.

#### **4.2.3 Detalles de la investigación.**

- a. Proyectar indicadores de fallas consecutivas que se dan en los recipientes para elaborar su registro e historial correspondiente.**

- **Fallas.**

En el mantenimiento hay que tener bien definido el concepto de una falla, donde se debe entender o definir como toda alteración o interrupción en el cumplimiento de la función requerida; esta definición nos ayudan a revisar cómo se pueden originar y como clasificar las fallas en el mantenimiento . El origen de las fallas se puede presentar desde un mal diseño o error de cálculo, defectos de fabricación y mal uso de las instalaciones, máquinas o

equipos, desgaste natural o envejecimiento por el uso, fenómenos naturales y otras causas.

Las fallas se pueden distinguir de acuerdo al contexto en el que se haga la recolección de datos. Las fallas que se presentan dentro del rango nominal de un componente se denominan fallas primarias y las fallas que se presentan en condiciones no nominales afectadas por variables como temperaturas anormales, sobrepresión, sobrecarga, velocidad, vibraciones, corriente, contaminación, corrosión entre otras, se denominan fallas secundarias. El suceso de causas secundarias no siempre hace que ocurra una falla secundaria. Estas a su vez pueden ser clasificadas en varias categorías:

Fallas con causa común: la falla secundaria se induce en más de un componente. (Las catástrofes naturales son causas usuales de este tipo: terremotos, inundaciones, huracanes, explosiones, fuego). Mal funcionamiento de otros sistemas o componentes también pueden inducir fallas en varios componentes:

- **Fallas propagadas**

En este caso la falla de un componente induce la falla de otro y pueden ser consideradas como fallas con causa común.

- **Fallas por error humano.**

Fallas causadas por errores humanos en la operación, mantención, inspección, los errores en la etapa de diseño, construcción e instalación del

equipo; son considerados como fallas por error humano y no deben ser consideradas como fallas primarias.

En un contexto operacional de una actividad productiva:

- **Fallas que afectan a la producción.**

Fallas que afectan a la calidad del producto, Fallas que comprometen la seguridad de las personas y Fallas que degradan el ambiente.

En función de la capacidad de trabajo de la instalación:

- **Averías totales y Fallas parciales.**

De acuerdo como aparece la falla se distinguen las fallas repentinas y que están asociadas a roturas de piezas o componentes de la instalación antes de lo esperado y las fallas progresivas que están asociadas al desgaste paulatino de algún elemento. Este tipo de falla da muchas señales, porque antes de producirse, avisan la proximidad de una avería y con un seguimiento se puede determinar con mucha exactitud el momento en que se produce el desperfecto.

En el plan de mantenimiento preventivo que se lleva en la planta ZINSAC DEL PERU es conjunto de trabajos de mantenimiento elaborados para realizar los trabajos de manera planificada y organizada en el recipiente. Este plan contiene todas las tareas necesarias para prevenir los principales fallos que puede tener el recipiente. El objetivo de este plan es evitar determinadas averías como la obtención de la conformidad por parte de una entidad acreditada.

La información básica que debería tener los trabajos de mantenimiento es la siguiente:

- El recipiente en el que hay que realizar los trabajos
- Descripción de los trabajos a realizar
- Resultado de la realización
- Valor de referencia, en el caso de que la tarea consista en una lectura de parámetros, una medición o una observación.

Los trabajos se agrupan siguiendo alguna característica común a todas las que la integran. Así, existen gamas por frecuencia (horas, días, semanas.). Pero como en todo proceso de ingeniería, es necesario determinar la forma en que se realizará cualquier tipo de plan, es por eso que se necesita un Registro e historial del tanque de las reparaciones y repuestos que fueron utilizados en estos.

**TABLA N° 4.23**  
**REGISTRO DE LOS TANQUES**

<b>1. DATOS DEL PRODUCTO</b>				
CLIENTE	: SOLGAS SA			
PROYECTO	: Plan de mantenimiento preventivo.			
SERVICIO	: Inspección del tanque			
LUGAR Y FECHA DE INSP.	: Planta zinsac del peru sac Mz. C Lt. 1-Urb santa teresa puente piedra. El día 19 de Agosto del 2017.			
<b>2. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO</b>				
IDENTIFICACION DEL TANQUE : TANQUE (N°)				
MATERIAL	: Cuerpo ASTM SA 612 y Cabezal ASTM SA 36	INSPECCIÓN	: 100%	
ESPESOR	: Cuerpo 12.50 mm. y Tapa 9.53mm.			
<b>3. DATOS DE REGISTRO DEL TANQUE</b>				
FUENTE	:			
ACTIVIDAD	: .			
TECNICA	:			
METODO	: API510 – 2010		REQUISITO	: API510 – 2010
<b>4. RESULTADOS</b>				
	TANQUE(N°)	NOMENCLATURA	CALIFICACION	OBSERVACIONES
01	TANQUE 1			
02	TANQUE 2			
03	TANQUE 3			
04	TANQUE 4			
05	TANQUE 5			
06	TANQUE 6			
07	TANQUE 7			
08	TANQUE 8			
09	TANQUE 9			
10	TANQUE 10			
11	TANQUE 11			
12	TANQUE 12			
13	TANQUE 13			
14	TANQUE 14			
15	TANQUE 15			
16	TANQUE 16			
17	TANQUE 17			
18	TANQUE 18			
19	TANQUE 19			
20	TANQUE 20			
<b>5. NOMENCLATURA DE OBSERVACIONES</b>				
Aa : Porosidad Simple	D : Corrosión en el material	I : Desprendimiento de pintura		
Ab : Porosidad en los cordones	Ea : Grieta Longitudinal	T : Formación de gotas		
Ac : Porosidad Agrupada	Eb : Grieta Transversal	Z : Falla de válvula		
Ba : Fuga en las valvula	F : Socavación	EP : excesiva corrosión		
Bb : corrosión de cordones	K : Rechupes	S/D: Sin defecto		
C : Averías de equipo	Bt : Quemadura			
Operador:			Aprobado por:	
Fecha de emisión : 2017.09.10				

**Fuente Elaboración propia**

**b. Inspección técnica, pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes para obtener su diagnóstico de operatividad.**

El alcance de las actividades de apoyo en la inspección y recertificación de los tanques serán realizadas bajo la norma API510 y por lo cual comprende las siguientes actividades para realizar los trabajos en el recipiente:

- **Proceso de desgasificado, lavado y apertura de tanques de GLP**

El proceso de desgasificado, lavado y apertura de los tanques incluye las siguientes actividades:

- ✓ En coordinación con los responsables operativos y bajo su supervisión, se realizará la evacuación de la presión de vapor residual.
- ✓ Una vez venteado el tanque y con presión manométrica igual a 0 psi, se procede a realizar el traslado del semirremolque hacia la planta.
- ✓ Dentro de nuestras instalaciones, Para suministrar todos los platos ciegos, bridas ciegas, empaquetaduras, espárragos, tuercas, mangueras de alta presión, accesorios, etc., además de todas las herramientas necesarias para ejecutar los trabajos.
- ✓ Antes de iniciar el proceso de llenado con agua del tanque a intervenir, se inicia con el montaje de, bridas ciegas, platos ciegos, tapones, accesorios, etc., que permitan hermetizar el tanque a intervenir y de los

otros tanques que deben continuar seguir operativos de manera que no afecte la producción de la planta.

- ✓ Desgasificado del tanque en intervención mediante el llenado con agua, para ello se realizará las conexiones necesarias de tuberías, mangueras, válvulas, conectores, accesorios, etc., necesarios para realizar el llenado.
- ✓ El proceso de llenado se realizará en forma escalonada, llenando el 25%, 50%, 75% y 100%, reposando durante cuatro (04) horas en cada etapa y controlando los asentamientos del recipiente mediante nivel.
- ✓ Para el proceso de llenado con agua, se deberá suministrar la totalidad de tuberías, mangueras, válvulas, conectores, accesorios, bombas de agua, etc., incluyendo el agua necesaria a través de camiones cisternas.
- ✓ Apertura de válvula de venteo en tope de tanque a fin de ventear el vapor de GLP remanente durante la etapa final de llenado del tanque con agua.
- ✓ Completado el llenado del tanque con agua, se realizará el cierre del manhole.
- ✓ Reposar el tanque lleno de agua por un tiempo no menor a 24 horas a fin de permitir decantación de partículas.

- ✓ El vaciado de agua se deberá realizar en forma escalonada 75%, 50%, 25% y 0%, controlando para cada etapa de vaciado los asentamientos del recipiente.
- ✓ El agua será eliminada a través de camiones cisternas, debiendo contratar los camiones cisternas, suministrar y realizar las conexiones de tuberías, mangueras, válvulas, accesorios, bombas, etc., necesarios para el vaciado.
- ✓ Finalizado el vaciado del agua, se deberán desconectar las tuberías del tanque, desmontando válvulas manuales, válvulas de seguridad, instrumentos, varillas de nivel, rotogage, accesorios, etc., para posteriormente dejar el tanque ventilándose por un periodo no menor a 24 horas.
- ✓ Pasado el periodo de venteo del recipiente, se procederá a la medición del % de gas y la concentración de oxígeno dentro del tanque. Se deberá contar en forma permanente en obra con 02 explosímetros portátiles para la medición del gas y 02 medidores portátiles para la medición del % de oxígeno, dichos instrumentos deberán estar en buenas condiciones y contar con los certificados de calibración con una vigencia no mayor a tres (03) meses para aprobación y autorización de uso por parte del cliente.
- ✓ Comprobadas las condiciones para el ingreso al tanque, sólo con la autorización del supervisor y cumpliendo con la norma interna de entrada

a espacios Confinados y el procedimiento presentado, el personal podrá ingresar al tanque para realizar la limpieza interior.

- ✓ Instalación de sistema de ventilación forzada a través de compresor ventilador, será responsabilidad de ZINSAC DEL PERÚ la provisión del equipo compresor necesario, suministro y conexiones eléctricas, montaje del equipamiento y pruebas antes de su puesta en servicio. El equipo compresor debe estar en buenas condiciones y deberá suministrar adecuado volumen de aire.
- ✓ Lavado y limpieza interior del tanque, con agua y escobillas para el retiro de tierra y partículas de óxido, el efluente y borra generada en el proceso de limpieza deberá ser retirado en cilindros especiales para ser eliminados adecuadamente como residuos peligrosos.
- ✓ El agua, los cilindros, mangueras, válvulas, conectores y todos los accesorios y materiales necesarios para el lavado y limpieza interior de los tanques serán suministrados por ZINSAC DEL PERÚ.

- **Apoyo en Inspección de Tanques**

Se prestará apoyo a la empresa Certificadora competente para la ejecución de los ensayos no destructivos como parte de la inspección general de los tanques.

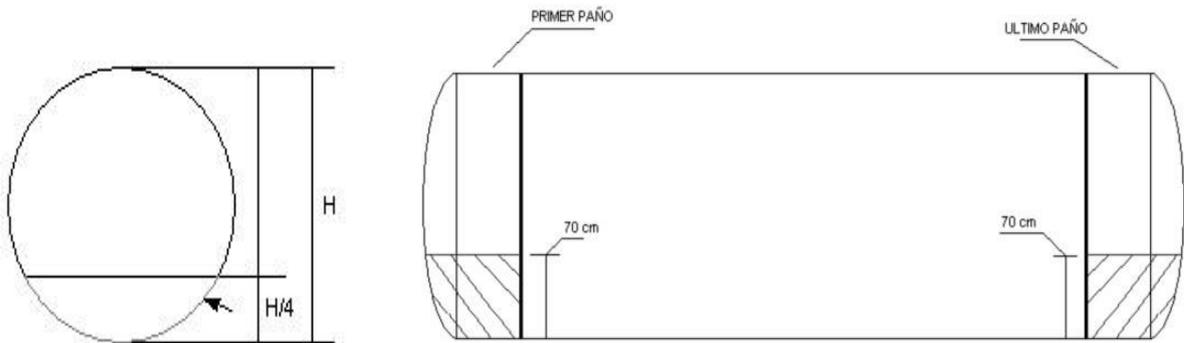
Se considera la ejecución de las siguientes actividades:

- ✓ Provisión y armado de andamios en el exterior de los tanques, la instalación de los andamios deberá permitir tener acceso a la totalidad de la superficie del tanque, evitando obstruir los cordones de soldadura y boquillas para su posterior limpieza mecánica, inspección, radiografiado o ultrasonido. La ubicación y disposición de andamios será definido conjuntamente con la empresa Certificadora.
- ✓ Se deberá considerar la provisión de andamios tubulares con plataformas metálicas y elementos de amarre especiales para las diferentes estructuras (no se aceptarán alambres, cables, sogas, plataformas y elementos de madera).
- ✓ Provisión e instalación de equipos de iluminación en interior y exterior de los tanques para ejecutar las actividades de limpieza e inspección de los recipientes.
- ✓ Los equipos de iluminación deberán ser del tipo reflector, totalmente herméticos a prueba de explosión, para áreas clasificadas, contando con la respectiva certificación.
- ✓ Provisión e instalación de facilidades eléctricas (tableros de distribución, extensiones, cables, conectores, en interior y exterior de los tanques para realizar las actividades de limpieza mecánica e inspección de los recipientes.

- ✓ Las instalaciones eléctricas tienen que ser totalmente herméticas y aprobadas para el área donde serán utilizadas; en caso se usen dentro de un área clasificada con presencia de atmósfera explosiva, deberán ser del tipo a prueba de explosión y contar con la certificación correspondiente. No se aceptarán empalmes de cables de ningún tipo.
- ✓ Para los ensayos radiográficos o de ultrasonido se realizará una limpieza mecánica del 100% de cordones de soldadura en el interior de los tanques, la limpieza se realizará mediante amoladora con escobillas planas/circulares, a lo largo de los cordones de soldadura y cubriendo un ancho de 2" a cada lado del cordón.
- ✓ Para realizar la inspección visual en el interior del tanque, además de la limpieza de los cordones de soldadura, se deberá proceder con la limpieza mecánica de la superficie interna del tanque, mediante el uso de amoladoras con escobillas planas/circulares.
- ✓ La limpieza se extenderá en toda la superficie cilíndrica inferior del tanque, hasta una altura de  $\frac{1}{4}$  de la altura total del cilindro (aproximadamente 0.75 metros), hasta la primera virola a cada extremo del tanque, tal como se presenta en la siguiente figura.

**FIGURA N° 4.1**

**SUPERFICIE CILÍNDRICA INFERIOR DEL TANQUE**

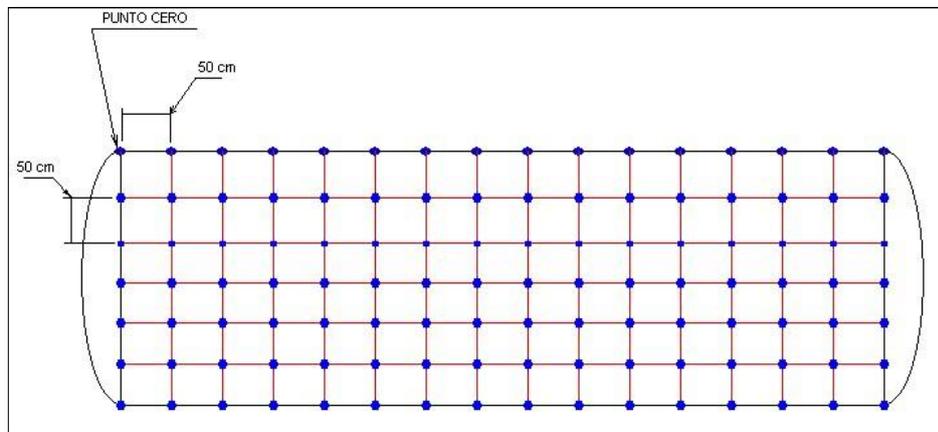


**Fuente Elaboración propia**

- ✓ Para el ensayo de microdureza y réplica metalográfica, se deberá efectuar una limpieza puntual de la superficie interior del tanque, tanto en la zona cilíndrica como en los cabezales, mediante el uso de amoladora con escobillas planas/circulares. Se deberá considerar la limpieza de spots de 2" x 2" en cada virola del tanque y en cada extremo del tanque.
- ✓ Para la medición de espesores de la pared del tanque, se realizará una limpieza puntual de la superficie interior del tanque, tanto en la zona cilíndrica como en los cabezales, mediante el uso de amoladora con escobillas planas/circulares. Se deberá considerar la limpieza de spots de 2" x 2" a cada 0.5 metros medidos longitudinal y circunferencialmente, tomando como punto cero (0), el extremo superior izquierdo de cada tanque.

**FIGURA N° 4.2**

**MEDICIÓN DE ESPEORES DE LA PARED DEL TANQUE**

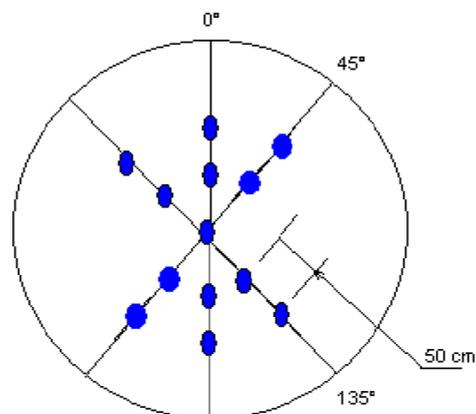


Fuente Elaboración propia

- ✓ En los extremos de cada tanque, se trazarán tres ejes ubicados a  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $135^\circ$ , sobre los ejes marcados a cada 0.5 metros se realizará la limpieza de spots de 2"x2" (ver figura 4.3).

**FIGURA N° 4.3**

**EJES UBICADOS A  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  Y  $135^\circ$  PARA MEDICIÓN DE ESPEORES DE LA PARED DEL TANQUE**



Fuente Elaboración propia

- ✓ Para las pruebas de tintes penetrantes o ultrasonido en boquillas y coplas del fondo, tope y cabezales, se realizará la limpieza mecánica del 100% de cordones de soldadura en boquillas y coplas, tanto en el interior como en el exterior, cubriendo un ancho de 2" a cada lado del cordón y utilizando amoladoras con escobillas planas/circulares.
- ✓ Limpieza mecánica de áreas con presencia de corrosión en superficie interior y exterior del tanque, en boquillas y coplas, en apoyos de soportes, etc., considerar un área de limpieza por tanque equivalente al 20% de su superficie total.
- ✓ Retiro de todo el polvillo generado durante la limpieza mecánica de las diferentes superficies, el cual deberá retirarse en cilindros para su eliminación como residuo peligroso.
- ✓ En el caso de una posible reparación del tanque, la empresa Certificadora emitirá un procedimiento de reparación y soldadura. La reparación será realizada por un soldador calificado según procedimiento de Soldadura (PQR). Para lo cual ZINSAC DEL PERÚ contará con un soldador homologado disponible en obra para atender cualquier reparación de manera inmediata. La calificación del soldador será por cuenta de ZINSAC DEL PERÚ a través de la entidad certificadora competente.
- ✓ Provisión y montaje de todos los equipos, instrumentos y accesorios necesarios para el llenado con agua de los tanques y ejecución de la prueba hidrostática, tales como: bomba de presión, manómetros

calibrados (vigencia de calibración no mayor a 03 meses), tuberías, válvulas, accesorios, bridas ciegas, tapones, empaquetaduras, espárragos y tuercas, etc.

- ✓ La prueba hidrostática se realizará a una presión de 325 PSI y por un periodo de una hora.
- ✓ Suministro del agua necesaria para la prueba hidrostática del tanque, se incluye el proceso de llenado y vaciado en forma escalonada.
- ✓ Instalación de facilidades eléctricas y equipos de iluminación para la ejecución de la cubicación de los tanques por la empresa certificadora.
- ✓ Supervisión de seguridad para ejecución de los diferentes trabajos de la empresa certificadora, ejecución de charlas de 5 minutos y de ingreso a espacios confinados, provisión de señalizaciones y extintores en los puntos de trabajo. Considerar trabajos diurnos y nocturnos.
- ✓ Puesto de vigía permanente durante los trabajos en espacios confinados, monitoreo de las condiciones en interior del tanque
- ✓ Considerar trabajos diurnos y nocturnos.

- **Proceso de inertizado de los tanques y líneas de GLP**

El proceso de inertizado de los tanques y líneas de GLP incluye las siguientes actividades:

- ✓ En coordinación con los responsables operativos y bajo su supervisión, se realizará el inertizado de los tanques de GLP utilizando como gas inerte el nitrógeno y siguiendo los lineamientos establecidos.
- ✓ Se suministrará el nitrógeno inertizado hasta elevar la presión del tanque hasta 20 psi a través de balones u otro equipo, además de todos los accesorios e instrumentos para el trasiego del nitrógeno hacia los tanques y líneas de GLP.
- ✓ Durante todo el proceso de inertizado, se verificará la hermeticidad de los tanques, inspeccionando conexiones en boquillas, coples, válvulas e instrumentos, realizando los ajustes necesarios.
- ✓ Completado el inertizado de los recipientes, en coordinación con el cliente y bajo su supervisión.

- **Inspecciones y Pruebas**

- **Entrega y Pruebas**

- Durante y al término de ejecución del servicio de mantenimiento de las unidades se realizarán las pruebas y ensayos necesarios para asegurar la correcta ejecución de los trabajos. La instalación será inspeccionada y sometidas a la limpieza antes de su entrega.

## **Terminación del Trabajo**

### ✓ **Entrega del servicio**

- Al completarse la totalidad de los trabajos ZINSAC informará al Supervisor que está en condiciones de realizar la entrega de servicio, indicando fecha y hora para realizar dicha actividad.
- A través del Supervisor se verificará que el servicio ha sido concluido a satisfacción del cliente, suscribiéndose el acta correspondiente.

### ✓ **Recepción Definitiva**

La recepción definitiva de los servicios se realizará a la entrega del servicio, durante dicho periodo todas las unidades deberán operar correctamente.

**TABLA N° 4.24**  
**PRUEBA HIDROSTÁTICA**

		REGISTRO DE PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA		Código: F-IND-004 Versión: 02 Fecha: 29/12/2014	
ST IND:		REGISTRO N°			
<b>1. DATOS GENERALES</b>					
CLIENTE:					
LUGAR DE INSPECCION:					
FECHA DE INSPECCION:		MATERIAL:			
PRODUCTO ENSAYADO:		IDENTIFICACION:			
<b>2. ESPECIFICACIONES:</b>					
PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN:					
METODO DE INSPECCION:					
CRITERIO DE ACEPTACIÓN:					
<b>3. EQUIPOS UTILIZADOS</b>					
EQUIPO ( DESCRIPCION)		CODIGO DEL EQUIPO	CERTIFICADO DE CALIBRACION		FECHA DE CALIBRACION
<b>DATOS DE PRUEBA</b>					
DURACION DE		PRESION DE PRUEBA			
MEDIO DE PRUEBA		RANGO DEL			
TEMPERATURA DE					
<b>6. REPORTE FOTOGRAFICO</b>					
INICIO			FINAL		
<b>7. RESULTADOS:</b>					
<b>8. OBSERVACIONES:</b>					
<b>9. CONCLUSIONES:</b>					
<b>10. RESPONSABLES:</b>					
EJECUTADO:			APROBADO:		
FECHA:			FECHA:		

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 4.25**  
**REGISTRO DE PRUEBA NEUMÁTICA**

		REGISTRO DE PRUEBA DE PRESION NEUMATICA		Código: F-IND-004 Versión: 02 Fecha: 29/12/2014	
ST IND:		REGISTRO N°			
<b>1. DATOS GENERALES</b>					
CLIENTE:					
LUGAR DE INSPECCION:					
FECHA DE INSPECCION:		MATERIAL:			
PRODUCTO ENSAYADO:		IDENTIFICACION:			
<b>2. ESPECIFICACIONES:</b>					
PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN:					
METODO DE INSPECCION:					
CRITERIO DE ACEPTACIÓN:					
<b>3. EQUIPOS UTILIZADOS</b>					
EQUIPO ( DESCRIPCION)	CODIGO DEL EQUIPO	CERTIFICADO DE CALIBRACION	FECHA DE CALIBRACION		
<b>DATOS DE PRUEBA</b>					
DURACION DE PRUEBA		PRESION DE PRUEBA			
MEDIO DE PRUEBA		RANGO DEL			
TEMPERATURA DE					
<b>6. REPORTE FOTOGRAFICO</b>					
INICIO			FINAL		
<b>7. RESULTADOS:</b>					
<b>8. OBSERVACIONES:</b>					
<b>9. CONCLUSIONES:</b>					
<b>10. RESPONSABLES:</b>					
EJECUTADO:			APROBADO:		

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 4.26**  
**REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL**

				REGISTRO DE INSPECCION VISUAL	Rev.02-08		
O/S IND: 008609						REGISTRO N°: 044817	
<b>1. DATOS GENERALES</b>							
<b>CLIENTE</b>							
<b>LUGAR Y FECHA DE INSPECCIÓN</b>		:					
<b>PRODUCTO ENSAYADO</b>		:					
<b>Nº SERIE</b>		:					
<b>MATERIAL</b>		: Acero Cabezal ASME SA 612 y ASTM A-36 / Acero Cuerpo ASME SA 612					
<b>2. ESPECIFICACIONES</b>							
<b>REQUISITO DE ENSAYO:</b> - ASME SECC. VIII Div 1-2010 - API 510 , API 572  <b>METODO DE ENSAYO:</b> - ASME SECC. V – 2010 “ Nondestructive examination”							
<b>3. EQUIPOS UTILIZADOS</b>							
<b>DESCRIPCIÓN :</b>							
Galgas, Flexometro, Lente de Aumento, Escobilla de Acero.							
<b>4. ANTECEDENTES</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El tanque se encontraba dispuesto en forma horizontal.</li> <li>• Se procedió a tomar medidas en los Cabezales y el Cuerpo.</li> <li>• Se inspecciono visualmente en toda la superficie del tanque, para dicha inspección se contó con los equipos mencionados anteriormente.</li> <li>• Se pudo observar que el tanque presentaba abolladura en el cabezal a de más del 1% por lo que se procedió a reemplazar un gajo del cabezal dañado, el cuerpo presentaba raspadura superficial y abolladura de 0.1% la cual se procedió a macillar.</li> <li>• El material de fabricación del tanque es ASME SA 612, pero el material del gajo reemplazado fue ASTM A 36 la cual cumple con el código ASME SECC. VIII Div 1.</li> <li>• El tanque al que hacemos referencia no se observo defecto o fugas cuando se realizo las pruebas de líquidos penetrantes, partículas magnéticas, radiografías y pruebas de presión.</li> </ul>							
<b>5. RESULTADOS</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El tanque se encontraba dispuesto en forma Horizontal.</li> <li>• Los Cordones de Soldadura: No presentan discontinuidades superficiales que excedan los límites de aceptación de la norma.</li> <li>• Después de finalizado las reparaciones el tanque no presenta externamente concavidades, abolladuras, ni distorsiones en el recipiente, no presenta daños mecánicos externos, ni existencia de cavidades.</li> </ul>							
<b>6. OBSERVACIONES</b>							
-----							
<b>EFECTUADO POR:</b>							
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 04/09/2011				<b>FORMATO :</b> FIND - 027			

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 4.27**

**REGISTRO DE ENSAYOS DE TINTES PENETRANTES**

	<b>IND</b>	<b>7.5</b>	<b>OP</b>	<b>REGISTRO ENSAYO POR LIQUIDOS PENETRANTES</b>	<b>Rev.02-08</b>	<b>MSW</b>	
<b>1. DATOS GENERALES</b>							
CLIENTE							
:							
PRODUCTO ENSAYADO:							
MATERIAL							
:							
LUGAR Y FECHA DE INSPECCIÓN							
:							
<b>2. DATOS DE ENSAYO</b>							
EQUIPO Y MATERIAL UTILIZADO:							
MÉTODO DE ENSAYO :							
REQUISITO DE ENSAYO :							
<b>3. PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS</b>							
<p>3.1 Preparación de Superficie:</p> <p>3.2 Aplicación del Penetrante:</p> <p>3.3 Aplicación del Revelador:</p> <p>3.4 Interpretación de Indicaciones:</p> <p>3.5 Resultados:</p>							
<b>4. CONCLUSIONES</b>							
EFECTUADO POR:							
FECHA DE EMISION :							

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 4.28**  
**CHECKLIST DE INSPECCIÓN**

 <p><b>CHECKLIST DE INSPECCIÓN - UNIDADES TPG</b></p>		FECHA: 18-01-2017		
		REV: 01		
		REALIZADO POR: ING. MANTENIM.		
		REVISADO POR: COORD. MANTENIM.		
<b>DATOS DE LA UNIDAD</b>				
PLACA TRACTO:	MARCA:	MODELO:	KILOMETRAJE:	
PLACA TANQUE:	FABRICANTE:	AÑO DE FABRICACIÓN:	UBICACIÓN:	
OPERADOR LOGÍSTICO:	PROPIETARIO:		FECHA:	
<b>PUNTOS A INSPECCIONAR</b> ✓ A= Aceptable, NA= No Aceptable				
COD	ELEMENTO DE INSPECCIÓN	ESTADO DEL ELEMENTO		INFORMACION ADICIONAL
		A	NA	
1	<b>SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA DE GLP</b>			Ubicación del sistema de carga y descarga: Parte intermedia <input type="checkbox"/> Parte posterior <input type="checkbox"/>
1.1	<b>Válvulas internas o Válvulas check o Válvulas de exceso de flujo</b>			<b>Tipos de válvulas para las líneas de carga y descarga:</b> Carga y Descarga de Vapor GLP:      V. Interna <input type="checkbox"/> V. Exc. Flujo <input type="checkbox"/> Otro: _____ Carga de Líquido GLP:      V. Interna <input type="checkbox"/> V. Check <input type="checkbox"/> Otro: _____ Descarga de Líquido GLP:    V. Interna <input type="checkbox"/> V. Exc. Flujo <input type="checkbox"/> Otro: _____
1.1.1	Nuevas (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>
1.1.2	Presencia de corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.1.3	Pruebas de apertura y cierre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>1.4 Línea de GLP (tubería, bushing, tee, nipples, etc.)</b>
1.1.4	Pruebas de estanqueidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.1.5	Señalización (carga de líquido, descarga de líquido, carga y descarga de vapor)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.4.2 Fijación adecuada (uso de soportes y abrazaderas con neopreno o similar)
1.2	<b>Sistema de accionamiento de válvulas internas</b>	<b>Tipo:</b> Mecánico <input type="checkbox"/> Neumático <input type="checkbox"/>		1.4.3 Presencia de corrosión y estado de pintura
				<b>1.5 Válvulas de bola</b>
1.2.1	Resortes y pistones nuevos (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.5.1 Nuevas (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)
1.2.2	Lubricación y ausencia de corrosión(cables de acero entubados y resortes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.5.2 Cuentan con pestillo para colocar cintillo de seguridad
1.2.3	Operación de sistema de accionamiento (accesorios de marca REGO, FISHER o similar)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.5.3 Presencia de corrosión
1.2.4	Existencia de fusibles térmicos a 100°C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.5.4 Pruebas de apertura y cierre
1.2.5	Señalización (accionamiento mecánico o neumático, accionamiento de emergencia)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.5.5 Pruebas de hermeticidad
1.2.6	Existencia de cierre de emergencia (operador remoto mecánico o neumático) cerca de la cabina de chofer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>1.6 Conectores - Adaptadores ACME</b>
1.3	<b>Válvulas de alivio hidrostático</b>			1.6.1 Nuevas (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)
				1.6.2 Integridad (inc. empaquetadura, lubricación y cadena fijada a la estructura)

1.3.1	Nuevas (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.6.3	Buen estado de las roscas de los adaptadores y las tapas (no dañadas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3.2	Las descargas de las válvulas de alivio se encuentran canalizadas (sobre los 2.2 mts)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.6.4	Presencia de corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3.3	Presencia de corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.6.5	Facilidades para precintar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3.4	Pruebas de estanqueidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
1.3.5	Integridad (inc. tapa en buen estado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
<b>2</b>	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>						
<b>2.1</b>	<b>Canalizado y cableado eléctrico de la cisterna de GLP</b>			<b>2.3</b>	<b>Luz estroboscópica</b>		
2.1.1	Sin daños mecánicos (tuberías y cajas de paso)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.3.1	Integridad (sin rajaduras ni roturas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1.2	Presencia de corrosión y estado de pintura (tuberías y cajas de paso)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.3.2	Instalación hermética típica de vehículos (sin rajaduras)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1.3	Acorde para zonas clasificadas Clase I, zona 2 (tuberías metálicas herméticas para exteriores de la cisterna)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.3.3	Buen funcionamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1.4	Buenas conexiones (ajuste y fijación)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>2.4</b>	<b>Puesta a tierra</b>		
2.1.5	Buen estado de cables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.4.1	Integridad (cuenta con accesorio de bronce libre de pintura y lijado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2.2</b>	<b>Luces laterales y posteriores</b>			2.4.2	Señalización	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2.1	Integridad (micas de los faros sin roturas ni rajaduras)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.4.3	Ubicado cerca del sistema de carga y descarga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2.2	Instalación hermética típica de vehículos (sin rajaduras ni cables expuestos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
2.2.3	Buen funcionamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
<b>3</b>	<b>SISTEMA DE ALMACENAMIENTO</b>						
<b>3.1</b>	<b>Superficie externa de la cisterna</b>			<b>3.5</b>	<b>Válvulas de alivio o seguridad (2)</b>		
3.1.1	Sin daños mecánicos (abolladuras, raspones)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.5.1	Nueva (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.1.2	Presencia de corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.5.2	Integridad (inc. tapa en buen estado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.1.3	Estado de pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.5.3	Presencia de corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3.2</b>	<b>Manhole de 16" Diám.</b>			3.5.4	Prueba de estanqueidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2.1	Integridad (espárragos B-7 y tuercas 2H completas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>3.6</b>	<b>Válvula de drenaje</b>		
3.2.2	Presencia de corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.6.1	Nueva (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2.3	Prueba de hermeticidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.6.2	Presencia de corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3.3</b>	<b>Medidor de nivel (Rotatorio o Magnético)</b>	<b>Tipo:</b>		3.6.3	Prueba de estanqueidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Rotatorio <input type="checkbox"/>	Magnético <input type="checkbox"/>	<b>3.7</b>	<b>Manómetros (2) con rango de medición 0-300 psi</b>		
3.3.1	Nuevo (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.7.1	Nuevos y calibrados (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3.2	Integridad del Magnético (carátula si rajaduras, aguja en su lugar, dentro del rango y legible)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.7.2	Integridad (carátula si rajaduras, sin corrosión, aguja en su lugar, dentro del rango, legible y sin corrosión)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3.3	Integridad del Rotativo (disco sin abolladuras, legible y sin corrosión)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.7.3	Prueba de estanqueidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				3.7.4	Contrastados (dimensión mínima del dial: 2')	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.3.4	Diferencia de lectura de nivel por giro izquierda/derecha menor al 5% (rotatorio)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.8	<b>Termómetro en el nivel mínimo del líquido</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.3.5	Agujero o facilidades para precintado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.8.1	Nuevo (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.3.6	Calibración certificada (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.8.2	Integridad (carátula sin rajaduras, aguja en su lugar, dentro de rango, legible y sin corrosión)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.3.7	Prueba de estanqueidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.8.3	Prueba de estanqueidad (sin fugas en el termo pozo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.4	<b>Válvula de nivel (tres vías)</b>			3.8.4	Contrastado (con un termómetro nuevo y/o calibrado, sólo unidades nuevas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.4.1	Nueva (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.9	<b>Cáncamos de izaje (4)</b>			
3.4.2	Presencia de corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.9.1	Integridad (sin rajaduras ni roturas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.4.3	Prueba de estanqueidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.9.2	Presencia de corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	<b>OTROS</b>							
4.1	Banderines rojos (2) en buen estado en la parte posterior de la unidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.11	Símbolos pictóricos NFPA 704 Diamante de fuego (rombo de 4 colores), clasificación de riesgo del sistema DOT (rombo rojo clase 2 - 2.1) y el número de identificación de las naciones unidas "UN 1075" (120mm de alto x 300mm de ancho como mínimo) por los 4 costados del vehículo (dos de cada uno en los laterales)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.2	Placa de fabricación fijada en la superficie de la cisterna y corresponden a la documentación entregada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4.3	Porta extintores rojos (2) con extintores de polvo químico seco tipo ABC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4.3.1	Integridad (sin rajaduras, ni roturas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.11.1	Integridad (completos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.3.2	Presencia de corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.11.2	Nuevos (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.3.3	Señalización (en la parte externa del cuerpo de cada porta extintor)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.12	<b>Inspección técnica MTC sin observaciones</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.3.4	Extintores no vencidos y certificados con capacidad de extinción mínima de 4A: 80BC (presión interna dentro del rango de operación)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.13	<b>Laminas retroreflectivas</b>			
4.4	Silenciador mata chispa en buen estado (completo, verticalidad, sin roturas ni picaduras, bien soportado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.13.1	Fijadas horizontalmente en los laterales del vehículo y en la parte posterior, alternando los colores rojo y blanco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.5	Cuñas de madera pintadas de amarillo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.13.2	Las láminas deben colocarse a no menos de 300mm y no mas de 1.60 m sobre la superficie de la carretera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.6	Parachoques posteriores a más de 550mm del piso o dispositivo anti empotramiento (completos y sin corrosión)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.13.3	El tramo mínimo es una franja roja y blanca, cubriendo como mínimo un 25% de la parte lateral del vehículo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.7	Letreros de "GAS COMBUSTIBLE" "NO FUMAR" en las partes laterales del vehículo (letras con altura de 15cm y de color que contraste con el fondo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.13.4	Nuevos (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.7.1	Integridad (completos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.14	<b>Corte de energía por emergencia entre el tracto y la cisterna</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.7.2	Nuevos (sólo obligatorio para Ingreso de nuevas unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.15	<b>Motor, tanque y dispositivos mecánicos del tracto sin presencia de fugas de combustibles</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.8	Profundidad mínima de ranuras de neumáticos es de 3mm (medición certificada en casos especiales)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.16	<b>Protección de componentes ante colisión con otros vehículos u objeto o vuelco. (completos y sin corrosión)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.9	Neumáticos direccionales sin rencauchas, los neumáticos posteriores con máximo 3 rencauchadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.17	<b>Guardafangos en buen estado (completo y sin corrosión)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.10	Neumáticos de repuesto en buen estado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**DIAGRAMAS REFERENCIALES PARA UNIDADES TPG**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Cople 1 1/2" Diám. NPT serie 3000	10	Tapa Acme
2	Cople 3" Diám. NPT serie 3000	11	Adaptador Acme 1 1/2" Diám
3	Válvula interna 1 1/2" Diám	12	Adaptador Acme 2" Diám
4	Válvula interna 3" Diám	13	Válvula de bota 1 1/2" Diám
5	Válvula check 3" Diám	14	Válvula de bota 2" Diám
6	Válvula de drenaje 1 1/2" Diám	15	Niple 1 1/2" Diám. Sch80
7	Válvula de alivio hidráulico	16	Niple 2" Diám. Sch80
8	Reducción bushing 3" a 2" serie 3000	17	Conexión T 1 1/2" Diám. Serie 3000
9	Tapa Acme	18	Conexión T 2" Diám. Serie 3000

ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Cople 3" Diám. NPT serie 3000 (para válvula de alivio 3")	9	Manhole circular 16" Diám
2	Cople 1 1/2" Diám. NPT serie 3000 (para válvula de drenaje 1 1/2" Diám)	10	Cuerpo
3	Cople 3/4" Diám. NPT serie 3000 (para válvula de nivel 1/2" Diám)	11	Disco central - tapa
4	Cople 3" Diám. NPT serie 3000 (para válvula interna 3")	12	Rifles - tapa
5	Cople 1 1/2" Diám. NPT serie 3000 c/ tubo (para válvula interna 1 1/2" Diám)	13	Mamparos
6	Cople 3" Diám. NPT serie 3000 (para válvula check 3")	14	Sacrificio en cople 3"
7	Cople 1/2" Diám. NPT serie 3000 (para termómetro 3" x 1/2")	15	Llanta DUNLOP 11R22.5 16PR
8	Brida 120.5 x 45 mm (para medidor de nivel Magnetel o Rotogage)	16	Cáncamos de izaje

**PERSONAL QUE REALIZA LAS ACTIVIDADES**

IT	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	FIRMA	IT	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	FIRMA
01				03			
02				04			

**OBSERVACIONES Y/O TRABAJOS PENDIENTES**

COD	DESCRIPCIÓN O MOTIVO	COD	DESCRIPCIÓN O MOTIVO

**FIRMA Y CONFORMIDAD DE LA INSPECCION REALIZADA**

_____ OPERADOR LOGÍSTICO	_____ INSPECTOR DE UNIDAD	_____ SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
-----------------------------	------------------------------	--------------------------------------

Fuente Elaboración propia

- Registro Fotográfico al realizar el mantenimiento preventivo.

**FIGURA N° 4.4**

**UNIDAD DE TRANSPORTE GRANELERA**



**Fuente Zinsac del Perú**

**FIGURA N° 4.5**

**UNIDAD DE TRANSPORTE PRIMARIO**



**Fuente Zinsac del Perú**

**FIGURA N° 4.6**  
**ACONDICIONAMIENTO DE ANDAMIOS PARA TRABAJOS EN ALTURA**  
**EN EL TANQUE**



Fuente (Zinsac del Perú)

**FIGURA N° 4.7**  
**REPARACIÓN DE FUGAS EN MANHOLE DE UNIDAD CISTERNA.**



Fuente Zinsac del Perú

**FIGURA N° 4.8**

**MANTENIMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL**



Fuente Zinsac del Perú

**FIGURA N° 4.9**

**INSPECCIÓN INTERNA DE UNIDAD CISTERNA**



Fuente Zinsac del Perú

**FIGURA N° 4.10**

**MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO REMOTO Y DE EMERGENCIA DE VÁLVULAS INTERNAS**



Fuente Zinsac del Perú

**FIGURA N° 4.11**

**MANTENIMIENTOS DE LÍNEA DE CARGA Y DESCARGA DE GLP LÍQUIDO Y VAPOR**



Fuente Zinsac del Perú

**FIGURA N° 4.12**  
**REPARACIÓN DE VÁLVULAS INTERNAS DE LÍNEA DE LÍQUIDO Y VAPOR**



Fuente Zinsac del Perú

**FIGURA N° 4.13**  
**CAMBIO DE VÁLVULAS DE BOLA EN LÍNEA DE VAPOR Y LÍQUIDO**



Fuente Zinsac del Perú

**FIGURA N° 4.14**  
**VERIFICACIÓN DE FUGAS DE GLP CON EQUIPO DETECTOR DE GASES**



Fuente Zinsac del Perú

**c. Planificar y organizar los trabajos a realizar en los recipientes para lograr proyectar los recursos a utilizar.**

✓ **La organización y planificación**

Es la capacidad de fijar metas y prioridades a la hora de realizar una tarea, desarrollar un área o un proyecto conviniendo la acción, los plazos y los recursos que se deben utilizar. Es la habilidad que hay que poner en marcha cuando se tiene que hacer concurrir las acciones coordinadas de un conjunto de personas, en tiempo y costes efectivos de modo que

se aprovechen del modo más eficiente posible los esfuerzos y se alcancen los objetivos.

El objeto de este procedimiento es detallar los pasos a seguir para planificar y organizar un evento con unos fines predeterminados (transmitir un mensaje, tratar asuntos de interés, debatir cuestiones prefijadas, anunciar avances, acordar conclusiones, etc.) de forma satisfactoria

El alcance del proceso abarca aquellas actividades que involucran la planificación y organización logística de un evento de carácter empresarial.

- **La Planificación**

Significa prevenir, anticipadamente, lo que debe hacerse, de forma a conciliar los recursos disponibles con los objetivos y oportunidades de la empresa. Constituye una anticipación efectiva del futuro.

- **La Organización**

Organizar significa atribuir definir claramente las tareas de cada uno, de modo que todos sepan exactamente lo que se espera como resultado.

En la empresa ZINSAC DEL PERÚ se desarrollara la planificación y organización de los trabajos por el cual se realizara un programa de mantenimiento.

✓ **Programa del plan de mantenimiento preventivo en la planta**

**Zinsac del Perú sac**

El programa de mantenimiento preventivo en la planta ZINSAC DEL PERU es un conjunto de trabajos de mantenimiento elaboradas para atender los trabajos de mantenimiento preventivo. Este programa contiene todas las tareas necesarias para prevenir los principales fallos que puede tener el recipiente. El objetivo de este plan es evitar determinadas averías para la obtención de la conformidad por parte de una entidad acreditada.

Entonces el conjunto de trabajos de mantenimiento es una lista de trabajos que se realiza en el recipiente, como en una instalación, en una línea de producción o incluso en una planta completa. La información básica que debería tener los trabajos de mantenimiento es la siguiente:

- El recipiente en el que hay que realizar los trabajos
- Descripción de los trabajos a realizar
- Resultado de la realización
- Valor de referencia, en el caso de que la tarea consista en una lectura de parámetros, una medición o una observación.

Los trabajos se agrupan siguiendo alguna característica común a todas las que la integran. Así, existen gamas por frecuencia (horas,días,semanas.) .

Pero como en todo proceso de ingeniería, es necesario determinar la forma en que se realizará cualquier tipo de plan, en nuestro caso el de un

programa de mantenimiento preventivo, es por eso que en la realización del programa se estipulan las fases con las cuales se realizó el plan.

Las fases del programa fueron:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listas de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación del tiempo entre realización de trabajos de mantenimiento.
- Registro de reparaciones y repuestos utilizados en estos.

Lo más importante o lo que mejor se acomodó en la elaboración de este programa de mantenimiento preventivo fue: recopilar información de manuales o indicaciones de los fabricantes y recopilar información tanto de los técnicos operarios como de los mecánicos encargados.

- **Clasificación de las tareas a realizar para el mantenimiento**

El mantenimiento es una actividad íntimamente ligada al buen funcionamiento de cualquier tipo de máquina y equipo que se utilizara en el mantenimiento preventivo. La razón de existir del mantenimiento exige que los equipos cumplan con las funciones para los que fueron creados, y además extenderles su vida real y colaborar con la economía de la empresa.

El mantenimiento está constituido por todas aquellas actividades destinadas a dejar en funcionamiento el recipiente, además sirve para asegurar la disponibilidad de las máquinas y/o equipos y debe considerarse como parte integral e importante de la organización.

Dentro de las actividades de mantenimiento preventivo, que en el caso de producción son consideradas las más importantes y fueron colocadas dentro de los programas están:

- **Inspecciones visuales:** para determinar lo que debe inspeccionarse se dan a continuación las recomendaciones siguientes:
  - Todo lo susceptible de falla mecánica progresiva, como desgaste, corrosión del recipiente.
  - Todo lo expuesto a falla por acumulación de materias extrañas internamente.
  - Envejecimiento de materiales.
  - Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas hidráulicos o neumáticos, y tuberías de distribución de fluidos.
  - Todo lo que puede ocasionar fallas y averías en los accesorios del recipiente.
  - Los elementos regulares de todo lo que funcione con características controladas de presión, gasto, temperatura, etc.
- **Limpiar:** en ocasiones las fallas en componentes ocurren por la falta de limpieza, entonces limpiar la acumulación de suciedad puede en

determinado momento salvar los componentes mecánicos, neumáticos, hidráulicos, etc.

- **Comprobar o verificar:** son intervenciones que se realizan sobre las instalaciones mecánicas, hidráulicas y eléctricas para detectar y/o confirmar las anomalías localizadas durante las inspecciones previas, reparándolas con el fin de dejar el equipo en condiciones de funcionamiento evitando la aparición de averías posteriormente.
- **Checar:** inspeccionar el buen funcionamiento del recipiente.
- **Ajustar:** son intervenciones que se realizan sobre las instalaciones mecánicas, hidráulicas, accesorias y eléctricas con el fin de colocar los parámetros de funcionamiento comprobados con anterioridad.
- **Clasificación de las frecuencias de ejecución de trabajos por equipo**

Con el fin de que el mantenimiento sea mínimo durante lapsos, es necesario que las rutinas de mantenimiento preventivo se programen con frecuencias de tiempo entre una y otra rutina.

- **Rutinas de mantenimiento**

Una rutina de mantenimiento es la secuencia de mantenimientos que se sigue a través de formatos de mantenimiento de una forma ordenada. Se minimiza trabajo innecesario y se logra cumplir con las tareas a cabalidad. Las tareas de mantenimiento preventivo diario, semanal, mensual, trimestral, cuatrimestral y semestral son las que principalmente deben

ordenarse por medio de rutinas ya que estas pueden coincidir en fechas y horas normalmente

Los programas fueron generados para cada recipiente que conforma la línea de producción, respetando la línea de acción siguiente:

requiere de una misma frecuencia de tiempo de mantenimiento se agrupó en un solo formato, a manera de no generar un formato por cada recipiente y difícil de llevar a cabo además de costoso en cuanto a gasto de papel, ya que tendría que estarse imprimiendo formato por formato con lo cual se eleva el costo en desperdicio de éste y también en el gasto de tinta para la reproducción. Se especifica a continuación las rutinas de mantenimiento preventivo propuestos.

**TABLA N° 4.29**

**REGISTRO DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL RECIPIENTE  
A PRESIÓN**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>  <b>ZINSAC DEL PERU</b>		
<b>RECIPIENTE A PRESION</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>DIARIO</b>	Inspeccionar visualmente la parte externa del recipiente, cordones, pintura, etc	
<b>DIARIO</b>	Chequear visualmente los accesorios del recipiente.	
<b>DIARIO</b>	Limpieza de los accesorios.	
<b>DIARIO</b>	Inspección de los espesores de pintura del recipiente	
<b>DIARIO</b>	Verificación del sistema hidráulico y/o mecánico del recipiente	
<b>DIARIO</b>	Verificación del sistema del funcionamiento de valvuleria	
<b>DIARIO</b>	Verificación de la hermeticidad del tanque.	

**Fuente Elaboración propia**

**TABLA N° 4.30**

**REGISTRO DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL  
RECIPIENTE A PRESIÓN**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
<b>ZINSAC DEL PERU</b>		
<b>RECIPIENTE A PRESION</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
SEMANTAL	Inspeccionar visualmente la parte interna de los accesorios como la valvuleria	
SEMANTAL	Chequear visualmente los accesorios del recipiente.	
SEMANTAL	Limpieza de los filtros del recipiente	
SEMANTAL	Inspección de los accionadores de las válvulas	
SEMANTAL	Verificación del sistema hidráulico y/o mecánico del recipiente	
SEMANTAL	Verificación del sistema del funcionamiento de valvuleria en los accionadores	
SEMANTAL	Verificación de la hermeticidad del tanque.	

**Fuente Elaboración propia**

**TABLA N° 4.31**

**REGISTRO DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL  
RECIPIENTE A PRESIÓN**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>  <b>ZINSAC DEL PERU</b>		
<b>RECIPIENTE A PRESION</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
MENSUAL	Inspeccionar visualmente la parte interna Del recipiente	
MENSUAL	Realizar tintes penetrantes en los cordones de soladura y ultrasonido.	
MENSUAL	Limpieza de los filtros del recipiente	
MENSUAL	Inspección de los accionadores de las válvulas	
MENSUAL	Limpieza de filtros del recipiente a presión	
MENSUAL	Verificación del sistema del funcionamiento de valvuleria en los accionadores	
MENSUAL	Verificación de la hermeticidad del tanque.	

**Fuente Elaboración propia**

- **Administración del mantenimiento**

- ✓ **Personal encargado de las tareas de mantenimiento**

El personal encargado de la realización de las tareas de mantenimiento son los mecánicos de la planta ZINSAC DEL PERU SAC y tienen como mayor responsabilidad la funcionalidad de los equipos y herramientas a utilizar, también el garantizar el trabajo realizado para que no existan fallas o problemas posteriores. La supervisión del trabajo realizado por los mecánicos debe ser realizada por el supervisor de mantenimiento para garantizar un trabajo de buena calidad, sobre todo es el encargado de asegurarse de que las tareas de mantenimiento estén llevándose a cabo de una forma segura esto quiere decir que no esté en peligro la vida ni la salud de los mecánicos o que se dañen los equipos. Los canales de comunicación del avance o culminación de las tareas serán de la siguiente forma:

- ✓ **Ordenes de trabajo (OT)**

Las órdenes de trabajo deben ser generadas por los programas o bien las rutinas de mantenimiento preventivo. Pueden generarse también a consecuencia de fallas o averías de la maquinaria. Su utilidad radica en que el jefe de mantenimiento puede definir la fecha y hora más conveniente para no interferir con la producción, o definir las tareas llegando a un común acuerdo con el jefe de producción y de esta manera realizar las tareas de mantenimiento con más tiempo disponible.

✓ **Reportes de ejecución de trabajos de mantenimiento**

Quien efectúe un trabajo asignado por medio de una orden de trabajo será responsable de reportar en la misma los pormenores de la ejecución del trabajo, fecha de ejecución, tiempo de ejecución del trabajo, repuestos utilizados y observaciones.

**TABLA N° 4.32**

**REPORTE DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO**

REPORTE DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO			
			Reporte No.:
TIPO DE REPORTE DE MANTTO: PREVENTIVO <input type="checkbox"/> CORRECTIVO <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>			
AREA: _____			
FECHA: _____		HORA: _____	
MAQUINA: _____			
MOTIVO DEL REPORTE: PLANIFICADO <input type="checkbox"/>			
NO PLANIFICADO <input type="checkbox"/>			
AMPLIACIÓN DEL MOTIVO: _____			
DAÑOS EXISTENTES:	REPARADOS SI	NO	MOTIVO
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
CAUSAS DE DAÑOS: _____			
DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO REALIZADO:			
F. Mecánico de línea		F. Gerente de Mantenimiento	

Fuente Elaboración propia

**d. Control y dimensionamiento del plan de mantenimiento de acuerdo a las normas existentes.**

- **Control del plan Mantenimiento**

Es la fase del proceso administrativo que mide y evalúa el desempeño y toma las acciones correctivas cuando es necesario. El control es un proceso meramente regulador. Consta de 4 fases:

- ✓ **Establecimiento de Estándares**

Los patrones representan el desempeño deseado. Pueden ser tangibles o intangibles, vagos o específicos, pero siempre relacionados con el desempeño que se desea alcanzar. En el mantenimiento estos patrones deben estar relacionados con el éxito del mantenimiento.

- ✓ **Evaluación de Desempeño**

Este paso requiere una definición exacta de lo que se pretende medir. El sistema de control depende de la información inmediata respecto al desempeño, y la unidad de medida y evaluación debe estar de acuerdo con un patrón predeterminado y poder expresarse de forma que facilite la comparación con el patrón. Esta evaluación debe ser para cada actividad de mantenimiento dentro de la empresa.

- ✓ **Comparación entre el desempeño y el patrón**

Toda actividad genera algún tipo de variación. Es importante determinar los límites dentro de los cuales puede tomarse como normal dicha variación. Esto separa las variaciones que pueden considerarse normales de las que son excepcionales. Es importante hacer tal distinción ya que las acciones correctivas deben enfocarse en las variaciones

excepcionales con el único objetivo que se conviertan en variaciones normales. La comparación del desempeño con lo que se planeó, busca localizar los errores o desviaciones, principalmente para permitir predicción de resultados futuros. Un buen sistema posibles dificultades o mostrar tendencias significativas del futuro. No es posible hacer de control debe proporcionar rápidas comparaciones, localizar cambios en la forma en que el mantenimiento fue ejecutado, pero entenderlo nos permitirá crear las condiciones para que en el futuro no se cometan los mismos errores y los resultados sean mucho mejores.

✓ **Acciones correctivas**

El control debe indicar cuando el desempeño no fue acorde al plan, y que acciones correctivas deben tomarse para evitar el mismo resultado en el futuro. El objetivo del control es indicar cuándo, cuánto, dónde y cómo debe ejecutarse la corrección.

• **Formatos de mantenimiento**

Formato que permite al gerente de mantenimiento registrar todas las actividades que se realicen en el trabajo como fichas, registros de control u otros formatos para llevar un mejor control en el trabajo.

Entre los formatos de registro para el desarrollo del trabajo en la planta tenemos:



- **Fichas técnica unica de los equipos**

Contienen la información que identifica a la maquinaria y es generada a partir del inventario físico general de la misma. Deberán ser elaboradas antes de poner en funcionamiento los equipo y servirán de referencia para obtener información de sus distintos componentes y repuestos.

**TABLA N° 4.34**

**FICHA TÉCNICA UNICA DE LOS EQUIPOS**

<b>FICHA TECNICA DE LOS EQUIPOS</b>				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
<b>EQUIPOS</b>	MARCA:	CODIGO:		
FABRICANTE:	PAIS:	MODELO:	SERIE:	
PESO:	ALTO:	ANCHO:	LARGO:	
<b>MOTORES ELECTRICOS</b>	<b>FASES</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VOLTAJE</b>	<b>RPM</b>
MOTOREDUCTORES:	CANTIDAD:			
OBSERVACIONES:				

Fuente Elaboración propia



▪ **Ficha de requisición de repuestos y accesorios**

Esta ficha funciona como una solicitud de compra de repuestos y accesorios, autorizada por el gerente de mantenimiento.

**TABLA N° 4.36**

**FICHA DE REQUISICIÓN DE REPUESTOS Y ACCESORIOS**

FICHA DE REQUISICIÓN DE REPUESTOS Y ACCESORIOS			
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO _____			
No. DE REQUISICIÓN: _____			
REPUESTO	CÓDIGO	CANTIDAD	DONDE SE UTILIZARÁ
OBSERVACIONES:			
MECÁNICO QUE SOLICITA: _____			
FECHA DE SOLICITUD: _____			
_____		_____	
F. MECÁNICO		F. GERENTE DE MANTTO.	

Fuente Elaboración propia

▪ **Ficha de control de paros**

Las ocasionales fallas o averías que requieren de mantenimiento correctivo inmediato deben quedar registradas junto a la fecha, hora exacta y motivo en esta ficha

**TABLA N° 4.37**

**FICHA DE CONTROL DE PAROS**

FICHA DE CONTROL DE PAROS			
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			
MÁQUINA:		CÓDIGO:	
NOMBRE DE QUIEN REPORTA:			
FIRMA:			
FECHA	MOTIVO DE PARO	DURACIÓN DE PARO	OBSERVACIONES

Fuente Elaboración propia

- **Fichas de reportes mensuales de mantenimiento correctivo**

Esta ficha es un resumen mensual de las actividades de mantenimiento correctivo de durante un determinado mes. Contribuye a una mejora continua de los programas de mantenimiento preventivo puesto que si alguna falla es muy frecuente, seguramente habrá una actividad de prevención para que no ocurra más o bien detectar negligencias por parte de los operarios. Además, sirve para consolidar los costos de mantenimiento correctivo que se tuvieron durante determinado mes y realizar con ello un análisis de retorno de inversión de máquinas nuevas o gastos de mantenimiento preventivo.

**TABLA N° 4.38**

**FICHAS DE REPORTES MENSUALES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

FICHA DE REPORTE MENSUAL DE MANTENIMIENTO					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO _____					
MES: _____					
FECHA: _____					
MÁQUINA	FALLA PRESENTADA	CAUSA IDENTIFICADA	TRABAJO	FECHA	PLANIF. / NO PLANIF.
OBSERVACIONES: _____					
MECÁNICO QUE REPORTA: _____					
_____			_____		
F. MECÁNICO			F. GERENTE DE MANTTO.		

Fuente Elaboración propia

- **Dimensionamiento para el mantenimiento de los recipientes.**

Se dispone de recipientes fabricados bajo normas y estandarizados a capacidades definidas, a las cuales se le aplicara el plan de mantenimiento bajo las normas establecidas de mantenimiento y re inspección de recipientes a presión, tal es el caso de la envasadora Repsol, Punto de distribución, Servosa, etc. El ingeniero debe establecer la capacidad, cantidad de recipientes y de equipos a utilizar para los trabajos que se requiera y en muchos casos establecer un dimensionamiento para su ubicación en planta.

- ✓ **Cronogramas para Dimensionamiento.**

Los cronogramas son necesarios para poder determinar el tamaño de los recipientes, equipos a utilizar y de servicios principalmente en procesos.

. Recordamos que los cronogramas más usuales son de:

- Operaciones
  - Equipos individuales
  - De Operaciones de Procesos en equipos consecutivos
  - Servicios
  - Variables
  - Mano de Obra.

Los cronogramas de operaciones se emplean para representar las operaciones que se llevan a cabo durante el desarrollo de operaciones

unitarias y procesos unitarios realizados, empleando una escala descendente para cada operación en particular. Para la escala de tiempo se emplea una escala apropiada acorde al tiempo empleado en la etapa o proceso desarrollado.

- **Inspección de tanques según los estándares (Instituto Americano del Petróleo)**

Para el plan de mantenimiento preventivo de los recipientes a presión se realizan bajo la norma API510 (Código de inspección de recipientes a presión Mantenimiento, Inspección, Clasificación, Reparación Y Alteraciones)

- ✓ **Código API 510.**

Este código de inspección cubre las actividades de inspección, reparación, modificación y reajuste en servicio para recipientes a presión y los dispositivos de alivio de presión que protegen al recipiente. Este código de inspección se aplica a todos los hidrocarburos y recipientes de procesos químicos que se han puesto en servicio a menos que estén específicamente excluidos según norma, pero también podría ser aplicado a recipientes de proceso en otras industrias a discreción del propietario / usuario. Esto incluye:

- a) Recipientes construidos de acuerdo con un código de construcción aplicable como el Código ASME.
- b) Recipientes construidos sin un código de construcción.

c) Recipientes construidas y aprobadas como especiales jurisdiccionales basadas en la aceptación de la jurisdicción de un particular diseño, fabricación, inspección, prueba e instalación.

d) Recipientes no estándar: un recipiente fabricado según un código de construcción reconocido pero que ha perdido su placa de identificación o estampado. Sin embargo, los recipientes que han sido oficialmente retirados del servicio y abandonados.

El Código ASME y otros códigos de construcción reconocidos están escritos para construcción nueva; sin embargo, la mayoría de los requisitos técnicos para diseño, soldadura y materiales se pueden aplicar a la inspección, reajuste, reparación y alteración de recipientes a presión en servicio. Si por alguna razón un artículo que se ha puesto en servicio no puede seguir el código de construcción debido a su nueva orientación de construcción, los requisitos de diseño, material, fabricación y la inspección deberá cumplir con API 510 en lugar del código de construcción. Si los recipientes en servicio están cubiertos por requisitos en el código de construcción y API 510 o si hay un conflicto entre los dos códigos, los requisitos de API 510 tendrá prioridad. Como un ejemplo de la intención de API 510, la frase "requisitos aplicables del código de construcción "se ha utilizado en API 510 en lugar de la frase" de acuerdo con el código de construcción.

La aplicación de este código de inspección está restringida a propietarios /

usuarios que emplean o tienen acceso a las siguientes personas y organizaciones técnicamente calificadas:

- a) una agencia de inspección autorizada.
- b) una organización de reparación.
- c) un ingeniero.
- d) un inspector.
- e) examinadores.

Los inspectores deben estar certificados como se indica en este código de inspección. Dado que otros códigos cubren las industrias y las aplicaciones de servicios generales, la refinación y la industria petroquímica tiene como desarrolló este código de inspección para cumplir con sus propios requisitos específicos y dispositivos de alivio de presión que se ajustan a las restricciones.

El objetivo de este código es especificar la inspección en servicio y el programa de monitoreo de condición que se necesita para determinar la integridad de los recipientes a presión y los dispositivos de alivio de presión. El programa debe proporcionar razonablemente evaluaciones precisas y oportunas para determinar si algún cambio en la condición del equipo a presión podría tener una continua operación segura. El propietario/usuario responderá a cualquier resultado de inspección que requiera corrección para asegurar el funcionamiento seguro y continuo de los recipientes a presión y los dispositivos de alivio de presión.

- **Inspección de tanques según los estándares API510**

Las inspecciones de tanques según los estándares API (Instituto Americano del Petróleo) cumplen una serie de requisitos internacionalmente aceptados y deben ser realizadas por inspectores API autorizados. Las características de este tipo de inspecciones son:

- **Objetivo:**

Garantizar la integridad del tanque

- **Frecuencia de inspección.**

Factores a considerar:

- Tipo producto contenido
  - Resultados inspecciones visuales previas
  - Velocidades de corrosión
  - Sistemas de prevención de la corrosión / Detección fugas
  - Ubicación Tanques: Aislados ó en áreas de Riesgo
  - Riesgos de Contaminación
  - Cambios en modos de operación (llenado / vaciado)
  - Cambios en el servicio
  - Existencia de doble fondo ó barreras de prevención vertidos
- **Intervalo entre inspecciones (interna / externa)**
  - En función de su historial de servicio

- Si no hay histórico de servicio del tanque, puede considerarse el de un tanque en servicio similar, a ser posible en mismo emplazamiento
- Requisitos legales locales pueden afectar a los intervalos y frecuencia de inspecciones: Límites de emisiones de vapor, estado de sellos, Fugas permitidas, Procedimientos de Reparación, etc.
- **Inspecciones desde el Exterior del tanque**
  - Inspección exterior del tanque
  - Inspección visual realizada por Inspector Autorizado API
  - Frecuencia: Cada 5 años ó  $\frac{1}{4}$  Vida Remanente tanque. El menor valor.
  - Medida espesores por ultrasonidos
  - El N° de medidas debe ser determinado por el propietario
  - Frecuencia:
    - Velocidad de Corrosión desconocida: 5 años
    - Velocidad de Corrosión conocida: El menor de  $\frac{1}{2}$  Vida Remanente tanque ó 15 años

La velocidad de corrosión puede estimarse en base a tanques en servicio similar, con espesores medidos a intervalos no mayores de 5 años.

Inspección Interna envolvente con tanque fuera de servicio, puede sustituirse por medidas de espesores UT por el exterior, siempre que  $\text{Intervalo Insp. Int} \leq \text{Intervalo Insp. Ext. (Veloc. Corr. Conocida)}$

- **Inspección interior del tanque**

Objetivos:

- Asegurarse de que no hay corrosión severa ó fugas en el fondo
  - Recopilar datos para evaluar espesores mínimos de fondo y envolvente
  - Identificar y evaluar asentamientos en fondo tanque
  - Inspección visual dirigida por Inspector autorizado API
  - Un inspector Autorizado API recopila resultados otros ENDs y garantiza calidad e integridad datos.
  - Puede hacerse en servicio, utilizando robots y técnicas END no intrusivas, con tal que los datos obtenidos permitan evaluar: espesor, velocidad de corrosión e integridad del fondo. En este caso, Inspector Autorizado API y un experto en ENDs no intrusivos deben de garantizar la calidad e integridad de los datos obtenidos.
- **intervalos de inspección**
  - En base a velocidades de corrosión medidas en inspecciones previas del tanque ó anticipadas en base a tanques con servicio similar.
  - Normalmente, la velocidad de corrosión del fondo gobernará los intervalos de inspección.
  - Si Velocidad Corrosión es desconocida e información tanques en servicio similar no disponible → El Intervalo de inspección no debe exceder de 10 años.

## **Plan de trabajo de control y dimensionamiento del plan de mantenimiento bajo la norma API 510**

El siguiente Plan de Trabajo describe los métodos, prácticas, viabilidad y la secuencia de las actividades que la Empresa ZINSAC DEL PERU S.A.C ha de desarrollar durante la ejecución de los trabajos trasiego, desmontaje ejecución de pruebas. De tal manera que su desarrollo sea de acuerdo a los estándares y procedimientos con las normas establecidas la cual es el API 510.

Se han previsto los siguientes acontecimientos:

- Inspección visual externa empresa certificadora
- Calibración de espesores por ultrasonido empresa certificadora
- Control dimensional conformado tanque empresa certificadora
- Trasiego de GLP liquido 62% mediante bomba de succión a cisterna de 14,000 galones.
- Despresurizado de tanque a presión 0 mediante sistema burbujeo.
- Desmontaje de instrumentos de medición ,seguridad y control
- suministro y llenado con agua al 100%
- instalación de tapones ciegos en cavidades de válvulas , hermetizacion
- Ejecución de prueba hidrostática supervisado por empresa certificadora
- Evacuación de agua del tanque GLP
- Lavado y limpieza interna de tanque GLP, extracción de residuos de óxidos.
- Inspección visual interna, empresa certificadora

- Ejecución de ensayo ultrasonido a cordones de soldadura empresa certificadora
- Instalación de empaquetadura y espárragos de manhole.
- Montaje y sellado de manhole.
- Ajuste de espárragos y torqueo
- Montaje de instrumentos de medición ,seguridad y control
- Hermetizarían de tanque de GLP instrumentos y manhole.
- ejecución de prueba neumática supervisado por empresa certificadora
- Despresurizado tanque a presión cero
- Suministro de glp liquido mediante bomba estacionaria de cisterna
- **Herramientas y accesorios**
- Bomba de succión de GLP
- Bomba de succión de agua
- Conexiones y adaptadores de GLP
- Estilzon
- Llave francesa 14”
- Destornilladores estrella y plana
- Torquimetro
- Tapones de alta presión
- Mangueras de presión
- Niples codos de alta presión

- **Procedimientos para la ejecución de las pruebas y ensayos no destructivos**

Para realizar las pruebas o ensayos no destructivos se necesita un procedimiento para así llevar un mejor control y dimensión para los espacios, seguridad, equipos que se necesiten para los trabajos.

Cada prueba con lleva a un procedimiento de trabajo, por el cual la empresa realiza un procedimiento la cual este sujeto a las normas existentes y cumpla los parámetros de la entidad certificadora y así de esta manera obtener el certificado de conformidad del tanque.

Pero para poder lograr obtener el certificado de conformidad mediante una entidad certificadora es necesario que cada prueba o ensayo tenga un procedimiento a seguir para de esta manera cumplir con los requisitos de la norma establecida y cumplir con los parámetros de cualquier entidad certificadora.

Los siguientes procedimientos son:

## Procedimiento de inspección Dimensional.

### 1. Objetivo

Establecer actividades para la inspección dimensional de tanques y recipientes de alta presión y atmosféricos.

### 2. Alcance

El presente procedimiento es aplicable a tanques y recipientes de alta presión y atmosféricos aplicados a la fabricación bajo las requerimientos de ASME SECC VIII, DIV 1 – 2013, API 650: 2013, API-620: 2013, UL 58:1998, DOT 406, DOT 407 y en uso bajo los requerimientos de inspección: API 510: 2014, y API-653: 2009.

### 3. Definiciones

- **Recipientes A Presión:** Un recipiente a presión o depósito bajo presión o "pressure vessel" es un contenedor estanco diseñado para contener fluidos (gases o líquidos) a presiones muchos mayores a la presión ambiental o atmosférica.
- **Tanques:** Depósitos diseñados para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión interna relativamente bajas.
- **Ovalidad:** Una medida de la desviación de la circularidad de una forma oval o aproximadamente elíptica.
- **Verticalidad:** Posición vertical o perpendicular de una cosa respecto a un plano horizontal con el que forma un ángulo de 90.

#### **4. Responsabilidades**

- **Inspector:** Cumplir el presente procedimiento verificando que el documento se encuentre en vigencia al momento de su uso.

#### **5. Documento Normativo Aplicable**

- ASME SECC VIII, DIV 1 – 2013: Rules for Construction of Pressure vessels.
- API 650: 2013 Welded Steel Tanks for Oil Storage (Item 7.5)
- API-620: 2013 Design and Construction of Large, Welded, Low – Pressure Storage (Item 6.5)
- UL 58:1998 Standard for Steel Underground Tanks for Flammable and Combustible Liquids
- DOT 406, Code of Federal Regulation
- DOT 407 Code of Federal Regulation
- API 510: 2014: Pressure vessel inspection code: in-service inspection, rating, repair, and alteration
- API-653: 2009. Tank Inspection, Repair, alteration and reconstruction (ítem 10.5)

#### **6. Desarrollo:**

El inspector deberá realizar las actividades de inspección de acuerdo a la norma de aplicación

##### **6.1. Inspección Dimensional De Tanques Para Almacenamiento De Glp De Acuerdo Al Código Asme Viii (UG-96).**

El inspector deberá realizar la verificación de las mediciones del plano presentado por el fabricante o usuario tomando en consideración lo siguiente:

- Diámetro exterior
- Longitud Cilíndrica
- Embutido
- Longitud Total
- Redondez

## **Procedimiento de Inspección Visual**

### **1. Objetivo**

El objetivo del presente procedimiento es establecer los requerimientos mínimos para la inspección de uniones soldadas por el método de inspección visual. Este método permite la detección de discontinuidades superficiales.

### **2. Alcance**

Este procedimiento es aplicable para la inspección de uniones soldadas en tanques presurizados y no presurizados.

### **3. Documentos Aplicables.**

#### **3.1. Método**

- ASME SEC V: 2013 NON DESTRUCTIVE EXAMINATION Article 9  
Visual Examination

### **3.2. Criterios de Aceptación**

- ASME SEC VIII DIV.1 2013 RULES FOR CONSTRUCTION OF PRESSURE VESSELS
- API 510:2014 PRESSURE VESSEL INSPECTION CODE
- API 620:2013 DESIGN AND CONSTRUCTION OF LARGE, WELDED, LOW – PRESSURE STORAGE TANKS.
- API 650:2013 WELDED STEEL TANKS FOR OIL STORAGE
- API 653:2013 TANK INSPECTION, REPAIR, ALTERATION, AND RECONSTRUCTION

### **4. Personal**

El personal inspector que realice y/o evalúe las uniones soldadas por el método de inspección visual deberá estar calificado y certificado como nivel II en VT de acuerdo a SNT-TC-1A.

### **5. Técnica**

#### **5.1. Examinación Visual Directa**

Examinación visual directa podría ser realizada cuando el acceso es suficiente para colocar la vista a menos de 24 " (600 mm) de la superficie a ser examinada y un ángulo de no menor de 30 grados. Espejos pueden ser usados para mejorar el ángulo de visión y como apoyo en la examinación podría ser utilizado un lente de aumento. Iluminación (luz blanca natural o artificial) para la pieza, componente o recipiente o la parte a ser examinada es requerida, la mínima intensidad de luz para la examinación de superficie/sitio debe ser 100 pies candela (1000 lux).

## **5.2. Examinación Visual Remota**

En algunos casos, la examinación visual remota puede sustituir a la examinación directa. Para la exanimación visual remota se puede utilizar ayudas visuales como espejos, boroscopios, cámaras, u otros instrumentos. Estos sistemas tienen que tener una capacidad de resolución por lo menos equivalente a la obtenible por la agudeza visual.

## **6. Equipamiento, Calibración.**

### **6.1. Equipamiento**

#### **6.1.1. Lámpara De Luz Blanca**

El siguiente equipo podrá ser utilizado para la examinación:

- Spectroline Model SB100X

#### **6.1.2. Luxómetro.**

Se deberá hacer uso de un luxómetro a fin de realizar la verificación de las condiciones de iluminación de acuerdo a lo indicado en el numeral 5.1 del presente procedimiento.

#### **6.1.3. Galgas, Y Vernier**

Serán utilizadas galgas y vernier como instrumentos a fin de realizar la verificación dimensional de las discontinuidades halladas en las uniones soldadas.

#### **6.1.4. Espejo, Lupa**

Espejo y lupa serán utilizados para mejorar el ángulo de visión de apoyo si fuese necesario.

### **6.2. Calibración**

### **6.2.1. Luxómetros**

Los medidores de intensidad de luz deberán ser calibrados por lo menos una (01) vez al año o cuando haya sufrido una reparación. Si el medidor no ha sido utilizado por un año o más, la calibración deberá ser realizada previa a su nuevo uso.

### **6.2.2. Galgas Y Vernier**

Las galgas y el vernier serán calibrados una vez al año de acuerdo a lo establecido en el procedimiento de calibración de equipos a PIND-001

## **7. Pre-Requisitos**

### **7.1.1. Acondicionamiento De Superficie**

- (a) Resultados satisfactorios son usualmente obtenidos cuando el método es aplicado en superficies luego del proceso de soldadura, sin embargo, la preparación de superficie por granallado o maquinado podría ser necesaria cuando las irregularidades de la superficie puedan enmascarar indicaciones debido a discontinuidades. Normalmente puede ser realizada este acondicionamiento con ayuda de una escobilla de bronce.
- (b) El área de interés incluye 1" (25 mm) adyacente a cada lado del cordón de soldadura, deberá encontrarse seca y libre de polvo, grasa, óxido, flujo o salpicadura de soldadura, pintura, combustible, aceite y otras materias que puedan obscurecer aberturas de la superficie o interferir con la examinación.

- (c) Agentes limpiadores típicamente empleados podrían ser detergentes, solventes orgánicos, soluciones desoxidantes y removedores de pintura. Métodos desengrasantes pueden ser también empleados.

### **7.1.2. Iluminación Y Asistencia Visual**

Es requerida iluminación natural o luz blanca artificial. La mínima intensidad de iluminación para la superficie examinada será de 100 fc (1000 lx) para asegurar una sensibilidad adecuada durante la examinación y evaluación de las indicaciones.

## **8. Criterio De Aceptación**

### **ASME SEC VIII DIV 1: 2013 PRESSURE VESSELS**

Indicaciones relevantes:

- Solo indicaciones que poseen cualquier dimensión mayor a 1/16" (1.6 mm) deberán ser consideradas relevantes.
- Una indicación lineal es tal que posee una longitud de al menos tres veces su ancho.
- Una indicación redondeada es tal que posee una forma circular o elíptica con una longitud menor a tres veces su ancho.
- Cualquier indicación cuestionable o que pueda generar duda deberá ser reexaminada para determinar si son relevantes o no.

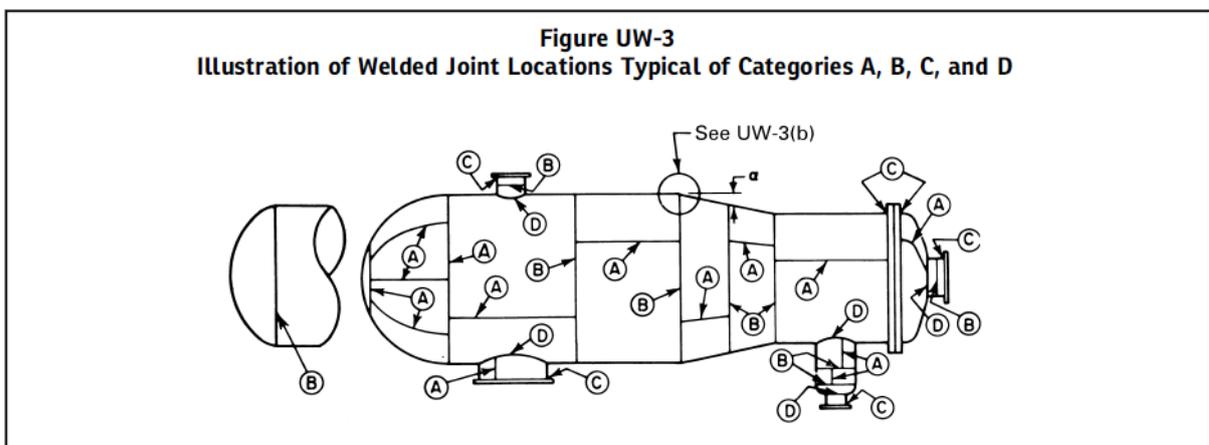
Todas las superficies examinadas deberán estar libres de:

- Indicaciones lineales relevantes.
- Indicaciones redondeadas mayores a 3/16".

- Cuatro o más indicaciones redondeadas relevantes en línea y separadas por 1/16" o menos, de límite a límite.
- Una indicación de una imperfección podría ser mayor a la imperfección que la causa, sin embargo, el tamaño de la indicación es la base para la evaluación.

**FIGURA N° 4.15**

**ACABADO SUPERFICIAL DE SOLDADURAS A TOPE LONGITUDINAL Y CIRCUNFERENCIAL  
Y CIRCUNFERENCIAL**



**Fuente Elaboración propia**

Acabado superficial de soldaduras a tope longitudinal y circunferencial:

A: Completa fusión y penetración, libre de ondulaciones bastas, entalladura, translapaduras, resaltes y valles abruptos

B: Socavado o cualquier tipo de reducción adyacente a la soldadura máximo 1/32 (0.8mm) o 10% del espesor nominal (el menor)

C: La presentación de la soldadura en cualquier punto debe estar mínimo a nivel del material base (concavidad)

Acabado Superficial de Soldaduras en Filete

A: La soldadura debe garantizar completa penetración en la raíz.

**TABLA N° 4.39**

**MÁXIMO DESALINEAMIENTO PERMITIDO**

<b>MAXIMO DESALINEAMIENTO PERMITIDO UW 33</b>					
<b>Sección Espesor Pulg.(mm)</b>		<b>Categoría de Junta</b>			
		<b>(Pulg.)</b>		<b>(mm)</b>	
<b>(Pulg.)</b>	<b>(mm)</b>	<b>A</b>	<b>B,C,D</b>	<b>A</b>	<b>B,C,D</b>
Hasta 1/2 pulg.	Hasta 13 mm.	1/4 t	1/4 t	1/4 t	1/4 t
> 1/2 Hasta 3/4 pulg.	> 13 Hasta 19 mm	1/8 pulg.	1/4 t	3 mm	1/4 t
> 3/4 Hasta 1 1/2 pulg.	> 19 Hasta 38 mm.	1/8 pulg.	3/16 pulg.	3 mm	5 mm
> 1 1/2" Hasta 2 pulg.	> 38 Hasta 51 pulg.	1/8 pulg.	1/8 t	3 mm	1/8 t
Mayores a 2	Mayores a 51	El < de 1/16 t ó 3/8. pulg.	1/8 t ó 3/4. pulg.	El < de 1/16 t ó 10mm	1/8 t ó 19mm

Fuente ASME SECCION VIII

**8.5 Visual Exanimación:**

**API 650**

Una soldadura será aceptable por inspección visual si la inspección muestra lo siguiente:

- No se visualiza grietas de cráter, otras fisuras o golpes de arco en o adyacentes a las uniones soldadas.
- La máxima socavación permisible será de 0.4 mm (1/64") en profundidad en juntas a tope verticales

- Para juntas a tope horizontales, la máxima socavación permisible será de 0.8 mm (1/32”) en profundidad
- La frecuencia en la porosidad no debe exceder un clúster (uno o más poros) en cualquier 100 mm (4”) de longitud y el diámetro de cada clúster no exceda 2.5 mm (3/32”).
- El refuerzo de las soldaduras en todas las juntas a tope en cada lado de la placa no excederá de lo siguiente espesores

**TABLA N° 4.41**

**MÁXIMA REFORZAMIENTO DE ESPESOR**

Plate Thickness mm (in.)	Maximum Reinforcement Thickness mm (in.)	
	Vertical Joints	Horizontal Joints
≤ 13 (1/2)	2.5 (3/32)	3 (1/8)
> 13 (1/2) to 25 (1)	3 (1/8)	5 (3/16)
> 25 (1)	5 (3/16)	6 (1/4)

Fuente ASME SECCION VIII DIV 1

- Una soldadura que no cumple el criterio indicado anteriormente deberá ser reprocesado previo a la prueba hidrostática.

**API 653**

Se manejarán los mismos criterios que API 650

**API 620**

Todas las soldaduras deberán ser visualmente examinadas de acuerdo a lo indicado en el numeral siguiente.

Una soldadura deberá ser aceptable por examinación visual si la examinación muestra lo siguiente:

- a) La soldadura no presenta grietas de cráter u otras fisuras superficiales.
- b) La socavación no exceda lo establecido de 1/32 pulg. (0.8 mm)
- c) La frecuencia de la porosidad superficial no excede un clúster (una porosidad o más) en cada 4" de longitud y el máximo diámetro de cada clúster no excede 3/32"
- d) Fusión completa y penetración requerida existen en la junta entre la soldadura y el metal base.

Las soldaduras que no cumplan con los criterios de examen visual, deberán ser modificadas antes de la prueba hidrostática

- Nuevo soldado será requerido si el espesor resultante está por debajo de lo mínimo requerido por diseño y condiciones de prueba hidrostática. Todos los defectos en áreas por encima del espesor mínimo deberá ser reducidos a la relación de por lo menos 4: 1.
- La soldadura reparada deberá ser examinada visualmente para encontrar defectos.

### **Refuerzo en soldaduras**

Las juntas a tope deberán tener penetración completa de junta y fusión completa en toda la longitud de la soldadura y deberán estar libres de socavaciones, sobre monta.

### **Alineamiento de juntas**

Se tendrá un cuidado particular en:

- a) Placas de 1/4" de espesor o menos, 1/16"
- b) Placas por encima de 1/4" en espesor, 25% del espesor de la placa o 1/8", lo que sea menor.

### **Reparando defectos en soldaduras]**

Las defectos en soldaduras deberán ser maquinados hasta alcanzar el metal en todos los lados. Sujeto a la aprobación del inspector, la cavidad resultante deberá ser llenada con el metal de soldadura y probada nuevamente.

## **9. Condiciones De Seguridad**

Durante la inspección, el IN deberá contar con los siguientes equipos de protección personal:

- Botines de seguridad
- chaleco con líneas reflectivas
- Casco de seguridad
- Gafas de seguridad
- Protectores Auditivos

Así mismo, el IN deberá cumplir las reglas de seguridad establecidas en la instalación en la cual se realiza la inspección.

## 10.Registros

- F-IND-027 Registro de inspección por método de partículas magnéticas.

Ver.	Fecha	Breve descripción del cambio	Sección(es) afectada(s)
2		Alineamiento del procedimiento a los requerimientos de la normativa de aplicación.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todo el documento</li></ul>

## 11.Modificaciones Del Documento

**TABLA N° 4.42**

### **MODIFICACIONES DEL DOCUMENTO DE LA INSPECCIÓN**

#### **VISUAL**

Versión	Fecha	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
2				
		Contract Manager	Gerente de Operaciones	Director General

**Fuente Elaboración propia**

## **Procedimiento de la prueba de presión hidrostática**

### **1. Objetivo**

Establecer un procedimiento ya sea para la Inspección de Prueba de Presión Hidrostática, prueba neumática, Ultrasonido, inspección visual, etc de productos metálicos (Recipientes de alta presión, Tanques de baja presión y atmosféricos; de fabricación o usados), de acuerdo al CODIGO ASME SECC VIII, DIV 1: 2013, API 510: 2006, API 650: 2013, API 620: 2013, API 653: 2001; con la cual se inspeccionarán las pruebas correspondientes.

### **2. Alcance**

Este Procedimiento se aplica en la División Industrial en el área de ensayos no destructivos para la Inspección de pruebas de presión hidrostática de productos metálicos (Recipientes de alta presión, Tanques de baja presión y atmosféricos; de fabricación o usados).

### **3. Documentos Normativos**

La Inspección de pruebas de presión hidrostática de productos metálicos (Recipientes de alta presión, Tanques de baja presión y atmosféricos; de fabricación o usados), será regido por el presente Procedimiento. Los códigos y normas aplicables serán las siguientes: Código ASME SECC. VIII DIV 1: 2010, "Rules for Construction of Pressure Vessels" Item UG – 99.

API 510: 2006, "Pressure vessel inspection code: in-service inspection, rating, repair, and alteration" Item 5.8

API 650: 2007, "Welded Steel Tanks for Oil Storage" item 7. Erection, Item 7.3.6

API-620: 2002, "Design and Construction of large, welded, low – Pressure Storage tanks" item 7.18

API-653: 2009, Inspección, Reparación, Alteración y Reconstrucción de tanques. Item 12 Inspección y Ensayos, ítem 12.3

#### **4. Personal**

La Inspección de Prueba de Presión Hidrostática, estará a cargo de un inspector Competente y Calificado

#### **5. Equipos y materiales**

- ✓ Bomba hidráulica manual de baja y alta presión.
- ✓ Manómetros con Calibración Vigente y de Rango de acorde a la Presión de Prueba.
- ✓ Manguera de Alta Presión y Conexiones rápidas.
- ✓ Pirómetro con calibración vigente

#### **6. Procedimiento de inspección de prueba hidrostática de tanques**

- Antes de iniciar las actividades, el inspector deberá asegurarse que el cliente cumpla con las condiciones de seguridad solicitadas, además el inspector deberá contar con todos los implementos de protección personal necesarios.

- El recipiente a inspeccionar será llenado con agua completamente.
- Se comprobará el cerrado hermético de todas las coplas y entrada de hombre del recipiente a ensayar.
- Se conectará por lo menos un manómetro (calibrado) al recipiente a ensayar y deberá colocarse una válvula de corte entre el recipiente a ensayar y el manómetro.
- La presión mínima de la Prueba de Presión Hidrostática para Recipientes de alta presión es de 1.3 x la presión de diseño, según ASME Sec. VIII Div. 1.
  - Tanques para GLP:  $1.3 \times 250 = 325$  PSI.
  - Tanques de aire comprimido:  $1.3 \times 150 = 195$  PSI.
- La presión mínima de la prueba de presión hidrostática en maestranza (fabricación) de Tanques de baja presión o atmosféricos es de 15 PSI, según API 620, 650 y 653; y en usuario final antes de poner en funcionamiento es de 10 PSI. Lo mismo se aplica en tanques usados.
- Para tanques de alta presión, el tiempo mínimo de prueba será de 01 hora o el tiempo que se requiera para la inspección.
- Para tanques de baja presión, el tiempo mínimo de prueba será de 01 hora o el tiempo que se requiera para la inspección.
- Se recomienda que la temperatura del metal durante la prueba hidrostática se mantenga al menos en 30 ° F (17 ° C) por encima la temperatura mínima del diseño del metal, pero no tiene por qué ser

superior a 120 ° F (48 ° C), esto para reducir al mínimo el riesgo de fractura frágil.

- El manómetro será utilizado como medio de Inspección de fugas.
- Se verificará con un lente de aumento la identificación de fugas, en caso de presenciar una baja de presión indicada por el manómetro.
- Si se detectan fugas en los tapones de las coplas, estos se ajustan y se prosigue con la inspección; si se detectan fugas por los cordones de soldadura se detiene la inspección, se manda a reparar (un tanque de alta resistencia se manda radiografiar la zona reparada) y nuevamente se realiza la inspección de la prueba.

#### **A. Interpretación.**

- Nuestra interpretación fundamentalmente estará basada en la presencia de fugas de agua en la soldadura y/o alguna zona del tanque, incluyendo las coplas de salida y entradas de hombre.
- Al término de cada prueba se entregará la constancia de inspección correspondiente.

#### **7. Certificado y/o informe de inspección**

Luego de Registrar la Aprobación o el Rechazo de la prueba en el FIND-004, se emitirá el Certificado o Informe de Inspección respectivamente, en el que se indicarán las características del tanque, así como datos del cliente, lugar de inspección, fecha y otros datos generales.

#### **8. Formatos**

- FIND-004: Registro de Prueba de Presión Hidrostática.

- FIND-002: Constancia de Inspección

## 9. Modificaciones del documento

**TABLA N° 4.43**

**MODIFICACIÓN DE DOCUMENTO DE LA PRUEBA HIDROSTÁTICA**

Ver.	Fecha	Breve descripción del cambio	Sección(es) afectada(s)
02		Actualización del código ASME	5.- Equipos y materiales 6.-Procedimiento de inspección de prueba hidrostática de tanques

Versión	Fecha	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
02		Coordinador NDT	Coordinador NDT	Jefe de Certificaciones

Fuente Elaboración propia

### Procedimiento de la prueba de presión neumática

#### 1. Objetivo

Establecer un procedimiento para la Inspección de Prueba de Presión Neumática de productos metálicos (recipientes de alta, baja presión y atmosféricos), de acuerdo al CODIGO ASME SECC VIII, DIV 1 – 2013 ítem (UG – 100), API 510: 2014, API 650: 2013, API-620: 2013 y API-653: 2009, con la cual se inspeccionara las pruebas correspondientes.

## **2. Campo de aplicación**

Este Procedimiento se aplica en la División Industrial para inspección de la prueba de presión neumática de recipientes de materiales metálicos (tanques de alta, baja presión y atmosféricos).

## **3. Documentos de referencia**

- Código ASME SECC. VIII, DIV 1 – 2013 “Rules for Construction of Pressure Vessels” ítem. UG -100.
- API 510: 2014, “Pressure vessel inspection code: in-service inspection, rating, repair, and alteration” ítem 5.8.5.
- API 650: 2013, “Welded Steel Tanks for Oil Storage” ítem 7. Erectión, Ítem 7.3.4
- API-620: 2013, “Design and Construction of large, welded, low – Pressure Storage tanks” ítem 7. (ítem 7.18).
- API-653: 2009, Inspección, Reparación, Alteración y Reconstrucción de tanques. Ítem 12 Inspección y Ensayos, ítem 12.4.

## **4. Personal**

La Prueba de Presión Neumática, estará a cargo de inspector calificado.

## **5. Equipos y materiales**

- Manómetros con calibración vigente y de rango de acorde a la Presión de Prueba.
- Pirómetro con calibración vigente

## **6. Procedimiento de inspección**

- Antes de iniciar las actividades, el inspector deberá asegurarse que el cliente cumpla con las condiciones de seguridad solicitadas, además el inspector deberá contar con todos los implementos de protección personal necesarios.
- El recipiente a inspeccionar será aforada con aire completamente.
- Se inspeccionará el cerrado hermético de todas las coplas y entrada de hombre del recipiente a ensayar.
- Se verificará la conexión por lo menos de un manómetro (calibrado) al recipiente a ensayar y una válvula de corte entre el recipiente a ensayar y el manómetro.
- La presión mínima de prueba neumática para recipientes de alta presión es 1.1 de la presión de trabajo, según ASME Secc. VIII Div. 1, (tanques para GLP o aire comprimido será  $1.1 \times 100 = 110$  PSI).
- La presión mínima de la Prueba de Presión Neumática en maestranza (fabricante) para tanques atmosféricos o de baja presión es de 15 PSI por 01 hora, según DS-052-93em Art35, DS-054-93em Art28, API 620, 650 y 653. En usuario final antes de poner en funcionamiento se deberá elevar presión a 7 PSI por 12 horas. Lo mismo se aplica en tanques usados.
- Para tanques de alta presión, el tiempo mínimo de prueba será de 01 hora o el tiempo que se requiera para la inspección.

- Se verificará con agua jabonosa, lámparas y lupa, los cordones de soldadura lineales, circunferenciales, coplas y el enroscado de los accesorios GLP del tanque para detecta alguna presencia de fugas.
- El manómetro también será utilizado como medio de inspección de fugas.
- Si se detectan fugas en conexiones de accesorios, se ajustan y se prosigue con la inspección, si se detectan fuga por los cordones de soldadura se detiene la inspección, se manda a reparar (un tanque de alta resistencia se manda radiografiar la zona reparada y pasa la prueba hidrostática nuevamente, para tanques de baja resistencia no es necesario) y se inicia nuevamente la inspección.
- La temperatura del metal durante la prueba neumática se mantendrá al menos 30 ° F (17 ° C) por encima del mínimo diseñar la temperatura del metal para reducir al mínimo el riesgo de fractura frágil.

## **7. Interpretación.**

- Nuestra interpretación fundamentalmente estará basada en la presencia de fugas de aire en la soldadura y/o alguna zona del tanque, incluyendo las coplas de salida y entradas de hombre.
- Se aplicará solución jabonosa a todas las uniones soldadas y en las coplas de entrada y salida. Cualquier indicación de burbujeo será causa de la no aprobación de la prueba.

- Al término de cada prueba se entregará al cliente la constancia de inspección (FIND-002) correspondiente.

## 8. Informe de inspección

Luego de verificada la aprobación de las pruebas y presentada la constancia de Inspección de prueba FIND-002 y el registro de prueba neumática FIND-005, se emitirá el informe de inspección correspondiente, en la que se indicarán las características del tanque, así como datos del cliente, lugar de inspección, fecha y demás datos generales.

## 9. Formatos

- FIND-005: Registro de prueba neumática
- FIND-002: Constancia de inspección

## 10. Modificaciones Del Documento

**TABLA N° 4.44**

### **MODIFICACIÓN DE DOCUMENTO DE LA PRUEBA NEUMÁTICA**

<b>Ver.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Breve descripción del cambio</b>	<b>Sección(es) afectada(s)</b>
02		Se actualizo el objetivo de la Norma a la versión actual.	1 Objetivo
		Se actualizo los Documentos de Referencia de la Norma a la versión actual.	3 Documentos De Referencia
		Se mejoró la explicación de los equipos y materiales a utilizar	5 Equipos Y Materiales
		Se mejoró la explicación del procedimiento de acuerdo a la Norma.	6 Procedimiento De Inspección

Versión	Fecha	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
02				
		Inspector	Coordinador NDT	Jefe de Certificaciones

Fuente Elaboración propia

## Procedimiento de ensayo no destructivo de ultrasonido

### 1. Objetivo

Establecer un procedimiento para ejecución de ensayo por Ultrasonido que permiten detectar discontinuidades superficiales, sub-superficiales e internas de cordones de soldadura y planchas de acuerdo al código:

### 2. Alcance

El procedimiento se aplica al personal de la División Industrial calificado para la ejecución de ensayo por Ultrasonido de tanques presurizados.

### 3. Responsabilidades

#### 3.1. Inspectores/ Supervisores:

- a) Verificar las condiciones de seguridad en el área de trabajo antes de iniciar las operaciones.
- b) Coordinar permanentemente con el Ingeniero encargado de las instalaciones.

La correcta utilización de este instructivo es responsabilidad del inspector. La Gerencia de Operaciones es el responsable por su implementación y control.

#### **4. Documentos de referencia**

- ASME SECC VIII Div 1: 2013 - APPENDIX- 12
- ASME SECC V: 2013 – Article 4. T- 150
- ASNT SNT-TC–1A 2011 Edition.

#### **5. Consideraciones especiales**

5.1. Se verificará el correcto funcionamiento del equipo de Ultrasonido antes del traslado hacia el lugar de operaciones.

5.2. Los cordones de soldadura o plancha de un recipiente será previamente verificado y que se encuentre limpio y ventilado.

#### **6. Procedimiento de inspección por ultrasonido**

##### **6.1 Generalidades**

El método de inspección de Ultrasonido de haz normal y angular, puede ser aplicado para detectar grietas y otras discontinuidades superficiales, sub-superficiales e internas de los cordones de soldadura y de los materiales.

Típicos tipos de discontinuidades pueden ser detectados por este método, como grietas, falta de fusión o incompleta penetración, discontinuidades lineales, volumétricas y laminaciones.

El principio de este método está basado en el uso de la velocidad del sonido de los materiales aplicada al área a examinar y con ayuda de

transductores previamente seleccionados y un medio acoplante (gel), los cuales nos permitirá observar en señales las discontinuidades encontradas.

## **6.2 Personal**

El personal para inspecciones por Ultrasonido deberá estar calificado y certificado como nivel II ó III en el método de Ultrasonido, de acuerdo lo establecido por la ASNT (American Society for Non Destructive Testing) en su práctica recomendada ASNT SNT-TC-1A.

El personal debe contar con una formación específica del manejo, adquisición y análisis de datos mediante el equipo Panametric EPOCH 4B

## **6.3 Equipos y materiales**

### **6.3.1 Equipo de ultrasonido:**

El equipo contara con su certificado de calibración vigente emitido por el fabricante o en su defecto, se contara con certificado interno firmado por el nivel II, donde se registre la comprobación del control de ganancia, linealidad horizontal, linealidad vertical y funcionamiento de los elementos del palpador conforme al código ASME sección V artículo 4.

**FIGURA N° 4.16**

**EQUIPO DE ULTRASONIDO EPOCH 4B**



**Fuente Elaboración propia**

**6.3.2 Transductores:**

Capaces de transmitir y recibir ondas ultrasónicas en el material, en las frecuencias y niveles de energía necesarios para la detección de las discontinuidades y aplicaciones.

La forma del cristal podrá ser rectangular o cuadrada y puede variar desde 15 a 25 mm en ancho y de 15 a 20 mm en altura. El máximo ratio entre el ancho y la altura será de 1.2 a 1.0 y el mínimo será de 1.0 a 1.0.

Los transductores deben ser seleccionados considerando los ángulos de biselado, espesor y posición a ser inspeccionada.

Para algunas ocasiones el operador deberá tener a su disposición toda la gama de transductores necesarios para la ejecución del ensayo.

De acuerdo al tipo de junta y los espesores a inspeccionar se utilizarán los siguientes ángulos para los transductores:

El Transductor de incidencia angular de 45°, 60°, 70° y 1 MHz – 5 MHz de frecuencia. Ø 25 mm.

**TABLA N° 4.45**

**ÁNGULOS DE LOS PALPADORES Y ESPESORES DEL METAL BASE**

<b>ESPESOR DEL METAL BASE (mm)</b>	<b>ANGULOS DE LOS PALPADORES</b>
<15	60° y 70°
>= 15 y 25 <	60° y 70°
>= 25 y 40 <	45° y 70°
>= 40	60° y 45°

**Fuente Elaboración propia**

**6.3.3 Acoplante:**

Se empleará durante las inspecciones acoplante para sensor marca SONOTECH o similar. Se permite el empleo de aceite de máquina sólo para efectos de calibración en block.

**7. Preparación del barrido superficial**

7.1. Antes de la aplicación de Ultrasonido, la superficie a examinar y toda el área adyacente al menos 1" (25mm), deberán estar seca limpia de cualquier cuerpo extraño (polvo, grasa, pelusas, capas de óxido, salpicaduras, aceite, etc.) que interfieran con el examen.

7.2. La limpieza puede estar acompañada usando detergentes, solventes orgánicos, soluciones decapantes, removedores de pintura, vapor desengrasador, o limpiadores utilizados en el método de ultrasonido.

## **8. Técnica operacional del ensayo**

- La región del metal base a ser recorrida por ondas sonoras transversales debe ser delimitada primeramente por un ensayo con ondas longitudinales para detectar posibles reflectores que puedan afectar la interpretación del ensayo con ondas transversales.
- El área de barrido debe ser suficiente de modo que permita un ensayo a 25 mm adyacentes a la soldadura.
- La velocidad de barrido no debe ser mayor de 150 mm/seg.
- Una sobre posición de cada paso del transductor debe ser no menor del 10% de las dimensiones del transductor.
- El barrido de haz recto, este método elimina los ecos de la superficie posterior y frontal y solo despliega reflexiones causadas por discontinuidades que son normales al haz de incidencia
- El barrido ultrasónico de las discontinuidades a encontrar se efectuará con haz angular por ambos lados del cordón de soldadura en los casos aplicables, para comprobación de las mismas.

## **9. Bloque de calibración**

- Para la calibración del equipo se empleará el block IIW-V1 (Instituto Internacional de la soldadura),(ISO –A-2 BS-2704) y el Bloque de calibración V2 (DIN 54122)

Estos block nos permiten determinar:

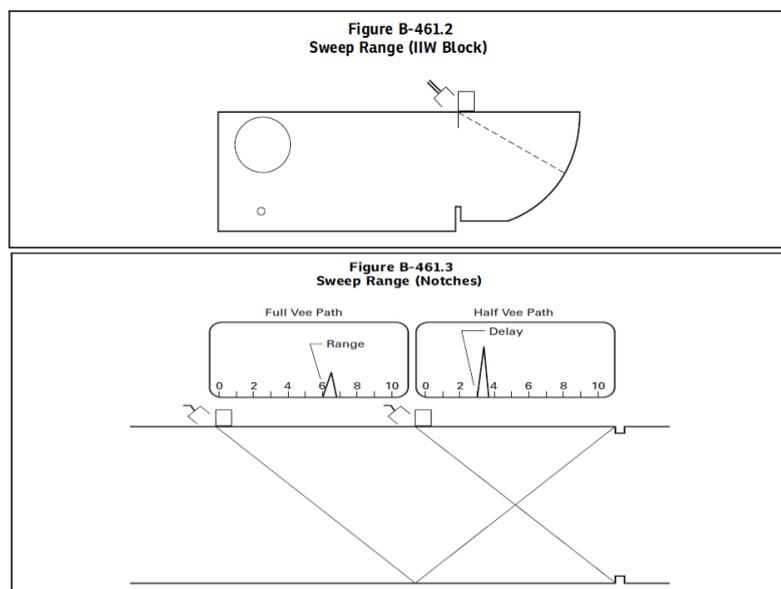
- Index point
- Distancia
- Sensibilidad
- Ángulo

## 10. Calibración

- Calibrar el equipo en una escala apropiada de acuerdo a los espesores y de acuerdo a las técnicas específicas utilizadas para la determinación de discontinuidades en juntas soldadas y ajustando la sensibilidad del equipo.
- El equipo de Ultrasonido, debe utilizarse con el bloque patrón. De acuerdo al esquema que se indica:

**FIGURA N° 4.17**

### **BLOQUE DE CALIBRACIÓN IIW V1**



**Fuente ASME SECCION V /artículo V**

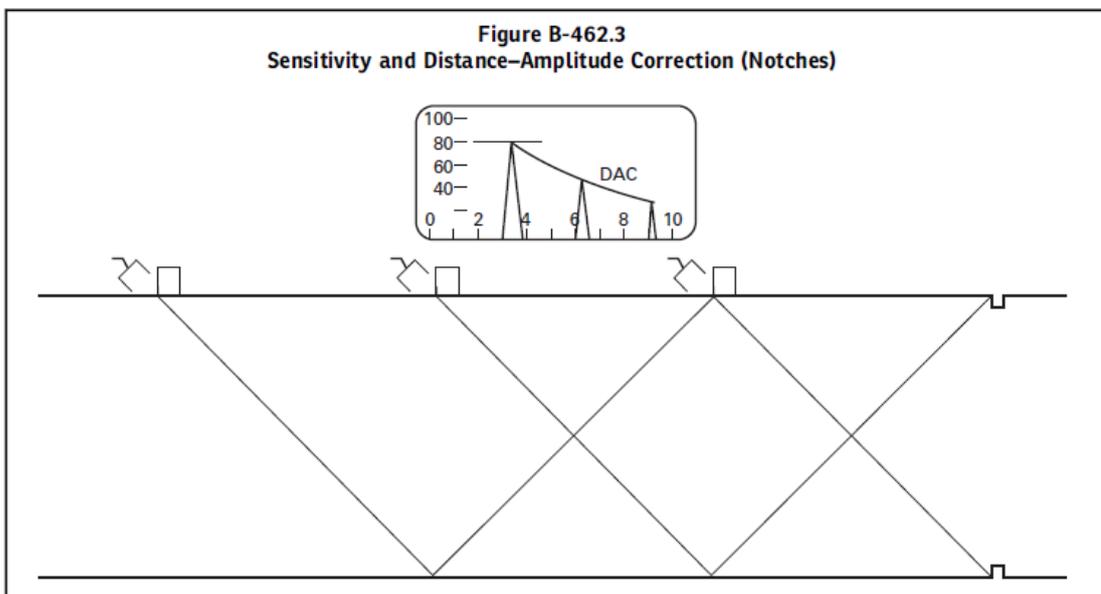
- Reflectores Prohibidos: La calibración en bordes de planchas no está permitida.

### 11. Selección de la amplitud al 80% del nivel de referencia de la curva dac

De acuerdo al Esquema siguientes

**FIGURA N° 4.18**

### AMPLITUD AL 80% DEL NIVEL DE REFERENCIA DE LA CURVA DAC



Fuente ASME SECCION V articulo IV

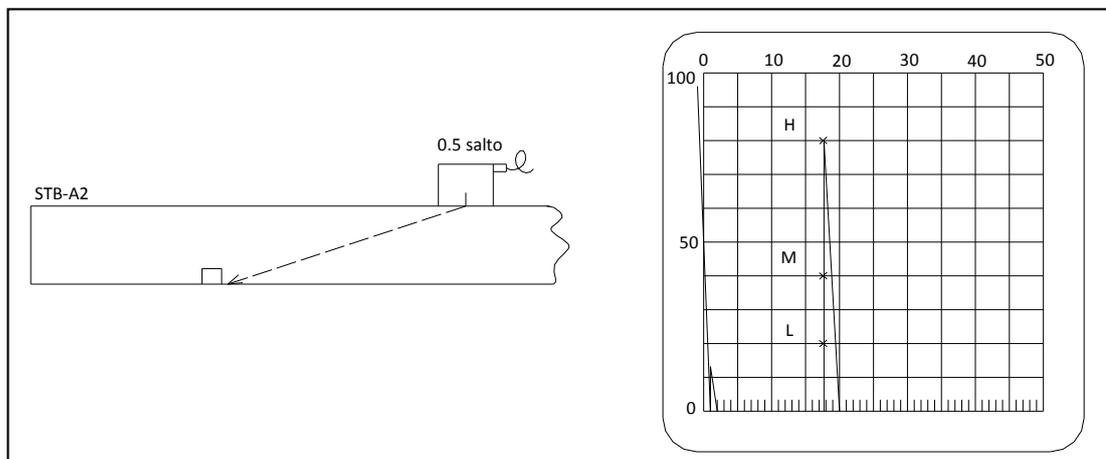
Empleo del patrón STB – A2 y cualesquiera de los siguientes transductores: de 5 Mhz, 4 Mhz y de 70°, 60° ó 45°, Ø 25 mm.

- Marcar en la pantalla del equipo, el punto de referencia primaria H, ajustando al 80% de la ganancia (máxima altura del eco desde el agujero

vertical de 4.0 mm de diámetro y 4.0 mm de profundidad, del patrón). Ver Fig. N° 01 Obtención del eco a 0.5 de salto.

- b. Marcar en la pantalla el punto M, a 6 dB menos que el punto H. (50%).
- c. Marcar el punto L a 12 dB menos que el punto H. (20%).
- d. El rango de ensayo será ajustado a 125 mm de distancia.
- e. De acuerdo al espesor del material a ser examinada, emplear cualquiera de los Transductores antes indicados.

**FIGURA N° 4.19**  
**OBTENCIÓN DEL ECO A 0.5 SALTO**

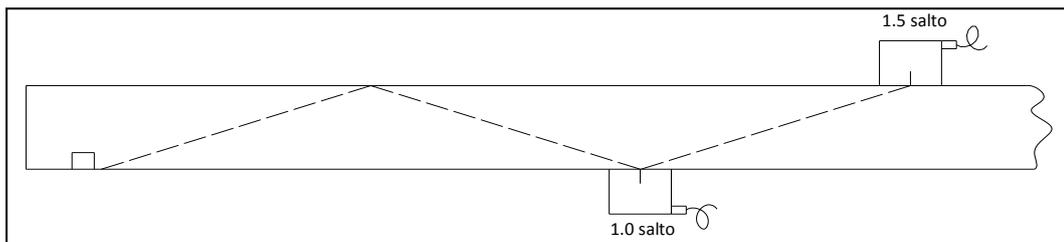


**Fuente ASME SECCION V**

- f. La sensibilidad del instrumento será retornada al nivel original de H. Obtener la máxima altura del eco desde el agujero vertical en una distancia de haz de uno (1) y uno y medio (1.5) salto para el nivel H, como se muestra en la fig. 2. Marcar el punto del pico sobre la pantalla como se muestra por H. Los niveles M y L inferiores 6 dB y 12 dB que H

también será marcado sobre la pantalla. Marcar un punto H 6 dB más alto que el nivel H.

**FIGURA N° 4.20**  
**OBTENCIÓN DEL ECO A 1.0 SALTO Y 1.5 SALTO**



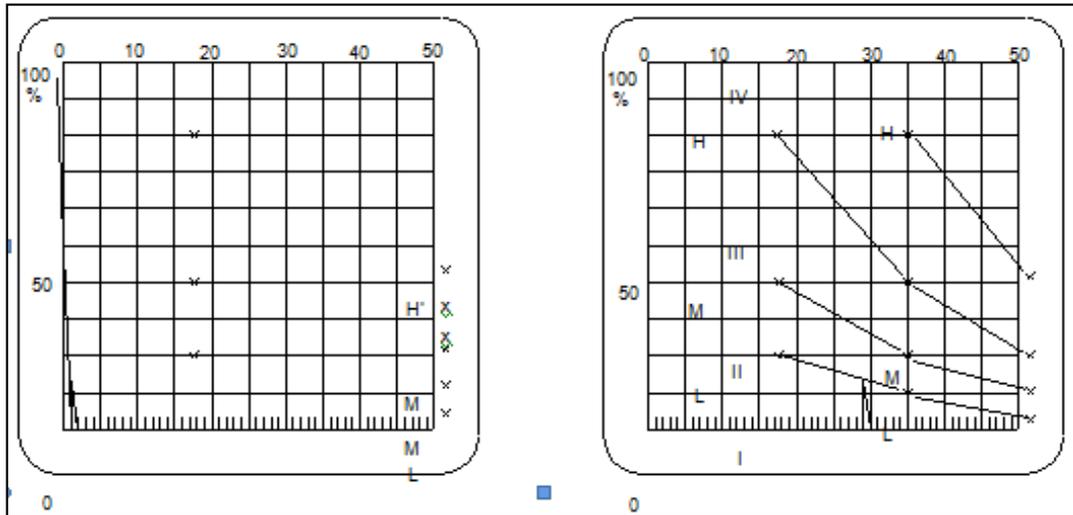
**Fuente ASME SECCION V**

- g. Obtener el máximo eco desde el agujero vertical en la distancia del haz de un salto con la sensibilidad original del instrumento para el nivel H, y marcar sobre la pantalla. Luego, los niveles registrables de M y L también serán marcados. Un punto del pico 6 dB más alto que el nivel H será marcado como el punto H' como se muestra en la Fig. N° 3. Conectar los puntos H, M, L y H' obtenidos a distancias de 0.5, 1.0 y 1.5 de salto respectivamente.

Para un área cerca de un medio salto, líneas horizontales serán conectadas para cada H, M, y L.

**FIGURA N° 4.21**

**DIBUJAN LA CURVA DAC UNIENDO LOS PUNTOS**



**Fuente ASME SECCION V**

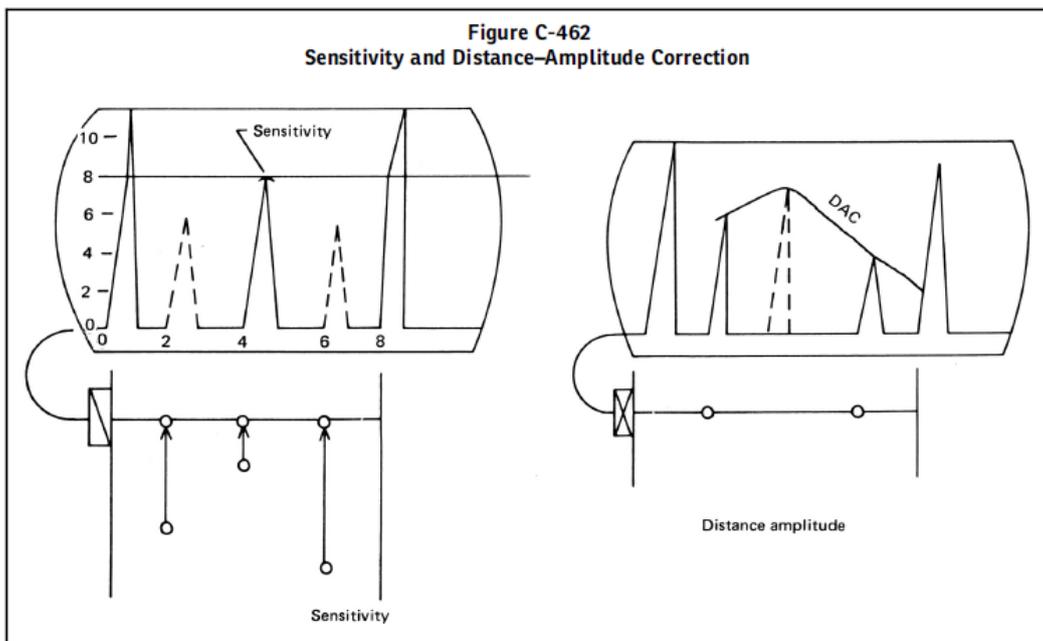
- h. Para la calibración de la sensibilidad del instrumento, la ganancia del instrumento será controlada para alcanzar la máxima altura del eco desde el agujero vertical para el nivel de referencia primaria H. Donde el eco de la falla es detectado en el ensayo, será registrado si la altura del eco es igual o más alto que los niveles registrables M o L, de acuerdo a la especificación aplicable.
- i. Las curvas distancia amplitud son especificaciones JIS Z3060, Método del Ensayo por Ultrasonido Manual y clasificación de resultados del Ensayo para aceros soldados.

## 12. Selección de la amplitud al 20% del nivel de referencia de dac

De acuerdo al Esquema siguientes según ASME SECCION V Artículo 4.

FIGURA N° 4.22

### SENSIBILIDAD Y DISTANCIA



Fuente ASME SECCION V articulo IV

## 13. Configuración para uniones soldadas

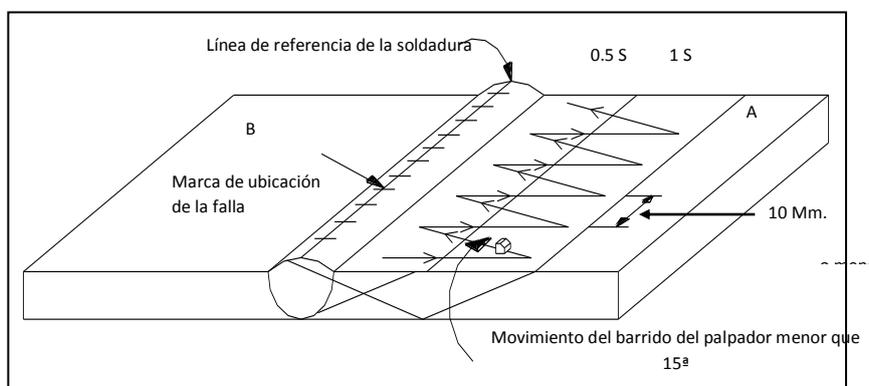
### a. Procedimiento

- Calibrar el equipo de UT utilizando los bloques patrones V1 y V2 del IIW (PC-37)
- Usar Transductores angulares de 45°, 60° y 70° según el espesor del material base y de 5 ó 4 MHz de frecuencia.

- Medir el espesor del material base y registrar, con el espesor calcular la máxima distancia de trayectoria del haz,  $C = 2 T \operatorname{tg} \theta$  que es un salto de trayectoria del haz.
- Limpiar la superficie del material base, eliminando las salpicaduras de soldadura, óxidos, pintura y otros contaminantes que pudieran perturbar el desplazamiento del transductor.
- Marcar una línea de referencia de la soldadura para la línea de referencia.
- Marcar líneas de desplazamiento de referencia paralelo a la línea de la soldadura sobre la plancha para mostrar las posiciones de un medio salto (0.5 D) y una distancia de un salto (1 D) desde la línea de referencia como se muestra en la figura.

**FIGURA N° 4.23**

**BARRIDA EN ZIG ZAG**

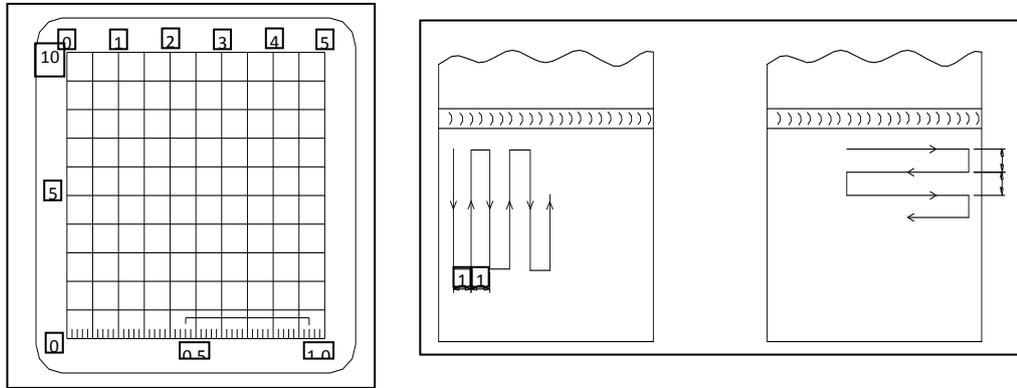


**Fuente ASME SECCION V**

- Efectuar el ajuste del rango de ensayo, el cual será seleccionado mayor que un salto de distancia calculado en el punto (c), pero será apropiado elegir valores que sean múltiplos del incremento de la línea de barrido. Ejemplo.- Si el rango de ensayo es de 100mm, cada incremento será de 2mm; si el rango de ensayo es de 125mm, cada incremento será de 5mm.
- Dibujar la curva DAC en la pantalla, para la referencia primaria el nivel H, y los niveles registrables de referencia M y L. Ver la I27-01-04 para dibujar las curvas DAC.
- Calibrar la sensibilidad del instrumento para lograr la altura del eco desde el agujero vertical, 4mm de diámetro x 4mm de profundidad, del bloque para el nivel de referencia H.
- Marcar los puntos sobre la línea de barrido para mostrar la distancia de trayectoria del haz de un medio salto y un salto.
- Incrementar la sensibilidad del instrumento por 6 dB desde el nivel de referencia primaria H, para escaneado preliminar.
- Efectuar el escaneado sobre la superficie de ensayo del material base tal como se muestra en la figura.

**FIGURA N° 4.24**

**ESCANEADO DEL METAL BASE**



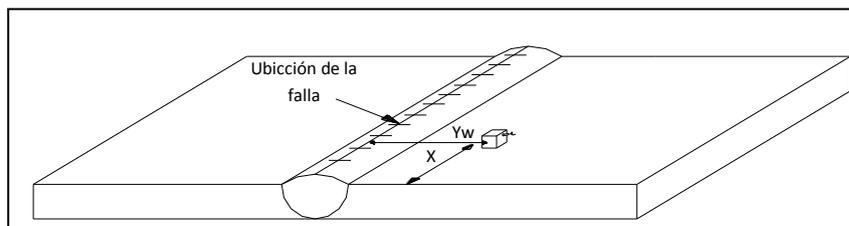
**Fuente ASME SECCION V**

- Durante el escaneado lateral, el escaneado rotacional (en un ángulo alrededor de  $15^\circ$ ) ésta será combinado para el movimiento del transductor en el área entre el cordón y la línea de escaneado de referencia, 1 D.
- Donde un eco de falla es detectado, cuidadosamente desplazar el transductor para alcanzar la máxima altura del eco. Cuando la máxima altura del eco es obtenido marcar sobre la línea de referencia de la soldadura para ubicar la falla en la en la prolongación de la línea central del transductor y disminuir la sensibilidad por 6 dB para retornar al nivel de referencia H.
- Cuando la altura del eco es igual o sobre el nivel de referencia L, leer la altura del eco en porcentaje de la altura total de la pantalla, la distancia de la trayectoria del haz sobre la línea de barrido, y registrar como objeto de evaluación. Ubicando el transductor como está, la distancia del palpador

– a la línea de referencia de la soldadura Y, y la distancia entre el centro del palpador y un extremo de la soldadura X, serán medidos como mostramos en la figura y registrar.

**FIGURA N° 4.25**

**UBICACIÓN DE LA FALLA DE SOLDADURA**



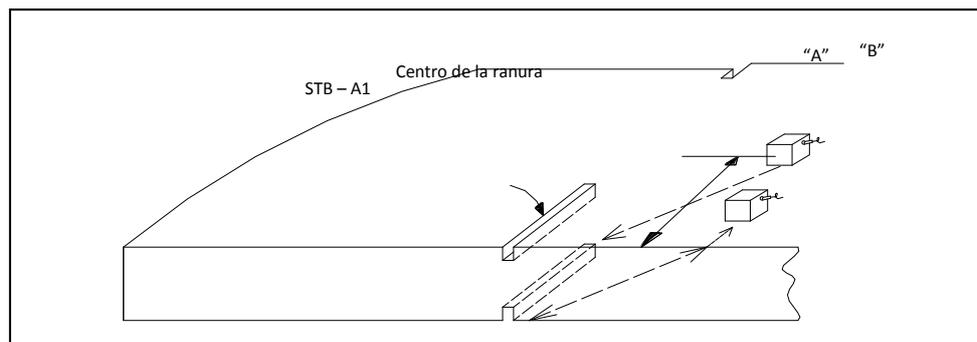
Fuente ASME SECCION V

**Determinación de la longitud de la falla, de acuerdo al siguiente Eje**

- Colocar el transductor sobre la superficie en la ubicación A bloque V1 en línea recta al centro de la muesca como se muestra en la FIGURA N° 4.26.

**FIGURA N° 4.26**

**DETERMINAN LONGITUD DE LA FALLA O DISCONTINUIDAD**

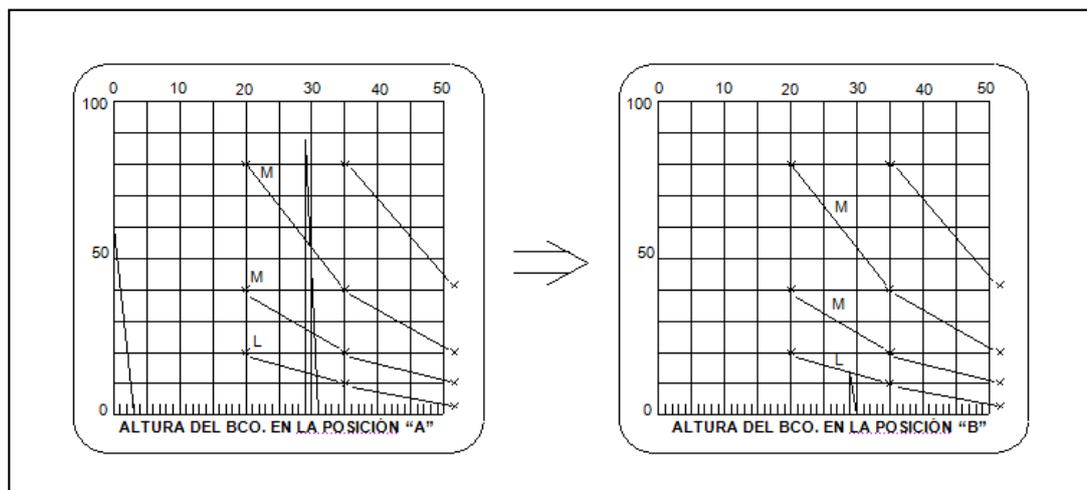


Fuente ASME SECCION V

- Buscar la posición para alcanzar la máxima altura desde el centro de la muestra por escaneado.
- Escanear el transductor lateralmente en una dirección paralela a la muesca hasta la posición B en el cual la altura del eco cae al nivel L
- En esta operación, el transductor será recorrido desde A hasta B sobre la superficie de ensayo en distancias muy cortas para confirmar el máximo de la altura del eco que está siendo continuamente alcanzado. El escaneado rotacional no será empleado.

**FIGURA N° 4.27**

**ESCANEO CON EL TRANSDUCTOR**



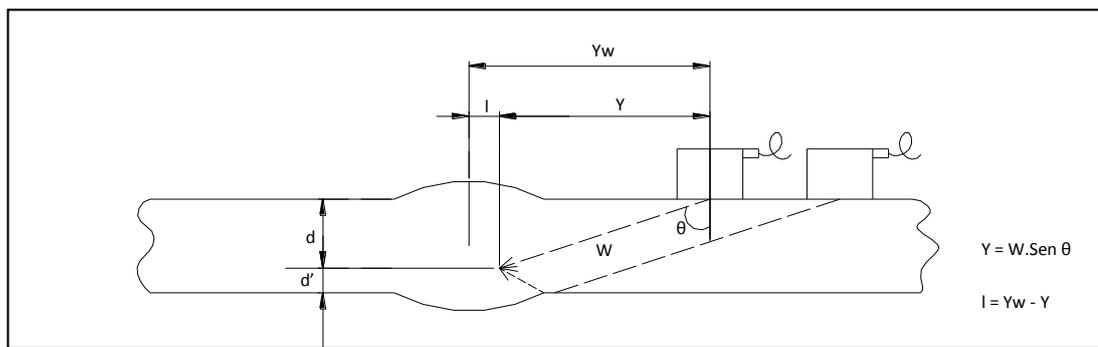
**Fuente ASME SECCION V**

- En la posición B del transductor, la distancia I mostrada en la Figura N° 4 será medido. Esta es la longitud del defecto estimado.

- La estimación de la ubicación de la falla es llevado a cabo como se muestra en la Figura 4

**FIGURA N° 4.28**

**UBICACIÓN DE FALLA DE SOLDADURA**



Fuente ASME SECCION V

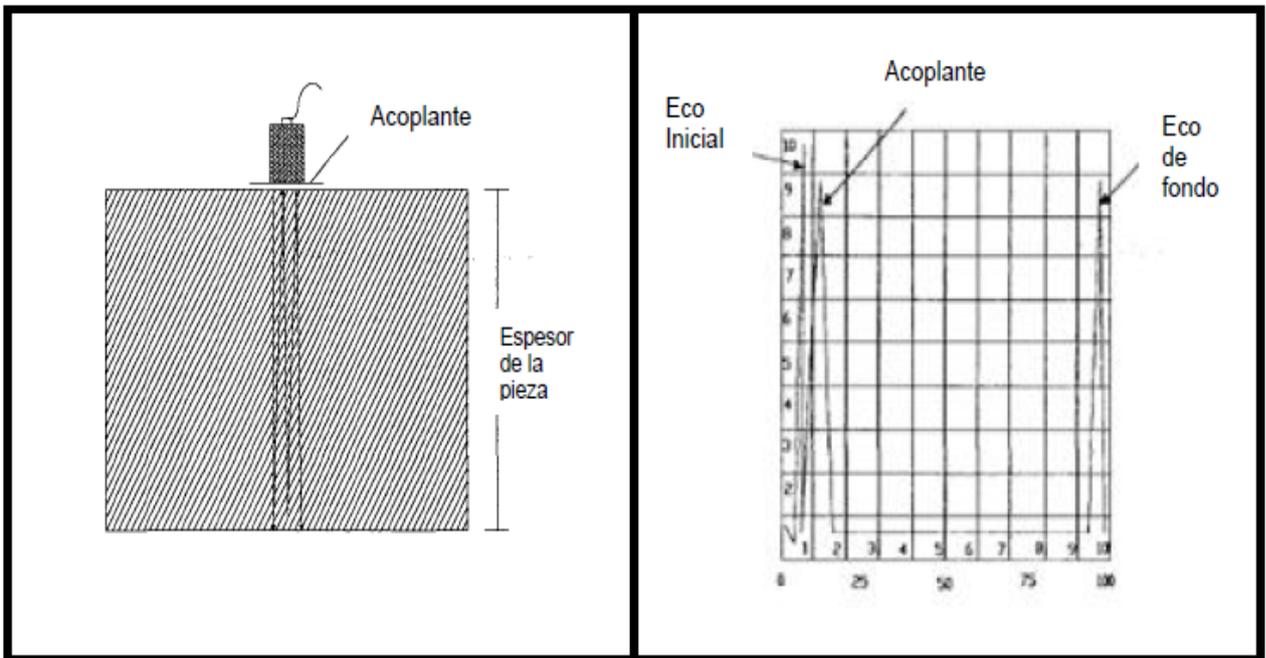
- Criterio de registro, serán registradas todas las discontinuidades cuyo eco de ultrasonido sobre pase la curva L.00 (20%).

**14. Medición de espesores**

- Mediante el ultrasonido y los procedimientos recomendados por ASME se puede determinar los espesores de las partes de equipos expuestos a corrosión, abrasión o desgaste.
- Los estanques y tuberías presurizadas o a presión atmosférica, están sujetos a corrosión, es decir, a la pérdida de material que va disminuyendo el espesor de la pared y que puede llegar a condiciones críticas.
- TÉCNICA PULSO – ECO

El transductor y la pieza a examinar están siempre en contacto directo, y el acoplamiento ultrasónico se produce por algún medio líquido. Mientras el espesor del medio líquido se mantenga por debajo de  $1/4$  de la longitud de la onda del haz ( $\lambda$ ) ultrasónico que se transmite, no permite ninguna perturbación sensible en la propagación del ultrasonido.

**FIGURA N° 4.29**  
**SEÑALES PULSO ECO**



Fuente ASME SECCION V

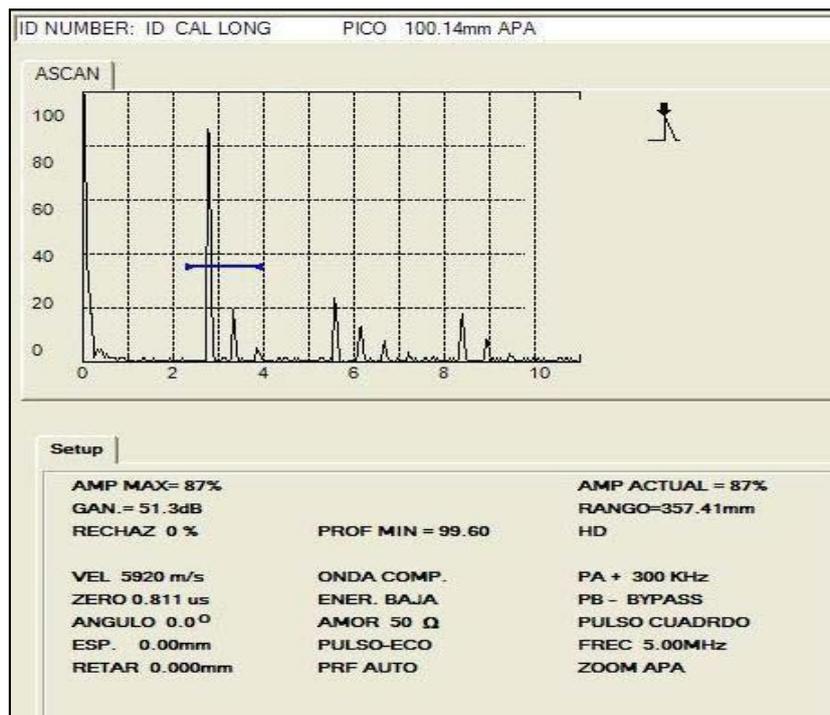
- Calibración

Para la calibración del equipo se utilizó un bloque patrón tipo IIW SAE 1018, el cual sirve de parámetro para las mediciones las que dependerán del espesor de elemento a inspeccionar, además del transductor de contacto A109S de 5 MHz y un diámetro de 1/2", el cable estándar BCM-74-6 de GE Panametrics y como acoplante se utiliza grasa. La calibración del bloque se realizara de acuerdo a lo establecido en la norma ASTM E 797 Art. V (X1. TYPICAL MULTI-STEP THICKNESS GAGE CALIBRATION BLOCKS)

Se calibra el equipo para acero común con los siguientes datos:

**FIGURA N° 4.30**

**PANTALLA DE CALIBRACIÓN LONGITUDINAL.**



Fuente ASME SECCION V

## 15. Criterios de Aceptación

Los criterios de aceptación serán de acuerdo a lo establecido en la norma ASME SECC VIII- DIV 1. "Mandatory Appendix 12"

### 15.1 Estándar de aceptación y rechazo

Este estándar de aceptación deber ser aplicado a menos que otros estándares son especificados para aplicaciones específicas sin esta división. Imperfecciones que producen una respuesta mayor que 20% del nivel de referencia, deberá ser investigado en su extensión para que el operador pueda determinar la forma, identificación y localización de todas las imperfecciones y evaluarlos a ellos en términos de los estándares de aceptación dados en a) y b) abajo.

- a) Indicaciones caracterizadas como grietas, falta de fusión, o incompleta penetración son inaceptables a pesar de la longitud.
- b) Otras imperfecciones son inaceptables si las indicaciones exceden el nivel de amplitud de la referencia y tienen longitudes que exceden :
  - $\frac{1}{4}$ " (6mm) para t encima  $\frac{3}{4}$ " (19mm).
  - $\frac{1}{3}t$  para t desde  $\frac{3}{4}$ " a  $2\frac{1}{4}$ " (19mm a 57 mm).
  - $\frac{3}{4}$ " (19mm) para t sobre  $2\frac{1}{4}$ " (57mm).

Donde t es el espesor de la soldadura excluyendo algún refuerzo admisible.

Para una unión soldada a tope donde dos miembros tienen diferentes

espesores de soldadura,  $t$  es el más delgado de ellos. Si la penetración total incluye una soldadura de filete, el espesor de la garganta del filete debe ser incluido en  $t$ .

### 16. Informe de Inspección

Luego de verificada la aprobación del ensayo y presentada la constancia de inspección, se emitirá el informe de inspección que deberá incluir todos los resultados de la examinación por ultrasonido, y el fabricante debe tener un registro de todas las áreas de reflexiones que hayan excedido a 50% del nivel de referencia. Este registro puede localizar cada área.

### 17. Registros

FIND-002 Constancia de inspección

FIND-007 Registro de ensayo de ultrasonido

### 18. Modificaciones del documento

**TABLA N° 4.45**

#### **MODIFICACIÓN DE DOCUMENTO DE ULTRASONIDO**

<b>Ver.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Breve descripción del cambio</b>	<b>Sección(es) afectada(s)</b>
02		Actualización de la Norma ASME	4. Documentos De Referencia

<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
02				
		Inspector	Contract Manager	Director Industria

Fuente Elaboración propia

## **Procedimiento de ensayo no destructivo de partículas magnéticas**

### **1. Objetivo**

El objetivo del presente procedimiento es establecer los requerimientos mínimos para la inspección de uniones soldadas por el método de partículas magnéticas mediante la técnica del yugo magnético. Este método permite la detección de discontinuidades superficiales en materiales ferromagnéticos.

### **2. Alcance**

Este procedimiento es aplicable para la inspección de uniones soldadas en tanques presurizados y no presurizados.

### **3. Documentos aplicables.**

#### **3.1. Metodo**

- ASME SEC V 2013 NON DESTRUCTIVE EXAMINATION Article 7  
Magnetic Particle Examination

#### **3.2. Criterios de aceptación**

- ASME SEC VIII DIV.1 2013      RULES FOR CONSTRUCTION  
OF PRESSURE VESSELS
- API 510:2013      PRESSURE VESSEL INSPECTION CODE
- API 620:2013      DESIGN AND CONSTRUCTION OF LARGE,  
WELDED, LOW – PRESSURE STORAGE TANKS.
- API 650:2013      WELDED STEEL TANKS FOR OIL STORAGE

- API 653:2013 TANK INSPECTION, REPAIR, ALTERATION, AND RECONSTRUCTION

#### **4. Personal**

El personal inspector que realice y/o evalúe exámenes por el método de partículas magnéticas bajo este procedimiento deberá estar calificado y certificado como nivel II en MT de acuerdo a SNT-TC-1A

#### **5. Técnica**

Se empleará la técnica del yugo magnético.

#### **6. Equipamiento, medio de examen, calibración**

##### **6.1. Equipamiento**

##### **6.1.1. Yugo magnético**

Los siguientes equipos podrán ser utilizados para la examen:

- MAGNAFLUX (AC/ pulsed DC)
- PARKER RESEARCH (AC/ pulsed DC)

##### **6.1.2. Lámpara de luz blanca**

Los siguientes equipos podrán ser utilizados para la examen:

- Spectroline Model SB100X

##### **6.2. Medio de examen**

**6.2.1. Tipos de partículas.** Las partículas deberán ser tratadas para impartir color (visibles, no fluorescentes) a fin de hacerlas contrastar con la superficie que está siendo examinada.

**6.2.2. Partículas.** Pueden ser utilizadas partículas secas y húmedas y vehículos de suspensión, cuando estas se encuentren de acuerdo a SE 709.

**6.2.3. Limitaciones de temperatura.** Las partículas deberán ser utilizadas dentro del rango de limitación de temperaturas establecidas por el fabricante de las mismas.

### **6.3. Pirómetro.**

Se deberá hacer uso de un pirómetro a fin de realizar la verificación de la temperatura de la superficie examinada de acuerdo a lo indicado en el numeral 6.2.3. del presente procedimiento.

### **6.4. Luxómetro.**

Se deberá hacer uso de un luxómetro a fin de realizar la verificación de las condiciones de iluminación de acuerdo a lo indicado en el numeral 7.1.4. del presente procedimiento.

### **6.5. Gaussímetro.**

Se deberá hacer uso de un gaussímetro a fin de realizar la verificación de la existencia de un campo magnético en la superficie examinada.

### **6.6. Calibración**

#### **6.6.1. Yugo magnético**

##### **6.6.1.1. Frecuencia.**

El yugo magnético deberá ser calibrado por lo menos una vez al año o cuando el mismo haya sido sujeto a una reparación mayor, un

mantenimiento periódico o daño. Si el equipo no ha sido utilizado por un año o más, deberá ser calibrado previo a su nuevo uso.

La verificación del poder de levante de un yugo electromagnético deberá ser realizada dentro del último año previo a su uso.

La verificación del poder de levante de un yugo permanente deberá ser realizada diariamente previa a su uso.

#### **6.6.1.2. Procedimiento.**

La verificación del poder de levante deberá ser realizada utilizando un bloque de diez o cuarenta libras de acuerdo a lo siguiente:

- El poder de levante de un yugo de corriente electromagnético deberá ser de al menos 10 libras (4.5 kg) en el máximo espaciamiento de polos en el que será utilizado.
- El poder de levante de un yugo de corriente directa o permanente deberá ser de al menos 40 libras (18 kg) en el máximo espaciamiento de polos en el que será utilizado.

#### **6.6.1.3. Tolerancia.**

No existe tolerancia respecto a esta verificación. Es una verificación del tipo pasa o no pasa.

#### **6.6.2. Luxómetros**

Los medidores de intensidad de luz deberán ser calibrados por lo menos una (01) vez al año o cuando haya sufrido una reparación. Si el medidor no ha sido utilizado por un año o más, la calibración deberá ser realizada previa a su nuevo uso.

### **7. Pre-Requisitos**

#### **7.1.1. Tamaño y forma de elementos a ser inspeccionados.**

Este procedimiento es aplicable para la inspección de uniones soldadas en tanques presurizados y no presurizados. No existe restricción a la forma y tamaño de los elementos a ser inspeccionados siempre y cuando se evidencie que el flujo magnético es adecuado.

#### **7.1.2. Acondicionamiento de superficie**

Resultados satisfactorios son usualmente obtenidos cuando el método es aplicado en superficies luego del proceso de soldadura, rolado, fundición o forja. Sin embargo, la preparación de superficie por granallado o maquinado podría ser necesaria cuando las irregularidades de la superficie puedan enmascarar indicaciones debido a discontinuidades.

#### **7.1.3. Recubrimientos existentes.**

Los recubrimientos en las áreas a ser examinadas podrían interferir con el método de partículas magnéticas, especialmente aquellos recubrimientos metálicos. Todo recubrimiento deberá ser removido del área de interés previo a la inspección.

#### **7.1.4. Iluminación y asistencia visual**

Es requerida iluminación natural o luz blanca artificial. La mínima intensidad de iluminación para la superficie examinada será de 100 fc (1000 lx) para asegurar una sensibilidad adecuada durante la examinación y evaluación de las indicaciones.

### **7.1.5. Contraste no magnético**

Contrastes no magnéticos pueden ser aplicados por el examinador a superficies desnudas, solo en cantidades suficientes para generar un contraste con las partículas magnéticas. Cuando se utilizan estos contrastes, debe ser demostrado que se pueden detectar indicaciones a través de este.

## **8. Método de examinación.**

### **8.1. Examinación preliminar**

Previo a la ejecución del método, debe ser realizada una examinación de la superficie a fin de localizar cualquier discontinuidad abierta a la superficie que pueda no atraer o mantener partículas magnéticas debido a su tamaño.

Se debe verificar que no exista magnetismo residual mayor a 5 gauss utilizando un gaussímetro. Un yugo de corriente alterna podrá ser utilizado para desmagnetización de acuerdo a lo indicado en el numeral 10 del presente procedimiento.

La remoción del campo magnético residual deberá ser verificada mediante la utilización de un indicador de campo.

### **8.2. Dirección de magnetización**

Por lo menos dos separadas deberán ser realizadas en cada área. Durante la segunda examinación, la línea del flujo magnético deberá ser aproximadamente perpendicular a aquellas usadas durante la primera examinación.

### **8.3. Examinación**

Las partículas ferromagnéticas utilizadas podrían ser secas o húmedas. La examinación deberá ser realizada de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Partículas secas. La corriente de magnetización deberá encontrarse encendida mientras las partículas magnéticas son aplicadas o cuando es removido el exceso de estas. La aplicación de las partículas podrá ser realizada a través de un bulbo.
- (b) Partículas húmedas. La corriente de magnetización deberá ser encendida luego de que las partículas hayan sido aplicadas. El flujo de las partículas deberá detenerse antes de la aplicación de la corriente. Las partículas magnéticas húmedas que sean aplicadas desde un lata de spray podrán ser aplicadas antes y/o después de que la corriente de magnetización sea encendida.

### **8.4. Remoción de exceso de partículas.**

Los excesos de partículas secas deberán ser removidos utilizando una corriente suave de aire de un bulbo u otra fuente de aire de baja presión. La corriente de magnetización deberá encontrarse encendida cuando es realizada la remoción.

### **8.5. Interpretación.**

La interpretación deberá identificar si una indicación es falsa, no relevante o relevante.

- Las discontinuidades superficiales son indicadas por acumulaciones de partículas magnéticas que deberán contrastar con la superficie de examinación.
- El color de las partículas magnéticas deberá ser suficientemente diferente del color de la superficie.

## **9. Criterio de aceptación**

### **ASME SEC VIII DIV 1 PRESSURE VESSELS**

Indicaciones relevantes:

- Solo indicaciones que poseen cualquier dimensión mayor a 1/16" (1.6 mm) deberán ser consideradas relevantes.
- Una indicación lineal es tal que posee una longitud de al menos tres veces su ancho.
- Una indicación redondeada es tal que posee una forma circular o elíptica con una longitud menor a tres veces su ancho.
- Cualquier indicación cuestionable o que pueda generar duda deberá ser reexaminada para determinar si es o no relevante.

Todas las superficies examinadas deberán estar libres de:

- Indicaciones lineales relevantes.
- Indicaciones redondeadas mayores a 3/16".
- Cuatro o más indicaciones redondeadas relevantes en línea y separadas por 1/16" o menos, de límite a límite.

- Una indicación de una imperfección podría ser mayor a la imperfección que la causa, sin embargo, el tamaño de la indicación es la base para la evaluación.

## **10. Desmagnetización**

La desmagnetización no es necesaria cuando se utiliza yugos de corriente alterna. Luego del uso de un yugo de corriente directa, si es requerido por el código de referencia o el cliente, un yugo de corriente alterna podrá ser utilizado para la desmagnetización local mediante el posicionamiento de los polos sobre la superficie, y moviendo el mismo en el área lentamente mientras se encuentra energizado.

Remoción del campo magnético residual deberá ser verificada mediante la utilización de un indicador de campo.

## **11. Limpieza posterior**

La limpieza posterior de un elemento inspeccionado por el método de partículas secas podría ser realizado por escobillado o utilizando aire.

La limpieza posterior de un elemento inspeccionado por el método de partículas magnéticas húmedas podría ser realizada por la aplicación de un paño y un agente limpiador aprobado por el propietario.

**12. Condiciones de seguridad** Durante la inspección, el IN deberá contar con los siguientes equipos de protección personal:

- Botines de seguridad
- Chaleco con líneas reflectivas
- Casco de seguridad

- Gafas de seguridad
- Protectores Auditivos

Así mismo, el IN deberá cumplir las reglas de seguridad establecidas en la instalación en la cual se realiza la inspección.

### 13. Registros

- F-IND-018 Registro de inspección por método de partículas magnéticas.

### 14. Anexos

- Requerimientos del procedimiento de inspección por método de partículas magnéticas.

### 15. Modificaciones del documento

**TABLA N° 4.46**

#### **MODIFICACIÓN DEL DOCUMENTO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS**

<b>Ver.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Breve descripción del cambio</b>	<b>Sección(es) afectada(s)</b>
02		Alineamiento del procedimiento a los requerimientos de la normativa de aplicación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo el documento</li> </ul>

<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
02		Contract Manager	Gerente de Operaciones	Director General

Fuente Elaboración propia

## Procedimiento de prueba de tintes penetrantes

### 1. Objetivo

El objetivo del presente procedimiento es establecer los requerimientos mínimos para la inspección de uniones soldadas por el método de líquidos penetrantes. Este método permite la detección de discontinuidades superficiales y abiertas a la superficie en materiales no porosos.

### 2. Alcance

Este procedimiento es aplicable para la inspección de uniones soldadas en tanques presurizados y no presurizados.

### 3. Documentos Aplicables.

#### 3.1. Metodo

- ASME SEC V 2013 NON DESTRUCTIVE EXAMINATION Article 6  
Liquid Penetrant Examination
- ASTM Especificación E 165

#### 3.2. Criterios de Aceptación

- ASME SEC VIII DIV.1 2013 RULES FOR CONSTRUCTION OF PRESSURE VESSELS
- API 510:2014 PRESSURE VESSEL INSPECTION CODE –  
Item 5.7
- API 620:2013 DESIGN AND CONSTRUCTION OF LARGE, WELDED, LOW – PRESSURE STORAGE TANKS Section 7- Item 7.15.4.

- API 650:2013 WELDED STEEL TANKS FOR OIL STORAGE  
– Section 8 – Item 8.4.
- API 653:2013 TANK INSPECTION, REPAIR, ALTERATION,  
AND RECONSTRUCTION- Section 12

#### **4. Personal**

El personal inspector que esté a cargo del ensayo por el método de líquidos penetrantes deberá estar calificado y certificado de acuerdo a SNT-TC-1A

El personal inspector que realice, evalúe y/o reporte los resultados por el método de líquido penetrante bajo este procedimiento deberá estar calificado y certificado como nivel II en PT o si fuera el caso de un Nivel I, este estará bajo la supervisión directa de un nivel II.

#### **5. Técnica**

La técnica empleada será de acuerdo a SE 165 Tipo II Examinación por Penetrante Visible, Método C Removible con solvente.

#### **6. Equipamiento.**

##### **6.1. Penetrantes, Solventes, Reveladores**

De acuerdo a la técnica empleada y referida en el numeral 5, los materiales más comunes son los siguientes:

Marca Magnaflux Tipo II Examinación por Penetrante Visible, Método C Removible por solvente:

- Spotcheck Penetrante SKL-SP2
- Spotcheck Removedor SKC-S

- Spotcheck Revelador SKD-S2

Marca Met- L- Check Tipo II Examinación por Penetrante Visible,

Método C Removible por solvente:

- Met-L-Check (Penetrant profesor approved) – Penetrant VP-31A, Method B & C, AMS-2644, ASTM E-165 & E-1417.
- Met-L-Check (Penetrant profesor approved) – Cleaner E-59A Method C, Clase 2, AMS-2647, ASTM E-165 & E-1417
- Met-L-Check (Penetrant profesor approved) – Developer D-70, Method A, B, C & D, Forms d & e, AMS-2644, AMS-2647 ASTM E-165 & E-1417.

## **6.2. Pirómetro.**

Se deberá hacer uso de un pirómetro a fin de realizar la verificación de la temperatura a distancia a un fragmento de superficie examinada de acuerdo a lo indicado en el numeral 7.5 del presente procedimiento.

## **6.3. Luxómetro.**

Se deberá hacer uso de un luxómetro a fin de realizar la verificación de las condiciones de iluminación de acuerdo a lo indicado en el numeral 7.4. del presente procedimiento.

## **6.4. Calibración**

### **6.4.1. Luxómetro**

Los medidores de intensidad de luz deberán ser calibrados por lo menos una (01) vez al año o cuando haya sufrido una reparación. Si el medidor

no ha sido utilizado por un año o más, la calibración deberá ser realizada previa a su nuevo uso.

#### **6.4.2. Pirómetro**

El control de la temperatura que nos muestra este equipo nos hace requerir que sea calibrado por lo menos (01) una vez al año o si este haya sufrido daños.

### **7. Pre-Requisitos**

#### **7.1. Tamaño y forma de elementos a ser inspeccionados.**

Este procedimiento es aplicable para la inspección de uniones soldadas en tanques presurizados y no presurizados. No existe restricción a la forma y tamaño de los elementos a ser inspeccionados.

#### **7.2. Acondicionamiento de superficie**

- (a) Resultados satisfactorios son usualmente obtenidos cuando el método es aplicado en superficies luego del proceso de soldadura. Sin embargo, la preparación de superficie para la eliminación de óxidos con escobillado manual y/o removedores es necesaria ya que estos podrían enmascarar indicaciones que podrían ser consecuencia de discontinuidades.
- (b) Previo a la examinación por líquidos penetrantes, la superficie a ser examinada y las áreas adyacentes dentro de al menos 1" (25 mm) deberá encontrarse seca y libre de sólidos, aceite, grasa, óxido, flujo o salpicadura de soldadura, pintura, combustible y otras materias que puedan prevenir que el penetrante ingrese en las discontinuidades,

suprima la acción del tinte, o produzca un fondo inaceptable y/o interferir con la examinación.

- (c) La limpieza con solventes, que incluye el desengrase con vapores solventes, limpieza ultrasónica, o soluciones de limpieza base acuosa deben ser usados para la remoción de aceites, grasas, ceras, siempre y cuando estos sean compatibles con el líquido penetrante a ser empleado.

### **7.3. Secado luego de preparación**

Luego de la limpieza, el secado de las superficies a ser examinadas deberá ser realizada por evaporación normal o con corriente forzada de aire frío o caliente. Un mínimo periodo de tiempo (5 a 10 min) será establecido a fin de asegurar que la solución de limpieza se haya evaporado.

### **7.4. Iluminación**

Es requerida iluminación natural o luz blanca artificial. La mínima intensidad de iluminación para la superficie examinada será de 100 fc (1000 lx) para asegurar una sensibilidad adecuada durante la examinación y evaluación de las indicaciones.

### **7.5. Limitaciones de temperatura.**

La temperatura de los materiales penetrantes y la superficie de la parte a ser examinada no deberán estar por debajo de 40°F (5°C) o por encima de 125°F (52°C), durante el periodo de inspección. Se permite el calentamiento o enfriamiento localizado, siempre que la temperatura se mantenga en el rango indicado durante el proceso.

## **8. Examinación**

### **8.1. Aplicación de penetrante**

La aplicación del penetrante podrá ser aplicada sobre la superficie examinada por rociado, de tal forma que toda la pieza o parte a ser examinada sea cubierta completamente por el penetrante. Normalmente la presentación de los penetrantes empleados es en Spray, la cual debe ser agitada previamente a fin de permitir que no exista sedimentación de la misma.

### **8.2. Tiempo de penetración**

El tiempo de penetración es crítico. El tiempo de penetración debería ser el recomendado por el fabricante del líquido penetrante, sin embargo no deberá ser menor a cinco (5) minutos.

### **8.3. Remoción de exceso de penetrante**

Luego de cumplido el tiempo de penetración, el exceso de penetrante en la superficie deberá ser removido teniendo cuidado de evitar la extracción de éste de las discontinuidades.

Los penetrantes removibles con solventes deberán ser removidos mediante trapeado con paños o telas limpias y secas de la superficie. Esta operación será realizada hasta que cualquier traza del penetrante haya sido removida de la superficie. Si hubiese alguna traza restante, deberá ser removida suavemente mediante la aplicación de un paño o tela ligeramente humedecida en solvente. Se debe tener cuidado en no exceder el uso de solvente y que el componente paño o tela esté libre de pelusa.

#### **8.4. Secado luego de remoción de penetrante.**

Para la técnica de remoción por solvente, las superficies deberán ser secadas por evaporación, aplicación de un paño o aire forzado.

#### **8.5. Aplicación de revelador**

El revelador deberá ser aplicado inmediatamente después de la remoción de penetrante. El intervalo de tiempo no deberá exceder lo establecido en el procedimiento. El revelador debe formar una película blanca fina y uniforme para proveer el contraste del color conveniente para las indicaciones del penetrante, la uniformidad y el espesor de la película es importante puesto que un exceso podría enmascarar indicaciones.

#### **8.6. Tiempo de revelado**

El tiempo de revelado para la interpretación final inicia inmediatamente luego de que la capa del revelador húmedo esté seca. No deberá ser menor a diez (10) minutos.

#### **8.7. Interpretación.**

**8.7.1.** La interpretación final deberá ser realizada en un tiempo no menor a 10 minutos y no mayor a 60 minutos luego de que el tiempo de revelado se ha cumplido.

**8.7.2.** Si el penetrante se difunde excesivamente en el revelador, será difícil de caracterizar el tipo de discontinuidad. Si esta condición ocurre, una observación detenida de la formación de las indicaciones durante la aplicación del revelador deberá ser realizada a fin de determinar y caracterizar la extensión de las indicaciones.

**8.7.3.** El revelador forma una capa uniforme blanca sobre la superficie. Las discontinuidades son indicadas por el sangrado del penetrante, el cual normalmente es un rojo profundo que mancha el revelador. Las indicaciones con un ligero color rosa podría indicar una limpieza excesiva. Así mismo, una limpieza inadecuada puede generar un fondo excesivo que puede dificultar la interpretación.

## **9. Criterio de aceptación**

Los criterios de Aceptación estarán dados por MANDATORY APPENDIX 8 METHODS FOR LIQUID PENETRANT EXAMINATION de ASME SEC VIII DIV.1 2013.

## **10. Limpieza posterior**

La limpieza posterior es necesaria en aquellos casos donde el penetrante o revelador pueda interferir con los procesos subsecuentes o requerimientos de servicio, asimismo, estos residuos podrían combinarse con otros factores y pueden producir corrosión.

Se recomienda una técnica de limpieza simple con agua y solución jabonosa y secado con trapos.

## **11. Documentación**

### **11.1. Registro de indicaciones**

- Indicaciones Aceptadas
- Indicaciones Rechazadas

### **11.2. Registro de inspección**

Por cada inspección, la siguiente información será registrada en el

**“Registro de inspección por método de líquidos penetrantes”:**

- a) Identificación y Revisión del Procedimiento.
- b) Tipo de líquido penetrante ( visible )
- c) Tipo (número o letra de designación del penetrante, removedor y revelador utilizado).
- d) Identificación del inspector y nivel de Calificación
- e) Mapa del registro de indicaciones
- f) Material y espesores
- g) Equipo de iluminación
- h) Fecha de la examinación.

## **12. Condiciones de seguridad**

Durante la inspección, el INSPECTOR deberá contar con los siguientes equipos de protección personal:

- Guantes de polietileno
- Respiradores con cartuchos para vapores orgánicos
- Botines de seguridad
- Chaleco con líneas reflectivas
- Casco de seguridad
- Gafas de seguridad
- Protectores Auditivos

Así mismo, el INSPECTOR deberá cumplir las reglas de seguridad establecidas en la instalación en la cual se realiza la inspección.

## 9. Registros

- F-IND-093 Registro de inspección por método de líquidos penetrantes.

## 10. Anexos

- MSDS del Kit de Líquidos Penetrantes.

## 11. Modificaciones del documento

**TABLA N° 4.47**

### **MODIFICACIÓN DE DOCUMENTO DE TINTES PENETRANTES**

<b>Ver.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Breve descripción del cambio</b>	<b>Sección(es) afectada(s)</b>
02		Alineamiento del procedimiento a los requerimientos de la normativa de aplicación.	Todo el documento

<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
03				
		Contract Manager	Gerente de Operaciones	Director General

**Fuente Elaboración propia**

### **4.3 Población y Muestra.**

Las estadísticas de por sí no tienen sentido si no se consideran o se relacionan dentro del contexto con que se trabajan. Por lo tanto es necesario entender los conceptos de población y de muestra para lograr comprender mejor su significado en la investigación educativa o social que se lleva a cabo.

- **Población**

Es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. Cuando se vaya a llevar a cabo alguna investigación debe de tenerse en cuenta algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio.

**Entre éstas tenemos:**

- **Homogeneidad**

Todos los miembros de la población tengan las mismas características según las variables que se vayan a considerar en el estudio o investigación.

- **Tiempo**

Se refiere al período de tiempo donde se ubicaría la población de interés. Determinar si el estudio es del momento presente o si se va a estudiar a una población de cinco años atrás o si se van a entrevistar personas de diferentes generaciones.

➤ **Espacio**

Se refiere al lugar donde se ubica la población de interés. Un estudio no puede ser muy abarcador y por falta de tiempo y recursos hay que limitarlo a un área o comunidad en específico.

➤ **Cantidad**

Se refiere al tamaño de la población. El tamaño de la población es sumamente importante porque ello determina o afecta al tamaño de la muestra que se vaya a seleccionar, además que la falta de recursos y tiempo también nos limita la extensión de la población que se vaya a investigar.

La población fue conformada por todos los tanques a los que se le realiza el mantenimiento, los cuales en su mayoría son de la empresa Solgas SA como también de otras empresas haciendo un total una flota de 50 tanques, cuyos trabajos se realizan en la planta ZINSAC DEL PERU.

• **Muestra**

La muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población. Hay diferentes tipos de muestreo. El tipo de muestra que se seleccione dependerá de la calidad y cuán representativo se quiera sea el estudio de la población.

➤ **Aleatoria**

Cuando se selecciona al azar y cada miembro tiene igual oportunidad de ser incluido.

➤ **Estratificada**

Cuando se subdivide en estratos o subgrupos según las variables o características que se pretenden investigar. Cada estrato debe corresponder proporcionalmente a la población.

➤ **Sistemática**

Cuando se establece un patrón o criterio al seleccionar la muestra.

Ejemplo: se entrevistará una familia por cada diez que se detecten.

El muestreo es indispensable para el investigador ya que es imposible entrevistar a todos los miembros de una población debido a problemas de tiempo, recursos y esfuerzo. Al seleccionar una muestra lo que se hace es estudiar una parte o un subconjunto de la población, pero que la misma sea lo suficientemente representativa de ésta para que luego pueda generalizarse con seguridad de ellas a la población.

El tamaño de la muestra depende de la precisión con que el investigador desea llevar a cabo su estudio, pero por regla general se debe usar una muestra tan grande como sea posible de acuerdo a los recursos que haya disponibles. Entre más grande la muestra mayor posibilidad de ser más representativa de la población.

La muestra para la investigación la cual estuvo conformada por la misma flota de tanques donde se implementé el plan de mantenimiento preventivo.

#### **4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

##### **4.4.1 Las técnicas de recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizaran las técnicas:

##### **El análisis de documentos:**

El uso de esta técnica es la recolección de material documentario como protocolos de ensayos, tesis, etc. anteriores que nos permita el desarrollo y alcanzar los objetivos propuestos que se desarrolla en el diseño un plan de mantenimiento para una flota de tanques

##### **Inspección visual**

El uso de esta técnica permitirá levantar la información para la elaboración de fichas de inspección.

##### **Estadísticas**

A través de la estadística podemos obtener el tiempo y la cantidad de trabajos realizados en el mantenimiento de los recipientes.

#### **4.5 Procedimientos de recolección de datos.**

La información que se vinieron trabajando con los recipientes fueron mediante datos y registros de los trabajos que se realizaron en la planta al realizar su mantenimiento, a su vez viendo el área u espacio y distribución de trabajo de cada área de la planta, para poder ver si es que puede con el abastecimiento de la cantidad de recipientes para los trabajos encomendados de mantenimiento preventivo y así cumplir con las normas

y parámetros que nos pide la entidad certificadora para la obtención del certificado de conformidad.

Teniendo un registro, espacio y los equipos necesarios para realizar los trabajos, se necesita de encargados que estén capacitados y de esa manera cumplir con las normas de mantenimiento y obtener el certificado de conformidad al realizar los trabajos en los tanques. Todo esto nos permite tener un control del seguimientos a los trabajos de mantenimiento, tiempos y al responsable del trabajo.

Las estadísticas que tendremos fueron las cantidades de trabajos realizados en un tiempo determinado con respecto a los trabajos anteriores, la calidad y el procedimiento de los trabajos cumpliendo con los parámetros que requiera la entidad certificadora. Luego se hizo un estudio y revisión si están correctos las actividades de cada responsable. Para la información de mantenimiento nos ayudamos con el área de Ingeniería y producción quienes trabajan en el mantenimiento de los recipientes, los cuales llevan los datos historial, registros y cantidad de recipientes, además que nos permite monitorear los recursos proyectados del área y realizar los ajustes correspondientes.

- **Esquema de área de trabajo de la empresa Zinsac Del Perú**

En la figura se muestra la distribución de las distintas zonas que intervienen en el proceso de producción de la empresa ZINSAC, y que van a estar consideradas en el plan de mantenimiento preventivo.

**FIGURA N° 4.31  
PLANO DE LAS ÁREAS DE TRABAJO.**



Fuente Elaboración propia

#### **4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos.**

Para realizar el diseño de un plan de mantenimiento se tomó información de anteriores mantenimientos ,documentos, registros e historial de los recipientes, seguidamente de las normas para el mantenimiento del tanque ,libros y manuales ,a su vez la utilización de una herramienta para poder realizar el mantenimiento del tanque ,como la utilización del Excel, AutoCAD, Word para el seguimiento de los tanques y obtener datos estadísticos de la cantidad y trabajos en los recipientes, de tal forma se utilizara las normas correspondientes para su mantenimiento y nos permitirá demostrar la hipótesis planteada.

## **V. RESULTADOS.**

### **5.1 Resultados en el análisis de la empresa sin el plan de mantenimiento**

- ✓ La empresa no cuenta con ningún programa de mantenimiento preventivo.
- ✓ La empresa tampoco cuenta orden para permitir reducir los tiempos de mantenimiento.
- ✓ La empresa no cuenta con personal capacitado para realizar de manera correcta los trabajos de mantenimiento.
- ✓ La empresa no aplica ninguna norma de mantenimiento como la norma API510.
- ✓ La empresa no realiza los trabajos bajo los parámetros de las entidades certificadoras.
- ✓ La empresa tiene taller de mantenimiento; pero no organiza el espacio para sus trabajos.
- ✓ Los procesos de entrega no se cumplen con lo estipulado.
- ✓ No existe cuadrillas encargados del mantenimiento.
- ✓ El personal requiere capacitación acerca de la función de mantenimiento.
- ✓ La mayoría de trabajadores no realizan actividad de mantenimiento adecuada, quizá por desconocimiento.
- ✓ No existe planeación, escasos programas de mantenimiento, y limitada administración y control de mantenimiento.

- ✓ No existe control de tiempos de mantenimiento.
- ✓ No existe información técnica para la utilización de los accesorios como válvulas.
- ✓ Desconocimiento de las normas de mantenimiento por parte de los trabajadores u operarios.
- ✓ Desconocimiento de la utilización de los accesorios y desconocimiento del riesgo de trabajo al realizar el mantenimiento a los recipientes.
- ✓ Poco registro de las actividades de mantenimiento.
- ✓ No existe planificación para realizar mantenimiento.

## **5.2 Resultados en el análisis de la empresa con el plan de mantenimiento.**

- ✓ La empresa cuenta con un programa de mantenimiento preventivo.
- ✓ La empresa cuenta con un orden para permitir reducir los tiempos de mantenimiento.
- ✓ La empresa cuenta con personal capacitado para realizar de manera correcta los trabajos de mantenimiento.
- ✓ La empresa aplica normas de mantenimiento como la norma API510.
- ✓ La empresa realiza los trabajos bajo los parámetros de las entidades certificadoras.
- ✓ La empresa cuenta con taller de mantenimiento y organiza el espacio para sus trabajos.
- ✓ Los procesos de entrega se cumplen con lo estipulado en los órdenes de trabajo.

- ✓ Existe cuadrillas encargados del mantenimiento.
- ✓ El personal recibe capacitación acerca de la función de mantenimiento.
- ✓ Los trabajadores realizan actividad de mantenimiento en forma adecuada, ya que cuentan con el conocimiento brindado en las capacitaciones por la empresa.
- ✓ Existe planeación, programas de mantenimiento, administración y control de mantenimiento.
- ✓ Existe control de tiempos de mantenimiento.
- ✓ Existe información técnica para la utilización de los accesorios como válvulas.
- ✓ Existe conocimiento de las normas de mantenimiento por parte de los trabajadores u operarios.
- ✓ Existe conocimiento de la utilización de los accesorios y conocimiento de los riesgos de trabajo al realizar el mantenimiento a los recipientes.
- ✓ Registro de las actividades de mantenimiento.
- ✓ Cuenta con planificación para realizar mantenimiento.
- ✓ Mejoramiento en la producción y cumplimiento con los trabajos acordados
- ✓ Cumplimiento con los parámetros que exige la entidad certificadora para la conformidad del trabajo u operación del recipiente.
- ✓ Con la elaboración de este plan de mantenimiento preventivo se logró proyectar indicadores de mantenimiento preventivo los cuales están anexados en el anexo 11

- **Panorama fotográfico de los trabajos aplicando el plan de mantenimiento preventivo**

Se realizó la inspección de un tanque cuyos trabajos correspondientes se realizaron con los parámetros de la entidad certificadora para la obtención del certificado de conformidad.

El objetivo del mantenimiento preventivo de las unidades es en primera instancia verificar el estado real de cada componente de las unidades de transporte, consecuentemente levantar las observaciones que correspondan al mantenimiento preventivo, para finalmente informar y dar a conocer anomalías o imperfecciones encontradas, para el caso que estas requieran modificaciones, reparaciones y/o sustituciones.

**FIGURA N° 5.1**  
**UNIDAD DE TRANSPORTE DE GLP INSPECCIONADA**



Fuente Zinsac del Perú

A continuación se realizara los trabajos en el recipiente a presión aplicando el plan de mantenimiento preventivo llegando a la conclusión que cumple con los parámetros establecidos, ya que se realiza de una forma adecuada segura y en menor tiempo.

**a. Mantenimiento en el Sistema de carga y descarga**

**TABLA N° 5.1  
SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA INTERMEDIA DEL TANQUE**

<b>Válvulas Check, Válvulas De Exceso De Flujo o Válvulas Internas.</b>	
<b>ANTES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvulas de Sistema Primario Intermedio le falta limpieza y mantenimiento.</li> <li>• Corrosión y oxidación en las líneas de las tuberías de GLP.</li> <li>• Válvulas en estado de oxidación, falta de limpieza externa e interna.</li> </ul>
	
<b>DESPUES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvulas de Sistema Primario Intermedio realizado los trabajos de limpieza y mantenimiento.</li> <li>• Limpieza en las líneas de las tuberías de GLP.</li> <li>• limpieza externa e interna de las válvulas.</li> </ul>
	

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 5.2**  
**SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA POSTERIOR DEL TANQUE**

**Válvulas Check, Válvulas De Exceso De Flujo o Válvulas Internas.**

**ANTES**



- Válvulas de Sistema Primario posterior le falta limpieza y mantenimiento
- Corrosión y oxidación en las líneas de las tuberías de GLP.
- Válvulas en estado de oxidación, falta de limpieza externa e interna.

**DESPUES**



- Válvulas de Sistema Primario Intermedio realizado los trabajos de limpieza y mantenimiento.
- Limpieza en las líneas de las tuberías de GLP.
- limpieza externa e interna de las válvulas.

Fuente Elaboración propia

**b. Sistema de accionamiento de válvulas internas**

**TABLA N° 5.3**

**SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE VÁLVULAS INTERNAS**

<b>Sistema de accionamiento de válvulas internas</b>	
<b>ANTES</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta limpieza y mantenimiento en los accionadores.</li> <li>• Oxidación en los bordes del accionador.</li> <li>• Falta de engrase en el accionador para su pulsación y no atascamiento.</li> <li>• Si es necesario cambio de nuevo pulsador de accionador mas accesorios.(se subsano fuga)</li> </ul>
<b>DESPUES</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y mantenimiento en los accionadores.</li> <li>• Limpieza en bordes del accionador.</li> <li>• Engrase en el accionador para su pulsación y no atascamiento.</li> </ul>

Fuente Elaboración propia

c. Trabajos en los patrones de volumen y manhold con sus respectivos andamios

**TABLA N° 5.4  
TRABAJOS EN LOS PATRONES DE VOLUMEN Y MANHOLD**

Trabajos en los patrones de volumen y manhold	
Trabajo en el patrón de volumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento se realiza con sus respectivos andamios y arnes</li> </ul>
	
Trabajo en la entrada de hombre o manhold	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajos de mantenimiento en la tapa manhold con arnes y andamios</li> </ul>
	

Fuente Elaboración propia

**d. Inspección de las válvulas de volumen, seguridad y superficie exterior del tanque**

**TABLA N° 5.5  
INSPECCIÓN DE LAS VÁLVULAS DE VOLUMEN, SEGURIDAD  
Y SUPERFICIE EXTERIOR DEL TANQUE**

<b>Inspección de las válvulas de volumen, seguridad y superficie exterior del tanque</b>	
<p>Medidor de volumen</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección del medidor de volumen y su respectivo mantenimiento y limpieza</li> </ul>
<p>Válvula de seguridad</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección en la válvula de seguridad y su respectivo mantenimiento y limpieza</li> </ul>
<p>Superficie exterior del recipiente</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de corrosión en la superficie exterior del tanque</li> </ul>

Fuente Elaboración propia

**TABLA N° 5.6**  
**CONFORMIDAD DE INSPECCIÓN**

CONFORMIDAD DE INSPECCION				
<b>1. DATOS DEL PRODUCTO INSPECCIONADO</b>				
CLIENTE : PROYECTO : Plan de mantenimiento preventivo. SERVICIO : Inspección del tanque LUGAR Y FECHA DE INSP. : Planta zinsac del peru sac Mz. C Lt. 1-Urb santa teresa puente piedra . El día 19 de Agosto del 2017.				
<b>2. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO</b>				
IDENTIFICACION DEL TANQUE : TANQUE (N°)				
MATERIAL : Cuerpo ASTM SA 612 y Cabezal ASTM SA 36		INSPECCIÓN : 100%		
ESPESOR : Cuerpo 12.50 mm. y Tapa 9.53 mm.				
<b>3. DATOS DEL ENSAYO</b>				
FUENTE : Iridio 192		REQUISITO : API510 – 2010		
METODO : API510 – 2010				
<b>4. RESULTADOS</b>				
	verificación	NOMENCLATURA	CALIFICACION	OBSERVACIONES
01	<b>Prueba hidrostática</b>	O	ACEPTADA	
02	<b>Prueba neumática</b>	O	ACEPTADA	
03	<b>Prueba de ultrasonido</b>	O	ACEPTADA	
04	<b>Prueba de tintes penetrantes</b>	O	ACEPTADA	
05	<b>Válvula interna(vapor)</b>	O	ACEPTADA	
06	<b>Válvula interna(liquido)</b>	O	ACEPTADA	
07	<b>Válvula de seguridad</b>	O	ACEPTADA	
08	<b>Válvula de nivel</b>	O	ACEPTADA	
09	<b>Válvula de volumen</b>	O	ACEPTADA	
10	<b>Válvula de drenaje</b>	O	ACEPTADA	
11	<b>Protector EPPS</b>	O	ACEPTADA	
12	<b>Personal</b>	O	ACEPTADA	
13	<b>equipos</b>	O	ACEPTADA	
14	<b>andamios</b>	O	ACEPTADA	
15	<b>escaleras</b>	O	ACEPTADA	
16	<b>desgasificación</b>	O	ACEPTADA	
17	<b>despresurización</b>	O	ACEPTADA	
18	<b>Prueba de ultrasonido</b>	O	ACEPTADA	
<b>5. NOMENCLATURA DE OBSERVACIONES</b>				
Aa : válvula en mal estado      D : poco espesor de pared      I : no Despresurizado del recipiente Ab : válvula con fuga      Ea : corrosión en el material      T : equipos en mal estado Ac : medidor de volumen en mal estado      Eb : espacios no hábiles para el trabajo      Z : personal no capacitado Ba : prueba hidrostática fallida      F : no hay seguridad en los trabajos      EP : no protección EPPS Bb : prueba neumática fallida      K : andamios y escaleras en mal estado      O : operativo C : prueba de tintes fallida por mala soldadura      Bt : no desgasificación del tanque				
CONCLUSION: El recipiente se encuentra en óptimas condiciones para poder realizar su trabajo y obtener su certificado de conformidad.				
Operador:		Aprobado por:		
Fecha de emisión : 2017.09.10				

Fuente Elaboración propia

### e. Conclusión de trabajo realizado

Luego de realizar los trabajos en el tanque y cumplir con los parámetros de la empresa certificadora y obtener el certificado de conformidad podemos comprobar que el plan de mantenimiento preventivo es necesario para realizar cualquier tipo de trabajo y competir con cualquier otra empresa.

### 5.3 Cuadro comparativo de los resultados obtenidos con el plan de mantenimiento preventivo

TABLA N° 5.7

#### CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>Resultados en el análisis de la empresa sin el plan de mantenimiento</b>	<b>Resultados en el análisis de la empresa con el plan de mantenimiento.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ La empresa no cuenta con ningún programa de mantenimiento preventivo.</li><li>✓ La empresa tampoco cuenta orden para permitir reducir los tiempos de mantenimiento.</li><li>✓ La empresa no cuenta con personal capacitado para realizar de manera correcta los trabajos de mantenimiento.</li><li>✓ La empresa no aplica ninguna norma de mantenimiento como la norma API510.</li><li>✓ La empresa no realiza los trabajos bajo los parámetros de las entidades certificadoras.</li><li>✓ La empresa tiene taller de mantenimiento; pero no organiza el espacio para sus trabajos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ La empresa cuenta con un programa de mantenimiento preventivo.</li><li>✓ La empresa cuenta con un orden para permitir reducir los tiempos de mantenimiento.</li><li>✓ La empresa cuenta con personal capacitado para realizar de manera correcta los trabajos de mantenimiento.</li><li>✓ La empresa aplica normas de mantenimiento como la norma API510.</li><li>✓ La empresa realiza los trabajos bajo los parámetros de las entidades certificadoras.</li><li>✓ La empresa cuenta con taller de mantenimiento y organiza el espacio para sus trabajos.</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Los procesos de entrega no se cumplen con lo estipulado.</li> <li>✓ No existe cuadrillas encargados del mantenimiento.</li> <li>✓ El personal requiere capacitación acerca de la función de mantenimiento.</li> <li>✓ La mayoría de trabajadores no realizan actividad de mantenimiento adecuada, quizá por desconocimiento.</li> <li>✓ No existe planeación, escasos programas de mantenimiento, y limitada administración y control de mantenimiento.</li> <li>✓ No existe control de tiempos de mantenimiento.</li> <li>✓ No existe información técnica para la utilización de los accesorios como válvulas.</li> <li>✓ Desconocimiento de las normas de mantenimiento por parte de los trabajadores u operarios.</li> <li>✓ Desconocimiento de la utilización de los accesorios y desconocimiento del riesgo de trabajo al realizar el mantenimiento a los recipientes.</li> <li>✓ Poco registro de las actividades de mantenimiento.</li> <li>✓ No existe planificación para realizar mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Los procesos de entrega se cumplen con lo estipulado en los órdenes de trabajo.</li> <li>✓ Existe cuadrillas encargados del mantenimiento.</li> <li>✓ El personal recibe capacitación acerca de la función de mantenimiento.</li> <li>✓ Los trabajadores realizan actividad de mantenimiento en forma adecuada, ya que cuentan con el conocimiento brindado en las capacitaciones por la empresa.</li> <li>✓ Existe planeación, programas de mantenimiento, administración y control de mantenimiento.</li> <li>✓ Existe control de tiempos de mantenimiento.</li> <li>✓ Existe información técnica para la utilización de los accesorios como válvulas.</li> <li>✓ Existe conocimiento de las normas de mantenimiento por parte de los trabajadores u operarios.</li> <li>✓ Existe conocimiento de la utilización de los accesorios y conocimiento de los riesgos de trabajo al realizar el mantenimiento a los recipientes.</li> <li>✓ Registro de las actividades de mantenimiento.</li> <li>✓ Cuenta con planificación para realizar mantenimiento.</li> <li>✓ Mejoramiento en la producción y cumplimiento con los trabajos acordados</li> <li>✓ Cumplimiento con los parámetros que exige la entidad certificadora para la conformidad del trabajo u operación del recipiente.</li> </ul>
---	--

Fuente Elaboración propia

## **VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

### **6.1 Contratación de hipótesis con los resultados´**

- ✓ La elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo, se logra proyectar indicadores de fallas hasta alcanzar un 84% de disponibilidad por fallas consecutivas (ver anexo 11), que se dan en los recipientes y de esta manera se logra elaborar su registro e historial correspondiente.
- ✓ La inspección técnica, las pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes nos permite obtener su diagnóstico de operatividad.
- ✓ Planificando y organizando los trabajos en los recipientes obtenemos los recursos necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo.
- ✓ Controlando y dimensionando del plan de mantenimiento preventivo obtenemos el certificado de conformidad de acuerdo a las normas existentes.

Con la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo se logró proyectar indicadores de fallas y averías en los recipientes , así como la inspección técnica para obtener un diagnóstico de operatividad, la planificación y organización de los trabajos para obtener recursos y ejecutar los trabajos, así como también controlando y dimensionando los trabajos de mantenimiento y lograr obtener el certificado de conformidad, ya que con el mantenimiento anterior que se realizaba a los recipientes no cumplía con las exigencias de la entidad certificadora a su vez se ahorró costos, tiempo y aumento la productividad en los trabajos, ya que la eficiente de los trabajos aumento con el plan de mantenimiento.

A continuación, veremos el cuadro comparativo entre la contratación de la hipótesis con los resultados con el mantenimiento anterior que se venía realizando.

**TABLA N° 6**

**CUADRO COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE LA HIPÓTESIS AL REALIZAR LOS TRABAJOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON LOS TRABAJOS EMPÍRICOS DEL MANTENIMIENTO ANTERIOR**

<b>Resultados de los trabajos sin el plan de mantenimiento preventivo o trabajos empíricos</b>	<b>Resultado de la hipótesis al realizar los trabajos con el plan de mantenimiento preventivo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sin la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, no se lograba proyectar indicadores de fallas que se daba en los recipientes y por tal motivo era complicado elaborar su registro e historial correspondiente.</li> <li>✓ No se llegaba a realizar una buena inspección técnica por desconocimiento del personal, ya que no era capacitado y por tal motivo no podía realizar las pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes y no se lograba obtener su diagnóstico de operatividad.</li> <li>✓ No existía planificación ni organización de los trabajos en los recipientes y no podíamos obtener los recursos necesarios para ejecutar el mantenimiento.</li> <li>✓ No existía control ni dimensión en el mantenimiento por tal motivo no podíamos obtener el certificado de conformidad de acuerdo a las normas existentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo, se logra proyectar indicadores de fallas consecutivas que se dan en los recipientes y de esta manera se logra elaborar su registro e historial correspondiente.</li> <li>✓ La inspección técnica, las pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes nos permite obtener su diagnóstico de operatividad.</li> <li>✓ Planificando y organizando los trabajos en los recipientes obtenemos los recursos necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo.</li> <li>✓ Controlando y dimensionando del plan de mantenimiento preventivo obtenemos el certificado de conformidad de acuerdo a las normas existentes.</li> </ul>

Fuente Elaboración propia

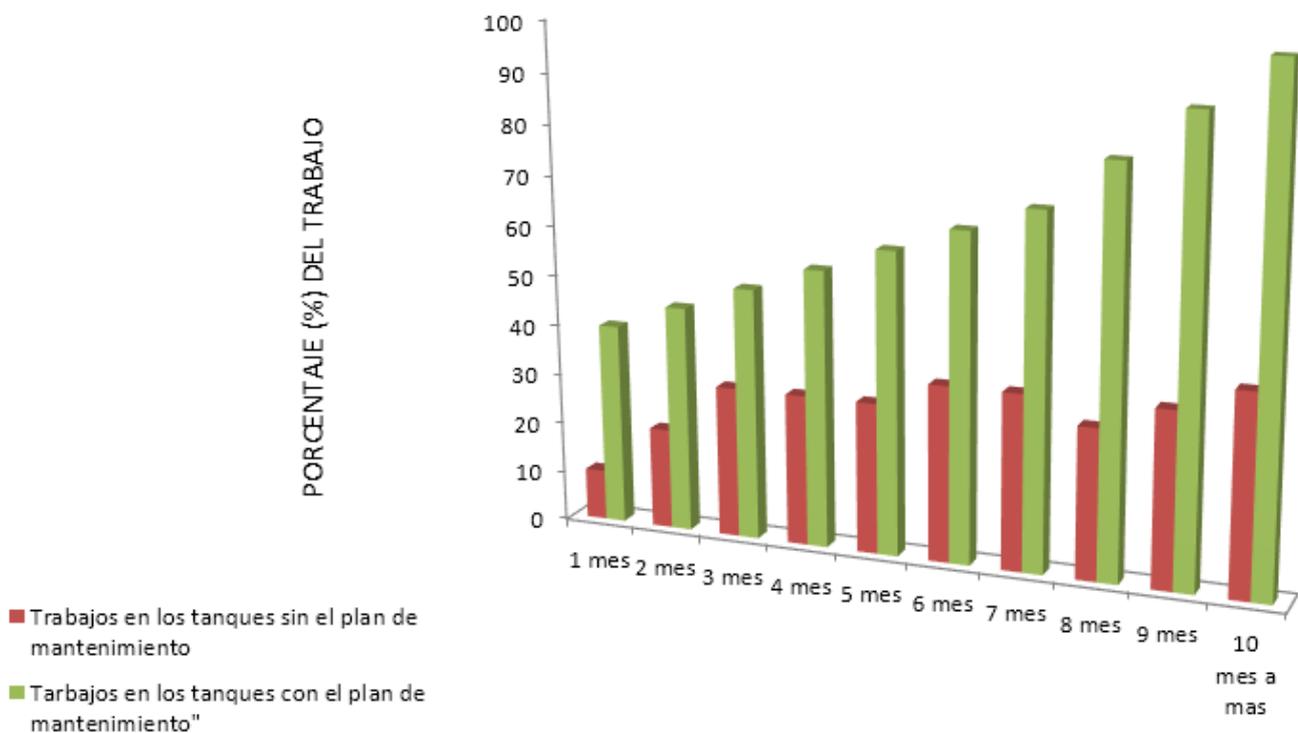
A continuación, veremos las interpretaciones graficas del como beneficio el plan de mantenimiento preventivo en los trabajos.

- **Interpretación grafica porcentual de la mejora de los trabajos con el plan de mantenimiento**

Con la implementación del plan de mantenimiento aumenta el porcentaje de eficiencia de los trabajos en los recipientes a presión, ya que se tomó unidades a los cuales se le realizaba trabajos con el plan de mantenimiento y sin el plan de mantenimiento para obtener la eficiencia en los trabajos. Dando como resultado el mejoramiento de los trabajos gracias a la capacitación, manejo y reglamentos programados en el plan.

**GRAFICO N° 6.1**

**VARIACIÓN PORCENTUAL EN LA EFICIENCIA DEL TRABAJO**



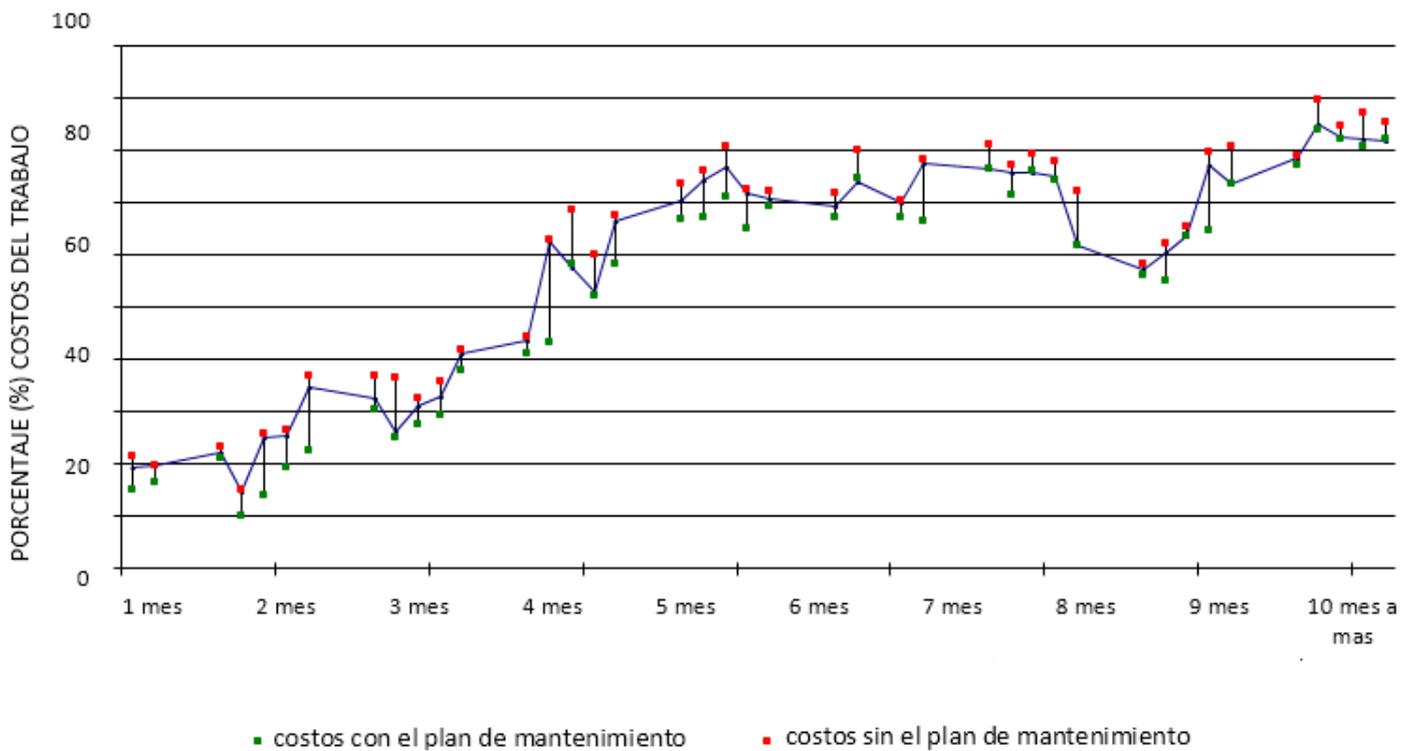
Fuente Elaboración propia

- **Interpretación grafica porcentual en la disminuci3n de costos con el plan de mantenimiento**

Con la implementaci3n del plan de mantenimiento disminuye los costos al realizar los trabajos a los recipientes a presi3n, ya que se tom3 unidades a los cuales se le realizo trabajos con el plan de mantenimiento y sin el plan de mantenimiento para obtener los costos en los trabajos. Dando como resultado la reducci3n los costos en los trabajos gracias a la implementaci3n del plan.

**GRAFICO N° 6.2**

**VARIACI3N PORCENTUAL DE LOS COSTOS CON EL PLAN DE**

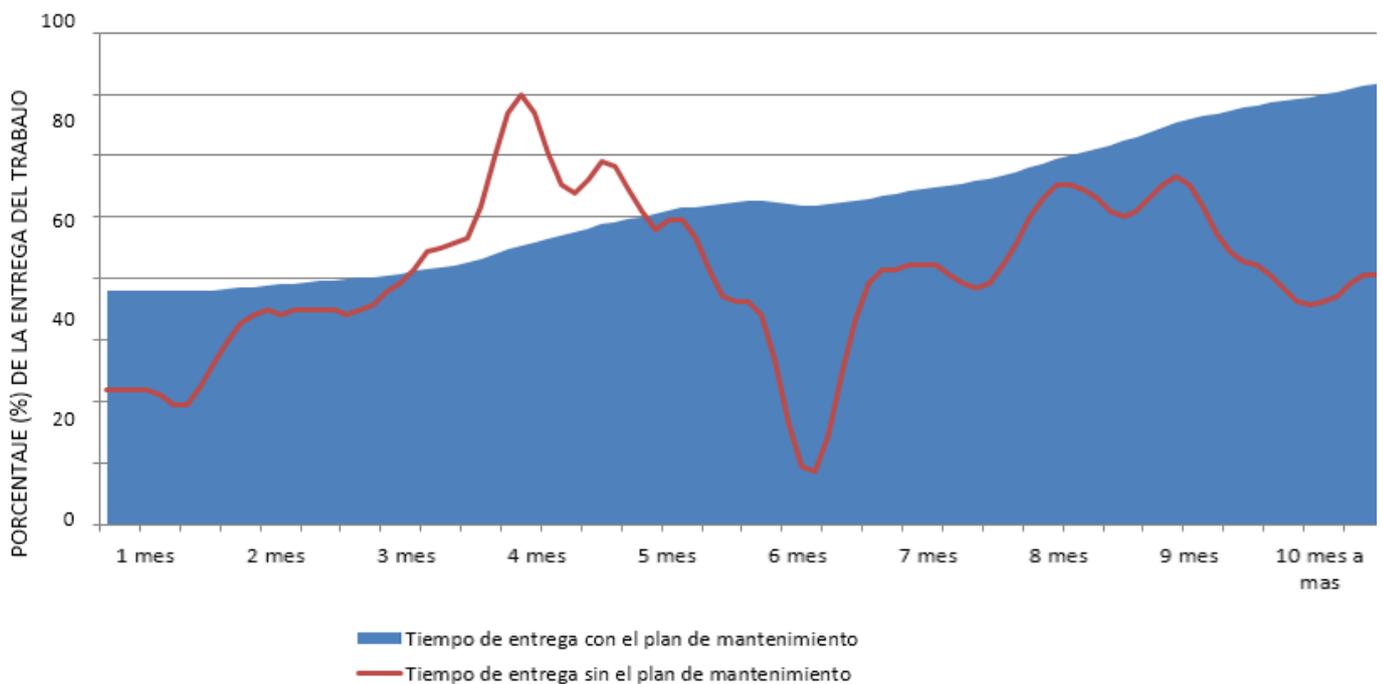


Fuente Elaboraci3n propia

- **Interpretación grafica porcentual en el tiempo de entrega de los trabajos con el plan de mantenimiento**

Se tomó unidades a los cuales se le realizo trabajos con el plan de mantenimiento y sin el plan de mantenimiento para obtener en cuanto beneficia realizar el plan de mantenimiento en el tiempo de entrega, dando resultado que con el plan de mantenimiento el mejoramiento en los plazos acordados.

**GRAFICO N° 6.3**  
**VARIACIÓN PORCENTUAL EN LA ENTREGA DE LOS TRABAJOS**  
**CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO**



Fuente Elaboración propia

## **6.2 Contratación de resultados con otros estudios similares**

- Luis Raúl Acajabón Velásquez (2010) **“DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARALÍNEA DE PRODUCCIÓN LITOGRAFICA DE LA PLANTA GRUPOZAPATA GUATEMALA, S.A.”**

El plan de mantenimiento preventivo propone una mejor forma de administrar el mismo, a través de formatos de control como: control de órdenes de trabajo, controles y reportes de mantenimiento, como el tener un supervisor o jefe a cargo que lleve el control de los mantenimientos y aseguramiento en los trabajos y pueden ejecutarlos de una forma adecuada.

- Según: ALTAMIRANO REQUEJO, YOSAN.(2016 )  
ZVALETA IBAÑEZ, MÁXIMO SIMÓN (2016)

### **“PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA NAYLAMP”**

Se determinó un diagnóstico de la situación actual de la empresa con respecto al mantenimiento correctivo que se realiza y se pudo obtener la cantidad de fallas y averías por lo cual el mantenimiento preventivo es necesario para evitar dichas fallas y obtener una mejor producción en los trabajos.

## **VII. CONCLUSIONES.**

- ✓ Se logró el certificado de conformidad de los recipientes a presión con la implementación del plan de mantenimiento preventivo el cual se ejecutó de manera correcta en conjunto con la entidad certificadora SGS.
- ✓ Mediante el registro e historial de trabajos realizados en los recipientes de alta presión, se logró establecer indicadores de fallas consecutivas para planificar posteriormente el mantenimiento respectivo.
- ✓ La inspección técnica, las pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes nos permitió obtener su diagnóstico de operatividad.
- ✓ Se planifico y organizo las actividades del mantenimiento a realizar en los recipientes de alta presión logrando proyectar los recursos a utilizar y definir posteriormente las áreas de dirección y control.
- ✓ Se llevó a cabo un control y dimensionamiento periódico del plan de mantenimiento preventivo a los recipientes de alta presión cumpliendo con las exigencias normativas y la obtención del certificado de conformidad extendido por la entidad certificadora SGS.

## VIII. RECOMENDACIONES.

- ✓ La empresa debe seguir aplicando el plan de mantenimiento preventivo ya que carece de alguna y de esta manera lograra cumplir con las normas establecidas y cumplir con los parámetros que exige la entidad certificadora para la obtención del certificado de conformidad y poder obtener el permiso para que el recipiente realice sus trabajo.
- ✓ Las capacitaciones al personal de operación debe ser constantes, sobre todo concientizar del cuidado que se debe tener al realizar trabajos de apertura, por manipulación errónea por parte de nuevos trabajadores ya que podría ser peligrosa porque se trabajó con líquido inflamable en el mantenimiento del recipiente.
- ✓ Realizar el mantenimiento con orden de trabajo en los cuales indique que reparación se realizar en los recipientes y de esta manera, no realizar trabajos innecesarios porque podrían distorsionar los indicadores que se manejan y aparentar que no se esté cumpliendo con los parámetros establecidos que corresponde al plan de mantenimiento.
- ✓ El levantamiento y recopilación de información se pudo obtener de los recipientes fue encontrando con dificultades ya que carecen de poco historial, por lo que se debe actualizar los datos e información de los recipientes en sus futuros mantenimientos y de esta manera llevar un registro de los trabajos realizados.
- ✓ Elaborar formatos para el mantenimiento preventivo considerando las características y trabajos a realizar en recipiente.

- ✓ Efectuar un seguimiento en los trabajos de mantenimiento, realizando una continua supervisión de las actividades y de su implementación, necesarios para su desarrollo estable.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ✓ ALVA DÁVILA. **“Diseño de Elementos de Máquinas I”**. Segunda Edición.2007
- ✓ AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERING, **“Boiler and Pressure Vessel Code an International Code VIII Division 1”** edicion 2013
- ✓ VALLE RAMIREZ WILLYMAN.Informe de Ingeniería **“Proyecto de una planta envasadora de gas licuado de petróleo para 10000 galones”** FIM UNI.
- ✓ ING CARLOS” **Manual de Recipientes a Presión Diseño y Cálculo”**. Edición 2010
- ✓ ING. JUAN MORAN **“Decretos de Osinergmin para el uso del Gas Licuado de Petróleo”** ,2011
- ✓ NORMA API510 **“Mantenimiento y reinspección de tanques”** edición 2006
- ✓ NORMA ASME SECCIÓN VIII **“Fabricación de recipientes a presión”** edición 2015
- ✓ MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS **“Decreto supremo de modificación del reglamento de seguridad para instalaciones”** .
- ✓ JUAN CARLOS AVILÉS JÁCOME **“Estudio del proceso del montaje de válvulas en el mantenimiento preventivo de tanques de glp de uso doméstico para optimizar su ensamblaje en la empresa congas envasadora salcedo”** 2011

## X. ANEXOS

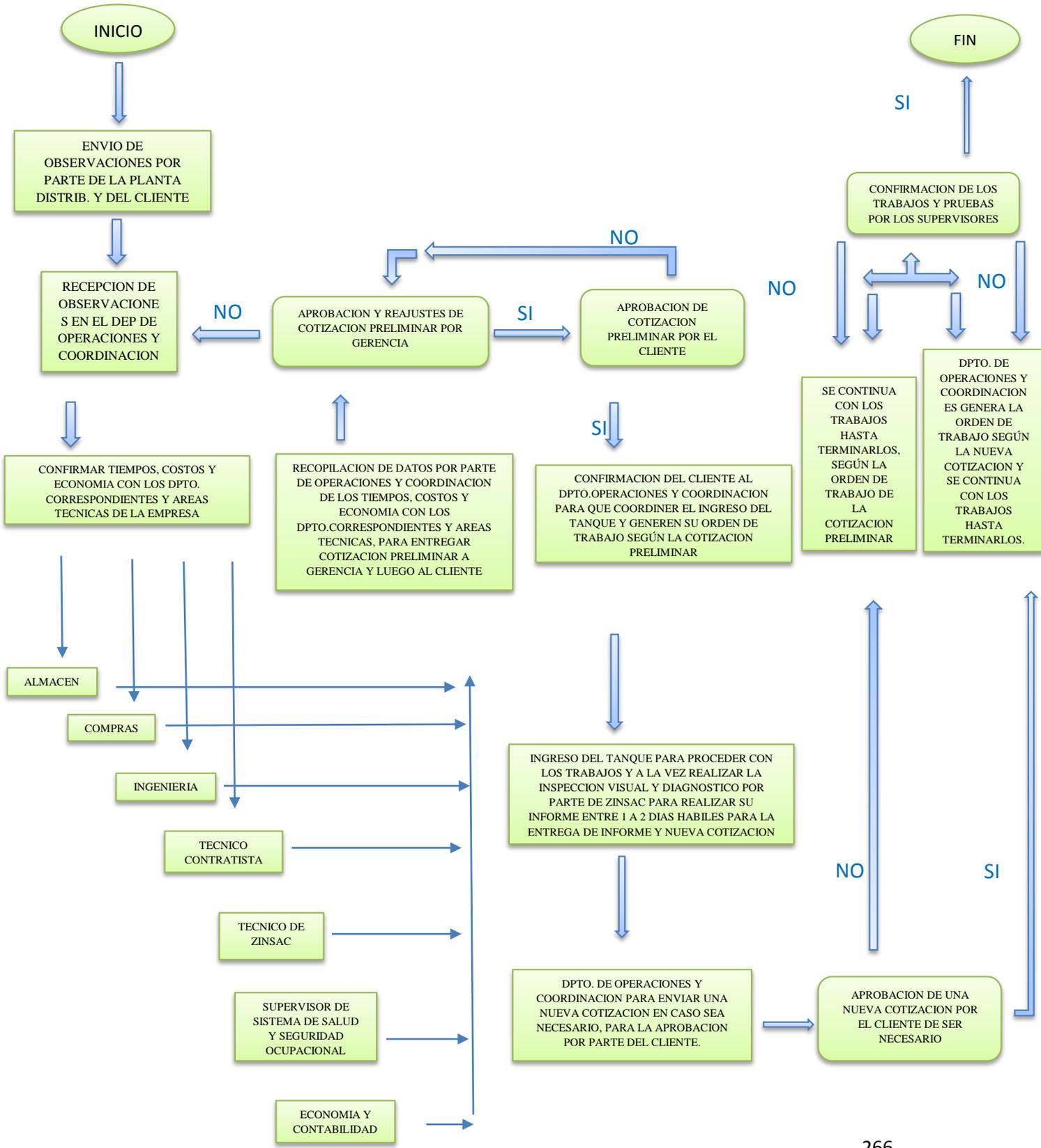
Informe de tesis : “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN RECIPIENTES DE ALTA PRESIÓN DE 250 PSIG PARA EL ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE DE GLP Y SU CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PLANTA ZINSAC DEL PERÚ- PUENTE PIEDRA”

Autores: - MIGUEL ANGEL RONDINEL CASAS  
-JUAN JOSE ENRIQUE VILLEGAS

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cómo diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo aplicados a recipientes de alta presión de 250 Psig para almacenamiento y su posterior transporte de GLP que permita obtener su certificado de conformidad?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo aplicados a recipientes de alta presión de 250 Psig para el almacenamiento y su posterior transporte de GLP mediante la norma API 510 a fin de lograr su certificado de conformidad.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Si se diseña un Plan de Mantenimiento Preventivo aplicados a recipientes de alta presión de 250 Psig para el almacenamiento y su posterior transporte de GLP se logrará su certificado de conformidad por parte de las entidades acreditadas.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Diseño de un plan de mantenimiento preventivo</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>certificado de conformidad del tanque transporte de GLP</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>➤ Documental:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tesis para la elaboración de los antecesor estudio.</li> <li>• Catálogos de información técnica</li> </ul> <p>➤ Campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección visual</li> <li>• Pruebas y ensayos no destructivos</li> <li>• Continuidad de operación de trabajos realizados en el mantenimiento</li> <li>• Valvulería y conexiones del recipiente a presión</li> </ul>
<p><b>Problema Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo proyectar indicadores de fallas consecutivas que se dan en los recipientes de alta presión que permitan elaborar su registro e historial correspondiente?</li> <li>• ¿En qué medida la inspección técnica, las pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes de alta presión que transportan GLP permitirán hacer su diagnóstico de operatividad de acuerdo con las normas existentes?</li> <li>• ¿En qué medida la planificación y organización de los trabajos a realizar en los recipientes de alta presión permitirán proyectar los recursos a utilizar?</li> <li>• ¿De qué forma el control y dimensionamiento del plan de mantenimiento nos permitirá obtener el certificado de conformidad de acuerdo a las normas existentes?</li> </ul>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectar indicadores de fallas consecutivas que se dan en los recipientes de alta presión mediante el informe proporcionado por la planta distribuidora de GLP para elaborar su registro e historial correspondiente.</li> <li>• Realizar la inspección técnica, las pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes de alta presión que almacenan y transportan GLP para obtener su diagnóstico de operatividad</li> <li>• Planificar y organizar los trabajos a realizar en los recipientes de alta presión para lograr proyectar los recursos a utilizar.</li> <li>• Realizar un control y dimensionamiento del plan de mantenimiento para obtener el certificado de conformidad de acuerdo con las normas existentes.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se proyectan los indicadores de fallas consecutivas que se dan en los recipientes de alta presión se logrará elaborar su registro e historial correspondiente.</li> <li>• Si se realiza la inspección técnica, las pruebas no destructivas y la verificación de averías a los recipientes de alta presión que almacenan y transportan GLP se logrará obtener su diagnóstico de operatividad</li> <li>• Si se planifica y organiza los trabajos a realizar en los recipientes de alta presión se podrá contar con los recursos necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo.</li> <li>• Si se realiza el control y dimensionamiento del plan de mantenimiento se podrá obtener el certificado de conformidad de acuerdo con las normas existentes.</li> </ul>		

**ANEXO 2 Diagrama de Flujo “Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo en Recipientes de Alta Presión De 250 Psig Para el almacenamiento, Transporte de Glp y su Certificado De Conformidad. Planta Zinsac del Perú- Puente Piedra”**



### ANEXO 3 Tarjeta Maestra

ZINSAC DEL PERU SAC PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TARJETA MAESTRA 1. DATOS GENERALES			
FOTO			
EQUIPO:			
MARCA:		MODELO:	
PESO:		CODIGO:	
<b>2. TIEMPOS DE OPERACIÓN: (X)</b>			
FECHA DE INSTALACION:		INTERMITENTE:	
HOJA DE VIDA N°:		CATALOGO:	
JORNADA LABORAL :		8 HORAS ( )	10 HORAS ( )
			12 HORAS ( )
<b>DATOS DEL FABRICANTE Y/O REPRESENTANTE</b>			
NOMBRE:		DIRECCION:	TELEFONO:
CIUDAD:		CORREO ELECTRONICO:	OTROS DATOS:
<b>3. SERVICIOS DE OPERACIÓN</b>			
VOLTAJE:		AMPERAJE:	POTENCIA:
<b>NEUMATICA</b>	<b>HIDRAULICA</b>		<b>OTROS</b>
PRESION DE TRABAJO	TIPO FLUIDO	TIPO BOMBA	
<b>MOTOR ELECTRICO</b>			
MARCA:	MODELO:	SERIE:	TIPO:
HP:	RPM:	VOLTS:	AMP:
OBSERVACIONES:			

Fuente Elaboración propia

## ANEXO 4 Hoja de vida de los tanques

ZINSAC DEL PERU SAC PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO HOJA DE VIDA DEL TANQUE DE 14,000 GLNS			
DATOS GENERALES			
FOTO DEL TANQUE	FOTO DEL TANQUE	FOTO DEL TANQUE	
FOTO DEL TANQUE	FOTO DEL TANQUE	FOTO DEL TANQUE	
FOTO DEL TANQUE	FOTO DEL TANQUE	FOTO DEL TANQUE	
CLIENTE :	NUM. SERIE TQ :		
PLACA :	FABRICANTE DEL TQ:		
AÑO DE FABRICACION :	PROCEDENCIA DEL TQ :		
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL FABRICANTE DEL TANQUE			
Diametro exterior :	2.325 mm	Longitud total :	6.775 mm
Espesor de cabezas :	9.50 mm	Material de cabezas :	ASTM A36
Espesor de cuerpos :	12.50 mm	Material de cuerpos :	ASTM 612
Presion de trabajo :	100 Psi	Presion max. De trabajo :	255.90 Psi
Presion de diseño :	250 Psi	Presion hidrostatica :	325 Psi
RX de Cabezas :	100 %	RX de Cuerpo :	100 %
Norma de Fabricacion :	ASME SECCION VIII DIV. 1		

Fuente Elaboración propia

## ANEXO 5 Hoja de vida de los tanques

SERVICIOS DE OPERACIÓN				
ZINSAC DEL PERU SAC PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
HOJA DE VIDA				
DATOS GENERALES				
HOJA DE VIDA N°	TARJETA DE VIDA N°	NOMBRE DEL EQUIPO / CLIENTE		CODIGO / PLACA DEL TANQUE
UBICACIÓN	MARCA	MODELO	FECHA DE PUESTA EN MARCHA	
HISTORIAL DE REPARACIONES				
FECHA	ORDEN DE TRABAJO N°	DESCRIPCION	REPARO	COSTO

Fuente Elaboración propia





## ANEXO 8 Formato de gama de sistematización de un software de mantenimiento

	<b>GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>Frecuencia:</b> Diaria	<b>Codigo Gama</b> DBTG	
	<b>INSPECCIÓN GENERAL DIARIA</b>	Edición: 0 Fecha: 10/07/01	Esp: PREV HOJA: 1 / 2	
<b>INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: AREA 1100</b>				
<b>OPERARIO:</b>		<b>FECHA:</b>		
<b>HORA INICIO:</b>	<b>HORA FINAL:</b>	<b>T. NORMAL: 45 Minutos</b>		
<b>HERRAMIENTAS</b>		<b>Equipo de Protección</b>		
Termómetro infrarrojos		Botas de seguridad Guantes		
<b>RIESGOS DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS</b>			Firma operario:	
<p>1- <i>Productos químicos. Trabajar con guantes. Leer y conocer fichas de seguridad</i></p> <p>2- <i>Temperaturas altas en algunas zonas. Precaución para no tocar partes calientes</i></p> <p>3- <i>Trabajos con disolventes. Riesgo de incendio y explosión. No fumar en las inmediaciones</i></p> <p>4- <i>Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular equipos bajo tensión. Solicitar aislamiento antes de intervenir</i></p>				
<b>MATERIALES</b>		CODIGO MATERIALES		
<b>EQUIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>RANGO NORMAL</b>	
REACTOR 11TR01	Inspección visual de conexiones de los dos motores			
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en los 2 motores		Sin ruidos ni vibrac.	
	Temperatura del motor del agitador (rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C	
	Temperatura del motor del rascador			
	Control visual de fugas en el depósito			
	Inspección visual de conexiones en los controles de caudal (semáforo)			
	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura reactor			
	Inspección visual de conexiones en sonda de temper. Aceite térmico			
	Temperatura del reactor		160-170 °C	
	Temperatura del aceite térmico			
	Temperatura de salida del agua en el intercambiador		45-55°C	
	Ausencia de fugas en filtros de barniz hacia depósito			
	Ausencia de fugas en filtros de barniz hacia expedición (nuevos)			
	Ausencia de fugas de aire comprimido			
Purgar unidades de mantenimiento neumáticas				
Inspección visual del rotámetro de nitrógeno				
Inspección visual del polipasto				
REACTOR 11TR02	Inspección visual de conexiones de los dos motores			
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en los 2 motores		Sin ruidos ni vibrac.	
	Temperatura del motor del agitador (rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C	
	Temperatura del motor del rascador			
	Control visual de fugas en el depósito			
	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura reactor			
	Inspección visual de conexiones en sonda de temper. Aceite térmico			
	Temperatura del reactor		160-170 °C	
	Temperatura del aceite térmico			
	Temperatura de salida del agua en el intercambiador		45-55°C	
	Inspección visual del rotámetro de nitrógeno			
	Inspección visual del polipasto			
	REACTOR 11TR03	Inspección visual de conexiones del motor		
		Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en el motor		
Temperatura del motor (Rodamiento lado agitador)			Inferior a 70°C	
Control visual de fugas en el depósito				
Inspección visual de conexiones en el medidor de caudal				
Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura				
Temperatura del reactor			165-170°C	
Ausencia de fugas en filtro de barniz				

## ANEXO 9 Formato de gama de sistematización de un software de mantenimiento

	<b>GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	Frecuencia: Diaria	Codigo Gama DBTG
	<b>INSPECCIÓN GENERAL DIARIA</b>	Edición: 0 Fecha: 10/07/01	Esp: PREV HOJA: 2 / 2
<b>INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: AREA 1100</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>VALOR NORMAL</b>
REACTOR 11TR04	Inspección visual de conexiones del motor		
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en el motor		
	Temperatura del motor (Rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C
	Control visual de fugas en el depósito		
	Inspección visual de conexiones en el medidor de caudal		
	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura		
	Ausencia de fugas en filtro de barniz		
MEZCLADOR 11TR05	Inspección visual del polipasto		
	Inspección visual de conexiones del motor		
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en el motor		
	Temperatura del motor (Rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C
	Control visual de fugas en el depósito		
CIRCUITO 11AC01	Inspección visual de bombas del filtro (2)		
	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura		
	Comprobar temperatura de la sala		50-60°C
CALDERA 1 11CA01	Comprobar ausencia de fugas		
	Comprobar ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en bombas sala		
	Verificar ausencia de ruidos, fugas y vibraciones extrañas en bombas		
	Verificar presiones de salida en bombas		
	Verificar temperatura de rodamiento delantero de bomba	A= B=	Inferior a 70 °C
	Comprobar nivel de aceite		Con nivel
	Ausencia de fugas en depósitos		
	Comprobar temperatura de entrada y salida de aceite de la caldera	Ent= Sal=	E= 210-255 S= 210-215
Comprobar temperatura de humos de salida		Inferior a 200°C	
CALDERA 2 11CA02	Comprobar presiones de gas antes y despues de válvula reductora	Ent= Sal=	Ent= Sal=
	Verificar ausencia de ruidos, fugas y vibraciones extrañas en bombas		
	Verificar presiones de salida en bombas		
	Verificar temperatura de rodamiento delantero de bomba	A= B=	Inferior a 70 °C
	Comprobar nivel de aceite		Con nivel
	Ausencia de fugas en depósitos		
	Comprobar temperatura de entrada y salida de aceite de la caldera	Ent= Sal=	E= 210-255 S= 210-215
	Comprobar temperatura de humos de salida		Inferior a 200°C
	Comprobar presiones de gas antes y despues de válvula reductora	Ent= Sal=	E= 1,3 bar S= 16m bar
<b>OBSERVACIONES:</b>			

## ANEXO 10 Formato de gama de sistematización de un software de mantenimiento

	<b>GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>Frecuencia:</b> Diaria	<b>Código Gama:</b> DBTG
	<b>INSPECCIÓN GENERAL DIARIA</b>	Edición: 0 Fecha: 10/07/01	Esp: PREV HOJA: 2 / 2
<b>INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: AREA 1100</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>RANGO NORMAL</b>
REACTOR 11TR04	Inspección visual de conexiones del motor		
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en el motor		
	Temperatura del motor (Rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C
	Control visual de fugas en el depósito		
	Inspección visual de conexiones en el medidor de caudal		
	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura		
	Ausencia de fugas en filtro de barniz		
MEZCLADOR 11TR05	Inspección visual del polipasto		
	Inspección visual de conexiones del motor		
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en el motor		
	Temperatura del motor (Rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C
	Control visual de fugas en el depósito		
CIRCUITO 11AC01	Inspección visual de bombas del filtro (2)		
	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura		
	Comprobar temperatura de la sala		50-60°C
CALDERA 1 11CA01	Comprobar ausencia de fugas		
	Comprobar ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en bombas sala		
	Verificar ausencia de ruidos, fugas y vibraciones extrañas en bombas		
	Verificar presiones de salida en bombas		
	Verificar temperatura de rodamiento delantero de bomba	A= B=	Inferior a 70 °C
	Comprobar nivel de aceite		Con nivel
	Ausencia de fugas en depósitos		
Comprobar temperatura de entrada y salida de aceite de la caldera	Ent= Sal=	E= 210-255 S= 210-215	
Comprobar temperatura de humos de salida		Inferior a 200°C	
Comprobar presiones de gas antes y despues de válvula reductora	Ent= Sal=	Ent= Sal=	
CALDERA 2 11CA02	Verificar ausencia de ruidos, fugas y vibraciones extrañas en bombas		
	Verificar presiones de salida en bombas		
	Verificar temperatura de rodamiento delantero de bomba	A= B=	Inferior a 70 °C
	Comprobar nivel de aceite		Con nivel
	Ausencia de fugas en depósitos		
	Comprobar temperatura de entrada y salida de aceite de la caldera	Ent= Sal=	E= 210-255 S= 210-215
	Comprobar temperatura de humos de salida		Inferior a 200°C
Comprobar presiones de gas antes y despues de válvula reductora	Ent= Sal=	E= 1,3 bar S= 16m bar	
<b>OBSERVACIONES:</b>			

ANEXO 11

		<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN TANQUE SEMIREMOLQUE O RECIPIENTES DE ALTA PRESION</b> <b>PLANTA ZINSAC DEL PERU SAC</b>																							
<b>EQUIPO :</b> TANQUE SEMIREMOLQUE <b>MARCA :</b> <b>AÑO DE FABRICACION:</b>						<b>PLACA:</b> XXXXXXXX <b>MODELO :</b> <b>PROPIETARIO:</b>						<b>CLIENTE:</b> SOLGAS <b>CAPACIDAD:</b> <b>REALIZADO POR:</b> ING. MANTENIM <b>REVISADO POR:</b> COORD. MANTENIM													
SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TANQUE O RECIENTE DE ALTA PRESION, SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA, VALVULAS DE SEGURIDAD E INSTRUMENTOS DE MEDICION Y TEMPERATURA.																									
ACTIVIDADES MESES		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
ACTIVIDADES SEMANALES		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA DE GLP																									
SISTEMA ELECTRICO																									
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO																									
OTROS (SIMBOLOS PICTORICOS,EXTINT, ETC)																									
PRUEBA HIDROSTATICA		<b>POR NORMA INTERNA DE LAS EMPRESAS SOLGAS Y PLUS PETROL SERA CADA 5 AÑOS.</b>																							
PRUEBA NEUMATICA		<b>POR NORMA INTERNA DE LAS EMPRESAS SOLGAS Y PLUS PETROL SERA CADA 2 AÑOS.</b>																							
PRUEBA DE TINTES PENETRANTES		<b>SERA CRITERIO DEL INSPECTOR TENIENDO EN CONSIDERACION LOS TRABAJOS QUE SE REALIZARAN EN EL TANQUE O RECIPIENTE DE ALTA PRESION.</b>																							
PRUEBA DE ULTRASONIDO		<b>POR NORMA INTERNA DE LAS EMPRESAS SOLGAS Y PLUS PETROL SERA CADA 5 AÑOS.</b>																							
PRUEBA DE PARTICULAS MAGNETICAS		<b>POR NORMA INTERNA DE LAS EMPRESAS SOLGAS Y PLUS PETROL SERA CADA 5 AÑOS.</b>																							
PRUEBA DE HERMETICIDAD POR BURBUJA		<b>ESTA ACTIVIDAD SERA REALIZADA EN PLANTA DE DISTRIBUCION, ANTES DE REALIZAR LA CARGA DE GLP EN EL TANQUE O RECIPIENTE DE ALTA PRESION.</b>																							

LEYENDA DE ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
ACTIVIDAD (ES) DIARIAS O SEMANALES (ES)	
ACTIVIDADES (ES) QUINCENALES (ES)	
ACTIVIDADES (ES) MENSUALES (ES)	
ACTIVIDADES (ES) TRIMESTRALES (ES)	
ACTIVIDADES (ES) SEMESTRALES (ES)	
ACTIVIDADES (ES) ANUALES (ES)	
ACTIVIDAD (ES) CADA LUSTRO (OS)	
ACTIVIDAD (ES) CADA BIENIO (OS)	

## ANEXO 12

		<b>COSTOS Y PRESUPUESTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CADA TANQUE O RECIPIENTE DE ALTA PRESION</b>	
		PLANTA - ZINSAC DEL PERU	
<b>REALIZADO POR:</b>	ING. MANTENIMIENTO.	<b>EQUIPO :</b>	Tanque o recipiente de alta presión
<b>REVIZADO POR:</b>	DEP. DE CONTABILIDAD.	<b>CLIENTE:</b>	SOLGAS
<b>APROBADO POR:</b>	GERENTE GENERAL.	<b>O. SERV:</b>	XXXXXXXXXXXX
		<b>OT :</b>	05-100-1-086
		<b>FECH INICIO:</b>	8-May-2017
		<b>FECH FIN:</b>	13-May-17
		<b>MARCA :</b>	Zinsac
		<b>CAPACIDAD:</b>	14.000 glns
<b>TRABAJOS Y FECHA ENTREGA ESTIMADA:</b>		16-May-17	
1. Inspeccion visual y evaluacion tecnica al recipiente	7. Prueba neumatica.	<b>N° DE INFORME Y MODO DE FALLA POR PLANTA DISTRIBUIDORA:</b> <input type="text"/>	
2. Prueba de hermeticidad al tanque y de la linea de carga y descarga	8. Coordinación para la entrega de la unidad.	<b>TRABAJO (S) PROGRAMADOS POR MTO PREV. POSIBLE MODO DE FALLA:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	
3. Informe del pedido de los repuestos e insumos necesarios.	9. Entrega de la unidad.	INFORME N°: XXXXXXXXXX	
4. Despresurizado del tanque hasta que el manometro marque (0 psi).	10	MODO DE FALLA: Posible fuga por la linea de carga y descarga del tanque o recipiente de alta presion	
5. Entrega de repuestos e implementos de seguridad para que se realicen los trabajos.	11	FALLA FUNCIONAL: Posible valvula (s) esfericas no hermetizan.	
6. Desmontaje / Montaje e instalacion de los repuestos a utilizar.	12	EFECTO: Posible explosion por fuga de vapor de gas.	
<b>Ubicación del sistema de carga y descarga:</b>			
sist. de carga/descarga parte posterior		<input checked="" type="checkbox"/>	sist. de carga/descarga parte central
			<input checked="" type="checkbox"/>

TIEMPO DEL MTO PREVENTIVO PARA PARTE POSTERIOR					
Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha Final	Hora Final	Paralizacion	Duracion (h)
8/05/2017	8:00	8/05/2018	17:00	12:00 - 13:00	8
9/05/2017	8:00	9/05/2018	17:00	12:00 - 13:00	8
10/05/2017	8:00	10/05/2018	17:00	12:00 - 13:00	8
11/05/2017	8:00	11/05/2018	17:00	12:00 - 13:00	8
12/05/2017	8:00	12/05/2018	17:00	12:00 - 13:01	8
13/05/2017	8:00	13/05/2018	13:00	12:00 - 13:00	5
<b>TOTAL (h)</b>					<b>45</b>

TIEMPO DEL MTO PREVENTIVO PARA PARTE CENTRAL					
Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha Final	Hora Final	Paralizacion	Duracion (h)
8/05/2017	8:00	8/05/2018	17:00	12:00 - 13:00	8
9/05/2017	8:00	9/05/2018	17:00	12:00 - 13:00	8
10/05/2017	8:00	10/05/2018	17:00	12:00 - 13:00	8
11/05/2017	8:00	11/05/2018	17:00	12:00 - 13:00	8
12/05/2017	8:00	12/05/2018	17:00	12:00 - 13:01	8
13/05/2017	8:00	13/05/2018	13:00	12:00 - 13:00	5
<b>TOTAL (h)</b>					<b>45</b>

#### OBSERVACION:

Los **tiempos estimados** en el mantenimiento preventivo del tanque o recipiente de alta presión son **45 horas en el sistema de la parte posterior y 45 horas en el sistema de la parte central aproximadamente**, para buscar que acortar tiempos de entrega y dejar conforme con los tiempos al cliente, **se tomo la decisión de realizar el mantenimiento preventivo en ambos sistemas de carga y descarga en forma paralela.**

<b>TIEMP. TOTAL:</b>	<b>90 (h)</b>
----------------------	---------------

<b>TIEMP. TOTAL EN PARALELO</b>	<b>45 (h)</b>
---------------------------------	---------------

#### VALORIZACION HORA HOMBRE:

OT : 05-100-1-086	
TECNICO 1 :	001-PSV
VALOR H-H	
SUELDO	2450 soles
FACTOR	1.3
SALARIO MES	3185 soles
N° DE MESES POR AÑO	12 meses
SALARIO AÑO	38220 soles
MESES TRAB POR AÑO	11 meses/año
DÍAS TRAB POR MES	26 días/mes
HORAS TRAB POR DÍA	8 hrs/día
TRABAJO	2288 hrs/año
V H-H	16.70 soles/hr
TASA DE CAMBIO	3.33 soles/\$
<b>V H-H TEC1</b>	<b>5.02 \$/hr</b>

OT : 05-100-1-086	
AYUDANTE 1:	001-ACT
VALOR H-H	
SUELDO	950 soles
FACTOR	1.3
SALARIO MES	1235 soles
N° DE MESES POR AÑO	12 meses
SALARIO AÑO	14820 soles
MESES TRAB POR AÑO	11 meses/año
DÍAS TRAB POR MES	26 días/mes
HORAS TRAB POR DÍA	8 hrs/día
TRABAJO	2288 hrs/año
V H-H	6.48 soles/hr
TASA DE CAMBIO	3.33 soles/\$
<b>V H-H AYUD 2</b>	<b>1.95 \$/hr</b>

OT :		05-100-1-086
TECNICO 2 :	002-PSV	
VALOR H-H		
SUELDO	2300	soles
FACTOR	1.3	
SALARIO MES	2990	soles
N° DE MESES POR AÑO	12	meses
SALARIO AÑO	35880	soles
MESES TRAB POR AÑO	11	meses/año
DÍAS TRAB POR MES	26	días/mes
HORAS TRAB POR DÍA	8	hrs/día
TRABAJO	2288	hrs/año
V H-H	15.68	soles/hr
TASA DE CAMBIO	3.33	soles/\$
V H-H TEC2	4.71	\$/hr

OT :		05-100-1-086
AYUDANTE 2:	002-ACT	
VALOR H-H		
SUELDO	1150	soles
FACTOR	1.3	
SALARIO MES	1495	soles
N° DE MESES POR AÑO	12	meses
SALARIO AÑO	17940	soles
MESES TRAB POR AÑO	11	meses/año
DÍAS TRAB POR MES	26	días/mes
HORAS TRAB POR DÍA	8	hrs/día
TRABAJO	2288	hrs/año
V H-H	7.84	soles/hr
TASA DE CAMBIO	3.33	soles/\$
V H-H AYUD 2	2.35	\$/hr

TRABAJADOR	Duracion (Hrs)	Valor H-H (\$)	Costo (\$)
TEC 1	45	5.02	225.74
AYUD 1	45	1.95	87.53
TEC 2	45	4.71	211.92
AYUD 2	45	2.35	105.96
		<b>M.O</b>	<b>631.14</b>

**COSTO MANO DE OBRA:**

<b>TRABAJO EN PARTE CENTRAL O POSTERIOR 45 DIAS 2 PERSONAS (\$):</b>	<b>313.27</b>	<b>APROBADO 1 SIST. DESPCH</b>
<b>TRABAJO EN PARTE CENTRAL Y POSTERIOR 90 DIAS 2 PERSONAS (\$):</b>	<b>626.54</b>	<b>DESAPROBADO</b>
<b>TRABAJO EN PARALELO PARTE CENTRAL Y POSTERIOR 45 DIAS 4 PERSONAS (\$)</b>	<b>631.14</b>	<b>APROBADO 2SIST. DESPACH</b>

El gerente general y el departamento de contabilidad dispuso que los trabajos **mantenimiento preventivo en las líneas de carga y descarga sera realizado en forma paralela** en los tanques o recipientes de alta presión, en caso de contar con dos sistemas de carga/descarga y tiene un costo de **\$ 631.14 dolares americanos aproximadamente** y si contara con un solo sistema de despacho en la parte posterior o central tendra un costo aproximado de **\$ 313.27 dolares americanos**, estos costos puede variar ya que los trabajos no siempre demoran el mismo tiempo, esto va depender de las condiciones en que se encuentre el sistema de carga y descarga, asi como tambien si se requiere de alguna modificacion.

**VALORIZACION DE REPUESTOS:**

OT :	05-100-1-086				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES	P. UNIT (\$)	COSTO (\$)
1	Cople de 1 1/4" Diam NPT serie 3000	1	unidades	12.38	12.38
2	Cople 2" Diam NPT serie 3000	1	unidades	28.95	28.95
3	Cople 3" Diametro NPT serie 3000	2	unidades	38.78	77.56
4	Valvula interna 2" Diam (REGO A3212R250)	2	unidades	149.83	299.66
5	Valvula interna 3" Diam (REGO A3212R300)	2	unidades	356.58	713.16
6	Valvula check 2" Diam	1	unidades	63.89	63.89
7	Valvula de drenaje 1 1/4" Diam	1	unidades	78.36	78.36
8	Valvula de alivio 1/4" x 450 psi 312U-REGO	5	unidades	45.78	228.90
9	Reduccion bushing 3" a 2" serie 300	2	unidades	22.89	45.78
10	Tapa acme 2" REGO	5	unidades	23.98	119.90
11	Tapa acme 1 1/4" REGO	3	unidades	16.86	50.58
12	Adapt acme 1 3/4" M a 1 1/4" M NPT REGO	3	unidades	28.68	86.04
13	Adapt acme 3 1/4" M a 2" M NPT REGO	5	unidades	37.83	189.15
14	Valvula de bola 2" Diam REGO	6	unidades	32.79	196.74
15	Valvula de bola 1 1/4" Diam REGO	4	unidades	27.38	109.52
16	Niple 2" Diam Sch 80	9	unidades	15.78	142.02
17	Niple 1 1/4" Diam Sch 80	6	unidades	10.95	65.70
18	Conexión T 2" Diam serie 3000	2	unidades	48.36	96.72
19	Conexión T 1 1/4" Diam serie 3000	1	unidades	35.78	35.78
20	Codo 2" Diam serie 3000	1	unidades	24.35	24.35
21	Codo 1 1/4" Diam serie 3000	1	unidades	19.69	19.69
22	Palanca accionadora de valvula interna	2	unidades	12.45	24.90
23	Cable de acero 5/32 Pulg (3.96 mm)	17	metros	1.37	23.29
24	Fusible termico a 100°C	4	unidades	8.28	33.12
25	Resortes	4	unidades	1.00	4.00
26	Pistones neumaticos	4	unidades	27.93	111.72
27	Accionadores neumaticos	2	unidades	24.89	49.78
28	Manguera para sistema neum 5/16"	17	metros	0.58	9.86
30	Manguera para sistema neum 3/8"	17	metros	1.49	25.33
31	Manguera para sistema neum 10 mm	17	metros	1.68	28.56
32	Señalización de accionamientos	2	unidades	3.89	7.78
				<b>REPUESTOS</b>	<b>3003.17</b>

costo de repuestos soles:	S/. 9,850.40
costo de repuestos dolares:	\$3,003.17

Tipo de cambio:	3.28
-----------------	------

### VALORIZACION DE END (ENSAYO NO DESTRUCTIVO)

Codigo	Prueba END	Duracion (h)	Costo Inter.(\$)	Costo cert (\$)
PH	Hidrostatica	16	120.39	590
PN	Neumatica	8	60.20	389
PHB	Hidrostatica por Burbuja	4	30.10	280
PT	Tintes penetrantes	16	167.08	275
UT	Ultra sonido	16	200.49	310
MT	Particulas magneticas	16	0	420
<b>Costo de intervencion</b>			<b>578.26</b>	<b>2264</b>

### VALORIZACION DE INSUMOS

OT :	05-100-1-086				
Codigo	Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unit.\$	Costo \$
Pint-base	base epoxica	2	Gln	28.85	57.70
Pint-azul	Pintura epox	0.5	Gln	36.45	18.23
Pint-amarilla	Pintura epox	2	Gln	36.45	72.90
Pint-negro	Pintura acrilic	0.5	Gln	12.92	6.46
Pint-amarilla	Pintura acrilic	0.5	Gln	15.75	7.88
Pliego-lija	Lija fierro 80	3	Und	1.07	3.21
Pliego-lija	Lija fierro 40	3	Und	1.36	4.08
Pliego-lija	Lija fierro 100	3	Und	0.8	2.40
Escobilla acer	Circular	4	Und	3.89	15.56
Cinta	Teflon amari	10	Und	0.68	6.80
Cinta	Masking 1"	2	Und	1	2.00
Brochas	Brocha 2"	4	Und	2.79	11.16
Brochas	Brocha 3"	4	Und	3.97	15.88
Thinner	Thinner	1	Gln	8.48	8.48
<b>INSUMOS</b>					<b>232.73</b>

### VALORIZACION DE MATERIALES

OT :	05-100-1-086			
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio Unit.\$	Costo \$
Trapo indust	2	Kg	2.2	4.4
Guantes	4	Unidad	4	16
Mascarilla	4	Unidad	2.5	10
<b>MATERIALES</b>				<b>20.4</b>

**COSTOS DE INTERVENCION CON ACCIONADOR MECANICO:**

<b>COSTO DE INTERVENCION EN PARTE POSTERIOR O CENTRAL CON ACCIONAMIENTO MECANICO 2 PERSONAS:</b>	
Mtto prev. Durac 2 pers (h)	45
Costo M.O TEC 1 (\$)	225.90
Costo M.O AYUD 1 (\$)	87.75
Costo de repuestos (\$)	1783.32
Costo de insumos (\$)	232.73
Costo de materiales (\$)	20.40
Costo de END inter PN,PHB.(\$)	90.29
Costo de END certificad (\$)	669.00
<b>Costo de intervencion (\$)</b>	<b>2350.10</b>

<b>COSTO DE INTERVENCION EN PARTE POSTERIOR Y CENTRAL CON ACCIONAMIENTO MECANICO 4 PERSONAS TRABAJO EN PARALELO:</b>	
Mtto prev. Durac 4 pers (h)	45
Costo M.O TEC 1 (\$)	225.90
Costo M.O AYUD 1 (\$)	87.75
Costo M.O TEC 2 (\$)	211.92
Costo M.O AYUD 2 (\$)	105.96
Costo de repuestos (\$)	1783.32
Costo de insumos (\$)	232.73
Costo de materiales (\$)	20.4
Costo END inter PN,PHB.(\$)	90.29
Costo de END certificad (\$)	669.00
<b>Costo de intervencion (\$)</b>	<b>2667.97</b>

**COSTOS DE INTERVENCION CON ACCIONADOR NEUMATICO:**

<b>COSTO DE INTERVENCION EN PARTE POSTERIOR Y CENTRAL CON ACCIONAMIENTO NEUMATICO 2 PERSONAS:</b>	
Mtto prev. Durac 2 pers (h)	45
Costo M.O TEC 1 (\$)	225.90
Costo M.O AYUD 1 (\$)	87.75
Costo de repuestos (\$)	1927.26
Costo de insumos (\$)	232.73
Costo de materiales (\$)	20.40
Costo de END inter PN,PHB.(\$)	90.29
Costo de END certificad (\$)	669.00
<b>Costo de intervencion (\$)</b>	<b>2494.04</b>

<b>COSTO DE INTERVENCION EN PARTE POSTERIOR Y CENTRAL CON ACCIONAMIENTO NEUMATICO 4 PERSONAS TRABAJO EN PARALELO:</b>	
Mtto prev. Durac 4 pers (h)	45
Costo M.O TEC 1 (\$)	225.90
Costo M.O AYUD 1 (\$)	87.75
Costo M.O TEC 2 (\$)	211.92
Costo M.O AYUD 2 (\$)	105.96
Costo de repuestos (\$)	1927.26
Costo de insumos (\$)	232.73
Costo de materiales (\$)	20.4
Costo END inter PN,PHB.(\$)	90.29
Costo de END certificad (\$)	669.00
<b>Costo de intervencion (\$)</b>	<b>2811.91</b>

ANEXO 13

				<b>INFORME DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS DEL TANQUE O RECIPIENTE DE ALTA PRESIÓN</b>									
FECHA:		02/10/2017		código:		TQ-00745-01		<b>OBSERVACIONES:</b>					
ENCARGADOS:				Rondinel Casas, Miguel Ángel Enrique Villegas, Juan José				Debido a que los indicadores de falla en el sistema de carga / descarga presenta 56 % y en el sistema de almacenamiento 58% de disponibilidad por fallas, hasta el 02/10/2017 <b>se realizará como plan de acción que los MTTO PREVENTIVOS MENSUALES, se realizaran los DE MANERA QUINCENAL</b> y se entregará un informe de seguimiento a la gerencia.					
Tiempo medio entre fallas:				MTBF									
$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de trabajo}}{\text{número de fallas}}$				Sistema		DISPONIBILIDAD (%)							
				Carga / Descarga		56%		<b>Mejorar</b>					
				Eléctrico		87%							
Tiempo medio entre reparación: MTTR				Almacenamiento		58%		<b>Mejorar</b>					
				Símbolos Pictórico		96%							
$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por falla}}{\text{Número de fallas}}$				Períodos equivalente en horas		HORAS		Colores					
				SEMANTAL		48							
				QUINCENAL		104							
				MENSUAL		208							
				TRIMESTRAL		624							
				SEMESTRAL		1,248							
				ANUAL		2,496							
				LUSTRO		12,480							
Disponibilidad por fallas: DF				BIENIO		4,992							
$DF = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$													
Nro.	Equipo	Cant.	N° sist	Sistema	Tiempo neto horometro (h)	TTR (h)	Fallas	TTR (Sistema)	Falla (Sistema)	Tasa de Falla	MTBF	MTTR	Dispon Mec
1	Tanque o recipiente de alta presión	1	2	Carga / Descarga	200	175	17	87.50	8.50	0.07556	23.53	10.29	56%
			1	Electrico	200	26	3	26.00	3.00	0.01724	66.67	8.67	87%
			1	Almacenamiento	200	85	6	85.00	6.00	0.05217	33.33	14.17	58%
			3	Símbolos Pictorico	200	24	6	8.00	2.00	0.01042	100.00	4.00	96%
											PROMEDIO		74%

ANEXO 14

				INFORME DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS DEL TANQUE O RECIPIENTE DE ALTA PRESIÓN																													
FECHA:		01/11/2017		código:		TQ-00745-01		<b>OBSERVACIONES:</b>																									
ENCARGADOS: Rondinel Casas, Miguel Ángel Enrique Villegas, Juan José				Debido a que los indicadores de falla en el sistema de carga / descarga presenta 58 % y en el sistema de almacenamiento 58% de disponibilidad por fallas, hasta el 01/11/2017 <b>se seguira realizando como plan de acción los MTTO PREVENTIVO DE MANERA QUINCENAL</b> y se seguira entregando el informe de seguimiento a la gerencia.																													
Tiempo medio entre fallas: MTBF  $MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de trabajo}}{\text{número de fallas}}$																																	
Tiempo medio entre reparación: MTTR  $MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por falla}}{\text{Número de fallas}}$				Almacenamiento		58%		<b>Mejorar</b>																									
Disponibilidad por fallas: DF  $DF = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$				Símbolos Pictórico		96%																											
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Períodos equivalente en horas</th> <th>HORAS</th> <th>Colores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SEMANAL</td> <td>48</td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUINCENAL</td> <td>104</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MENSUAL</td> <td>208</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TRIMESTRAL</td> <td>624</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEMESTRAL</td> <td>1,248</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ANUAL</td> <td>2,496</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LUSTRO</td> <td>12,480</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BIENIO</td> <td>4,992</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Períodos equivalente en horas	HORAS	Colores	SEMANAL	48		QUINCENAL	104		MENSUAL	208		TRIMESTRAL	624		SEMESTRAL	1,248		ANUAL	2,496		LUSTRO	12,480		BIENIO	4,992		
Períodos equivalente en horas	HORAS	Colores																															
SEMANAL	48																																
QUINCENAL	104																																
MENSUAL	208																																
TRIMESTRAL	624																																
SEMESTRAL	1,248																																
ANUAL	2,496																																
LUSTRO	12,480																																
BIENIO	4,992																																
Nro.	Equipo	Cant.	N° sist	Sistema	Tiempo neto horometro (h)	TTR (h)	Fallas	TTR (Sistema)	Falla (Sistema)	Tasa de Falla	MTBF	MTTR	Dispon Mec																				
1	Tanque o recipiente de alta presión	1	2	Carga / Descarga	100	85	7	42.50	3.50	0.06087	28.57	12.14	58%																				
			1	Electrico	100	17	2	17.00	2.00	0.02410	50.00	8.50	83%																				
			1	Almacenamiento	100	42	4	42.00	4.00	0.06897	25.00	10.50	58%																				
			3	Simbolos Pictorico	100	13	4	4.33	1.33	0.01394	75.00	3.25	96%																				
											PROMEDIO		74%																				

ANEXO 15

				INFORME DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS DEL TANQUE O RECIPIENTE DE ALTA PRESIÓN																																																																	
FECHA:		01/12/2017		código:		TQ-00745-01		<b>OBSERVACIONES:</b>																																																													
ENCARGADOS: Rondinel Casas, Miguel Ángel Enrique Villegas, Juan José				Debido a que los indicadores de falla en el sistema de carga / descarga presenta 58 % y en el sistema de almacenamiento 60% de disponibilidad por fallas, hasta el 01/12/2017 <b>se seguira realizando como plan de acción los MITO PREVENTIVO DE MANERA QUINCENAL</b> y se seguira entregando el informe de seguimiento a la gerencia.																																																																	
Tiempo medio entre fallas: MTBF				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sistema</th> <th colspan="2">DISPONIBILIDAD (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carga / Descarga</td> <td></td> <td>59%</td> <td>Mejorar</td> </tr> <tr> <td>Eléctrico</td> <td></td> <td>83%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td></td> <td>60%</td> <td>Mejorar</td> </tr> <tr> <td>Símbolos Pictórico</td> <td></td> <td>96%</td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="2">Períodos equivalente en horas</th> <th>HORAS</th> <th>Colores</th> </tr> <tr> <td colspan="2">SEMANAL</td> <td>48</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">QUINCENAL</td> <td>104</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">MENSUAL</td> <td>208</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TRIMESTRAL</td> <td>624</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">SEMESTRAL</td> <td>1,248</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ANUAL</td> <td>2,496</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">LUSTRO</td> <td>12,480</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">BIENIO</td> <td>4,992</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Sistema		DISPONIBILIDAD (%)		Carga / Descarga		59%	Mejorar	Eléctrico		83%		Almacenamiento		60%	Mejorar	Símbolos Pictórico		96%		Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores	SEMANAL		48		QUINCENAL		104		MENSUAL		208		TRIMESTRAL		624		SEMESTRAL		1,248		ANUAL		2,496		LUSTRO		12,480		BIENIO		4,992	
Sistema		DISPONIBILIDAD (%)																																																																			
Carga / Descarga		59%	Mejorar																																																																		
Eléctrico		83%																																																																			
Almacenamiento		60%	Mejorar																																																																		
Símbolos Pictórico		96%																																																																			
Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores																																																																		
SEMANAL		48																																																																			
QUINCENAL		104																																																																			
MENSUAL		208																																																																			
TRIMESTRAL		624																																																																			
SEMESTRAL		1,248																																																																			
ANUAL		2,496																																																																			
LUSTRO		12,480																																																																			
BIENIO		4,992																																																																			
$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de trabajo}}{\text{número de fallas}}$																																																																					
Tiempo medio entre reparación: MTTR				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Períodos equivalente en horas</th> <th>HORAS</th> <th>Colores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">SEMANAL</td> <td>48</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">QUINCENAL</td> <td>104</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">MENSUAL</td> <td>208</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TRIMESTRAL</td> <td>624</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">SEMESTRAL</td> <td>1,248</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ANUAL</td> <td>2,496</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">LUSTRO</td> <td>12,480</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">BIENIO</td> <td>4,992</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores	SEMANAL		48		QUINCENAL		104		MENSUAL		208		TRIMESTRAL		624		SEMESTRAL		1,248		ANUAL		2,496		LUSTRO		12,480		BIENIO		4,992																					
Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores																																																																		
SEMANAL		48																																																																			
QUINCENAL		104																																																																			
MENSUAL		208																																																																			
TRIMESTRAL		624																																																																			
SEMESTRAL		1,248																																																																			
ANUAL		2,496																																																																			
LUSTRO		12,480																																																																			
BIENIO		4,992																																																																			
$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por falla}}{\text{Número de fallas}}$																																																																					
Disponibilidad por fallas: DF				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Períodos equivalente en horas</th> <th>HORAS</th> <th>Colores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">SEMANAL</td> <td>48</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">QUINCENAL</td> <td>104</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">MENSUAL</td> <td>208</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TRIMESTRAL</td> <td>624</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">SEMESTRAL</td> <td>1,248</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ANUAL</td> <td>2,496</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">LUSTRO</td> <td>12,480</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">BIENIO</td> <td>4,992</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores	SEMANAL		48		QUINCENAL		104		MENSUAL		208		TRIMESTRAL		624		SEMESTRAL		1,248		ANUAL		2,496		LUSTRO		12,480		BIENIO		4,992																					
Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores																																																																		
SEMANAL		48																																																																			
QUINCENAL		104																																																																			
MENSUAL		208																																																																			
TRIMESTRAL		624																																																																			
SEMESTRAL		1,248																																																																			
ANUAL		2,496																																																																			
LUSTRO		12,480																																																																			
BIENIO		4,992																																																																			
$DF = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$																																																																					
Nro.	Equipo	Cant.	N° sist	Sistema	Tiempo neto horometro (h)	TTR (h)	Fallas	TTR (Sistema)	Falla (Sistema)	Tasa de Falla	MTBF	MTTR	Dispon Mec																																																								
1	Tanque o recipiente de alta presión	1	2	Carga / Descarga	100	82	6	41.00	3.00	0.05085	33.33	13.67	59%																																																								
			1	Electrico	100	17	2	17.00	2.00	0.02410	50.00	8.50	83%																																																								
			1	Almacenamiento	100	40	2	40.00	2.00	0.03333	50.00	20.00	60%																																																								
			3	Simbolos Pictorico	100	12	4	4.00	1.33	0.01389	75.00	3.00	96%																																																								
PROMEDIO												75%																																																									

ANEXO 16

				INFORME DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS DEL TANQUE O RECIPIENTE DE ALTA PRESIÓN									
FECHA:		02/01/2018		código:		TQ-00745-01		<b>OBSERVACIONES:</b>					
ENCARGADOS: Rondinel Casas, Miguel Ángel Enrique Villegas, Juan José				Debido a que los indicadores de falla presentaron una mejora en el sistema de carga/descarga de 9% y en el sistema de almacenamiento 4% aumentando su disponibilidad hasta llegar el sist. carga/descarga 65% y el sist. de almacenamiento 62% de disponibilidad por fallas, hasta el 02/01/2018 <b>se seguira realizando como plan de acción los MTTO PREVENTIVO DE MANERA QUINCENAL</b> y se seguira entregando el informe de seguimiento a la gerencia.									
Tiempo medio entre fallas: MTBF  $MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de trabajo}}{\text{número de fallas}}$													
Tiempo medio entre reparación: MTTR  $MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por falla}}{\text{Número de fallas}}$				Sistema		DISPONIBILIDAD (%)							
				Carga / Descarga		65%		Mejorar					
				Eléctrico		83%							
				Almacenamiento		62%		Mejorar					
				Símbolos Pictórico		97%							
				Períodos equivalente en horas		HORAS		Colores					
				SEMANAL		48							
				QUINCENAL		104							
				MENSUAL		208							
				TRIMESTRAL		624							
				SEMESTRAL		1,248							
				ANUAL		2,496							
Disponibilidad por fallas: DF  $DF = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$				LUSTRO		12,480							
				BIENIO		4,992							
Nro.	Equipo	Cant.	N° sist	Sistema	Tiempo neto horometro (h)	TTR (h)	Fallas	TTR (Sistema)	Falla (Sistema)	Tasa de Falla	MTBF	MTTR	Dispon Mec
1	Tanque o recipiente de alta presión	1	2	Carga / Descarga	100	70	4	35.00	2.00	0.03077	50.00	17.50	65%
			1	Electrico	100	17	2	17.00	2.00	0.02410	50.00	8.50	83%
			1	Almacenamiento	100	38	2	38.00	2.00	0.03226	50.00	19.00	62%
			3	Simbolos Pictorico	100	10	3	3.33	1.00	0.01034	100.00	3.33	97%
											PROMEDIO		77%

ANEXO 17

				INFORME DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS DEL TANQUE O RECIPIENTE DE ALTA PRESIÓN																																																															
FECHA:		01/02/2018		código:		TQ-00745-01		<b>OBSERVACIONES:</b>																																																											
ENCARGADOS: Rondinel Casas, Miguel Ángel Enrique Villegas, Juan José				Debido a que los indicadores de falla en el sistema de carga / descarga presenta 75% y en el sistema de almacenamiento 64% de disponibilidad por fallas, hasta el 01/02/2018 <b>se seguira realizando como plan de acción los MTTO PREVENTIVO DE MANERA QUINCENAL</b> , se seguira supervisando y <b>mejorando los tiempos del TTR</b> asi como tambien se seguira entregando el informe de seguimiento a la gerencia.																																																															
Tiempo medio entre fallas: MTBF				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sistema</th> <th colspan="2">DISPONIBILIDAD (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carga / Descarga</td> <td></td> <td>75%</td> <td>Mejorar</td> </tr> <tr> <td>Eléctrico</td> <td></td> <td>83%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td></td> <td>64%</td> <td>Mejorar</td> </tr> <tr> <td>Símbolos Pictórico</td> <td></td> <td>97%</td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="2">Períodos equivalente en horas</th> <th>HORAS</th> <th>Colores</th> </tr> <tr> <td colspan="2">SEMANAL</td> <td>48</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">QUINCENAL</td> <td>104</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">MENSUAL</td> <td>208</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TRIMESTRAL</td> <td>624</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">SEMESTRAL</td> <td>1,248</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ANUAL</td> <td>2,496</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">LUSTRO</td> <td>12,480</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">BIENIO</td> <td>4,992</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Sistema		DISPONIBILIDAD (%)		Carga / Descarga		75%	Mejorar	Eléctrico		83%		Almacenamiento		64%	Mejorar	Símbolos Pictórico		97%		Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores	SEMANAL		48		QUINCENAL		104		MENSUAL		208		TRIMESTRAL		624		SEMESTRAL		1,248		ANUAL		2,496		LUSTRO		12,480		BIENIO		4,992	
Sistema		DISPONIBILIDAD (%)																																																																	
Carga / Descarga		75%	Mejorar																																																																
Eléctrico		83%																																																																	
Almacenamiento		64%	Mejorar																																																																
Símbolos Pictórico		97%																																																																	
Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores																																																																
SEMANAL		48																																																																	
QUINCENAL		104																																																																	
MENSUAL		208																																																																	
TRIMESTRAL		624																																																																	
SEMESTRAL		1,248																																																																	
ANUAL		2,496																																																																	
LUSTRO		12,480																																																																	
BIENIO		4,992																																																																	
$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de trabajo}}{\text{número de fallas}}$																																																																			
Tiempo medio entre reparación: MTTR				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Períodos equivalente en horas</th> <th>HORAS</th> <th>Colores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">SEMANAL</td> <td>48</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">QUINCENAL</td> <td>104</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">MENSUAL</td> <td>208</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TRIMESTRAL</td> <td>624</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">SEMESTRAL</td> <td>1,248</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ANUAL</td> <td>2,496</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">LUSTRO</td> <td>12,480</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">BIENIO</td> <td>4,992</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores	SEMANAL		48		QUINCENAL		104		MENSUAL		208		TRIMESTRAL		624		SEMESTRAL		1,248		ANUAL		2,496		LUSTRO		12,480		BIENIO		4,992																					
Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores																																																																
SEMANAL		48																																																																	
QUINCENAL		104																																																																	
MENSUAL		208																																																																	
TRIMESTRAL		624																																																																	
SEMESTRAL		1,248																																																																	
ANUAL		2,496																																																																	
LUSTRO		12,480																																																																	
BIENIO		4,992																																																																	
$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por falla}}{\text{Número de fallas}}$																																																																			
Disponibilidad por fallas: DF				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Períodos equivalente en horas</th> <th>HORAS</th> <th>Colores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">SEMANAL</td> <td>48</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">QUINCENAL</td> <td>104</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">MENSUAL</td> <td>208</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TRIMESTRAL</td> <td>624</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">SEMESTRAL</td> <td>1,248</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ANUAL</td> <td>2,496</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">LUSTRO</td> <td>12,480</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">BIENIO</td> <td>4,992</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores	SEMANAL		48		QUINCENAL		104		MENSUAL		208		TRIMESTRAL		624		SEMESTRAL		1,248		ANUAL		2,496		LUSTRO		12,480		BIENIO		4,992																					
Períodos equivalente en horas		HORAS	Colores																																																																
SEMANAL		48																																																																	
QUINCENAL		104																																																																	
MENSUAL		208																																																																	
TRIMESTRAL		624																																																																	
SEMESTRAL		1,248																																																																	
ANUAL		2,496																																																																	
LUSTRO		12,480																																																																	
BIENIO		4,992																																																																	
$DF = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$																																																																			
Nro.	Equipo	Cant.	N° sist	Sistema	Tiempo neto horometro (h)	TTR (h)	Fallas	TTR (Sistema)	Falla (Sistema)	Tasa de Falla	MTBF	MTTR	Dispon Mec																																																						
1	Tanque o recipiente de alta presión	1	2	Carga / Descarga	100	50	3	25.00	1.50	0.02000	66.67	16.67	75%																																																						
			1	Electrico	100	17	1	17.00	1.00	0.01205	100.00	17.00	83%																																																						
			1	Almacenamiento	100	36	2	36.00	2.00	0.03125	50.00	18.00	64%																																																						
			3	Simbolos Pictorico	100	10	2	3.33	0.67	0.00690	150.00	5.00	97%																																																						
											PROMEDIO		80%																																																						

ANEXO 18



INFORME DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS DEL TANQUE O RECIPIENTE DE ALTA PRESIÓN

FECHA:	01/03/2018	código:	TQ-00745-01	<b>OBSERVACIONES:</b>																																										
ENCARGADOS:	Rondinel Casas, Miguel Ángel Enrique Villegas, Juan José			Debido a que los indicadores de falla en el sistema de carga / descarga presenta 80% y en el sistema de almacenamiento 65% de disponibilidad por fallas, hasta el 01/03/2018 <b>se seguira realizando como plan de acción los MTTO PREVENTIVO DE MANERA QUINCENAL</b> , se seguira supervisando y <b>mejorando los tiempos del TTR</b> asi como tambien se seguira entregando el informe de seguimiento a la gerencia.																																										
Tiempo medio entre fallas:	MTBF																																													
$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de trabajo}}{\text{número de fallas}}$				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sistema</th> <th colspan="2">DISPONIBILIDAD (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carga / Descarga</td> <td>80%</td> <td>Mejorar</td> </tr> <tr> <td>Eléctrico</td> <td>83%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>65%</td> <td>Mejorar</td> </tr> <tr> <td>Símbolos Pictórico</td> <td>97%</td> <td></td> </tr> <tr> <th>Períodos equivalente en horas</th> <th>HORAS</th> <th>Colores</th> </tr> <tr> <td>SEMANTAL</td> <td>48</td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUINCENAL</td> <td>104</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MENSUAL</td> <td>208</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TRIMESTRAL</td> <td>624</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEMESTRAL</td> <td>1,248</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ANUAL</td> <td>2,496</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LUSTRO</td> <td>12,480</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BIENIO</td> <td>4,992</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sistema	DISPONIBILIDAD (%)		Carga / Descarga	80%	Mejorar	Eléctrico	83%		Almacenamiento	65%	Mejorar	Símbolos Pictórico	97%		Períodos equivalente en horas	HORAS	Colores	SEMANTAL	48		QUINCENAL	104		MENSUAL	208		TRIMESTRAL	624		SEMESTRAL	1,248		ANUAL	2,496		LUSTRO	12,480		BIENIO	4,992	
Sistema	DISPONIBILIDAD (%)																																													
Carga / Descarga	80%	Mejorar																																												
Eléctrico	83%																																													
Almacenamiento	65%	Mejorar																																												
Símbolos Pictórico	97%																																													
Períodos equivalente en horas	HORAS	Colores																																												
SEMANTAL	48																																													
QUINCENAL	104																																													
MENSUAL	208																																													
TRIMESTRAL	624																																													
SEMESTRAL	1,248																																													
ANUAL	2,496																																													
LUSTRO	12,480																																													
BIENIO	4,992																																													
Tiempo medio entre reparación:	MTTR																																													
$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por falla}}{\text{Número de fallas}}$																																														
Disponibilidad por fallas:	DF																																													
$DF = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$																																														

Nro.	Equipo	Cant.	N° sist	Sistema	Tiempo neto horometro (h)	TTR (h)	Fallas	TTR (Sistema)	Falla (Sistema)	Tasa de Falla	MTBF	MTTR	Dispon Mec
1	Tanque o recipiente de alta presión	1	2	Carga / Descarga	100	40	4	20.00	2.00	0.02500	50.00	10.00	80%
			1	Electrico	100	17	1	17.00	1.00	0.01205	100.00	17.00	83%
			1	Almacenamiento	100	35	1	35.00	1.00	0.01538	100.00	35.00	65%
			3	Símbolos Pictorico	100	9	1	3.00	0.33	0.00344	300.00	9.00	97%
											PROMEDIO	81%	

ANEXO 19



INFORME DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS DEL TANQUE O RECIPIENTE DE ALTA PRESION

FECHA:	02/04/2018	código:	TQ-00745-01	<b>OBSERVACIONES:</b>																																										
ENCARGADOS:	Rondinel Casas, Miguel Ángel Enrique Villegas, Juan José			Se realizaron los trabajos de <b>MTTO PREVENT. DE MANERA QUINCENAL</b> y se entregó un informe del desarrollo de los indicadores mes a mes a la gerencia, como punto de partida en el sistema de Carga/ descarga se tenía 55% de disponibilidad mejorando 30 pp. logrando obtener un 85%, en el sistema de almacenamiento se tenía como punto de partida 58% y mejora 8 pp. logrando un resultado de 66% . <b>Se recomienda como plan de acción reducir los tiempos en los TTR para incrementar la disponibilidad</b> , realizando seguimiento al personal en los trabajos realizados al recipiente.																																										
Tiempo medio entre fallas:	MTBF																																													
$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de trabajo}}{\text{número de fallas}}$																																														
Tiempo medio entre reparación:	MTTR																																													
$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por falla}}{\text{Número de fallas}}$				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sistema</th> <th colspan="2">DISPONIBILIDAD (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carga / Descarga</td> <td>85%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eléctrico</td> <td>84%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td>68%</td> <td>Mejorar</td> </tr> <tr> <td>Símbolos Pictórico</td> <td>97%</td> <td></td> </tr> <tr> <th>Períodos equivalente en horas</th> <th>HORAS</th> <th>Colores</th> </tr> <tr> <td>SEMANAL</td> <td>48</td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUINCENAL</td> <td>104</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MENSUAL</td> <td>208</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TRIMESTRAL</td> <td>624</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SEMESTRAL</td> <td>1,248</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ANUAL</td> <td>2,496</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LUSTRO</td> <td>12,480</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BIENIO</td> <td>4,992</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sistema	DISPONIBILIDAD (%)		Carga / Descarga	85%		Eléctrico	84%		Almacenamiento	68%	Mejorar	Símbolos Pictórico	97%		Períodos equivalente en horas	HORAS	Colores	SEMANAL	48		QUINCENAL	104		MENSUAL	208		TRIMESTRAL	624		SEMESTRAL	1,248		ANUAL	2,496		LUSTRO	12,480		BIENIO	4,992	
Sistema	DISPONIBILIDAD (%)																																													
Carga / Descarga	85%																																													
Eléctrico	84%																																													
Almacenamiento	68%	Mejorar																																												
Símbolos Pictórico	97%																																													
Períodos equivalente en horas	HORAS	Colores																																												
SEMANAL	48																																													
QUINCENAL	104																																													
MENSUAL	208																																													
TRIMESTRAL	624																																													
SEMESTRAL	1,248																																													
ANUAL	2,496																																													
LUSTRO	12,480																																													
BIENIO	4,992																																													
Disponibilidad por fallas:	DF																																													
$DF = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$																																														

Nro.	Equipo	Cant.	N° sist	Sistema	Tiempo neto horometro (h)	TTR (h)	Fallas	TTR (Sistema)	Falla (Sistema)	Tasa de Falla	MTBF	MTTR	Dispon Mec
1	Tanque o recipiente de alta presión	1	2	Carga / Descarga	100	30	1	15.00	0.50	0.00588	200.00	30.00	85%
			1	Eléctrico	100	16	1	16.00	1.00	0.01190	100.00	16.00	84%
			1	Almacenamiento	100	32	1	32.00	1.00	0.01471	100.00	32.00	68%
			3	Símbolos Pictórico	100	8	1	2.67	0.33	0.00342	300.00	8.00	97%
												PROMEDIO	84%