

Contrato N° 116_18_T_C_Tarija_

PROYECTO: ESTUDIO DE INTEGRIDAD DE RECIPIENTES A PRESIÓN ESTACIÓN TARIJA

Cliente: YPFB TRANSPORTE S.A.

Informe N°: INF No INSP-V-09-001

Contrato N°: 116-18-T-C

Servicio:

“INFORME DE INSPECCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO V-09, ESTACIÓN TARIJA”

Señores:

Ing. Marcelo Córdova

Ing. Ildefonso Togo

Santa Cruz de la Sierra, 05 de Abril del 2019

INDICE

1	DATOS GENERALES DEL EQUIPO.....	3
2	REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO.	3
3	INFORMACIÓN DE OPERACIÓN.....	3
4	INSPECCIONES Y EXAMINACIONES ANTERIORES	6
5	MANTENIMIENTO, REPARACIONES Y/O ALTERACIONES ANTERIORES	6
6	DOCUMENTOS base GENERADOS EN EL PROYECTO.....	6
7	MECANISMOS DE DAÑO SUSCEPTIBLES	9
8	INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA.....	10
9	ANÁLISIS DIMENSIONAL DE LA ESFERA	20
10	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	23
11	VALORIZACION	25
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26

Estimados señores por medio de la presente les doy a conocer el informe sobre la inspección externa realizada al tanque de almacenamiento, ubicada en la Estación Tarija, área del Parque de Tanques de GLP

1 DATOS GENERALES DEL EQUIPO

De manera general, el Tanque horizontal V-09 tiene los siguientes antecedentes:

- Usuario: YPFB TRANSPORTE S.A.
- Código de Construcción: ASME BPVC Sección VIII Div.1 Ed. 1995
- Fabricante: GASES INDUSTRIALES, DIV. DE LIQUID CARBONIC S.A.I.C.
- Recipiente Código: Si (Registro NB_74267)
- Servicio: Bulk Storage Tank
- Servicio especial: No
- Año de Construcción: 1974
- Año de Instalación: 1989
- Periodo fuera de servicio: No

2 REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO.

El Usuario no cuenta con la información de diseño original del Recipiente (Planos, Cálculos, listado de materiales y consideraciones de diseño), por lo que se gestiona la compra de los datos del Manufacturer Data Report y se utilizó esta información para realizar la Ingeniería a la Inversa en base a un relevamiento dimensional realizado con Escáner Láser 3D y relevamiento manual para soldaduras y detalles de marcaje de materiales, que fue elaborada por Inspectra S.R.L. en los documentos siguientes:

2.1 Memoria de Cálculo

2.1.1 Consideraciones de la Memoria de Cálculo

Los cálculos mecánicos se realizaron de acuerdo a lo indicado en la placa de datos e información que se obtuvo de históricos de operación, y las condiciones de diseño (Presión, Temperatura) de acuerdo a lo indicado en la placa de datos del equipo y el Manufacturer Data Report

- Presión de Diseño Interna: 17.5 Kg/cm² (250 psi)
- Temperatura de Diseño: 51.67 °C (125°F)
- Mínima Temperatura de Diseño del Metal: -20.0 °F
- Presión de Operación máxima: 10,805 Kg/cm² (153.6 Psi)
- Sobre-espesor por corrosión: 0 mm
- Eficiencia de Junta: 1 (Shell) 0.85 (Heads)
- Velocidad del viento: Ninguna (de acuerdo a ASCE 7-16)
- Condiciones Sísmicas: Ninguna

- Fluido de Proceso: GLP

2.1.2 Dimensiones

Las dimensiones que se tomaron en cuenta en el cálculo fueron las relevadas en campo.

- | | |
|---|------------|
| a) Diámetro Externo del Tanque: | 2134.11 mm |
| b) Longitud total de costura a costura: | 5748.02 mm |
| c) Longitud de Separación de las patas: | 2429.00 mm |

2.1.3 Materiales

Para la determinación de la especificación de materiales en el recipiente, se tomó los materiales declarados en el MDR NB_74283.

Los materiales con los que se elaboró la Memoria de Cálculo son:

- | | |
|---------------------------------|--------------|
| • Planchas del Cuerpo (virolas) | SA-455 |
| • Planchas de Cabezales | SA-455 A |
| • Cuplas | SA-105 |
| • Pads Refuerzos: | SA-283 Gr. C |
| • Soportes Patas | SA-283 Gr. C |

2.2 Código de diseño

Se utilizaron los códigos de diseño siguientes:

- ASME BPVC Section VIII, Div. 1, Edition 1995
- ASME BPVC Section VIII, Div. 1, Edition 1986
- ASME Section II, Materials specification, Edition 1995
- ASME B16.5, Pipe Flanges and Flanged fittings (NPS ½ through NPS 24)
- ASME B16.20, Metallic Gaskets for Pipe Flanges – Ring-Joint, Spiral-Wound
- ASCE 7-16, Minimum design loads for buildings and other structures

2.3 Máximas condiciones de trabajo

De acuerdo con los cálculos realizados para las condiciones de diseño se define las siguientes presiones máximas de trabajo:

1. Condición MAWP máxima presión admisible de trabajo:

166.5 Psi @ 125 °F (11,70 Kg/cm² @ 51.67°C)

2. Condición de MDMT mínima temperatura de diseño del metal:

5.01 °F @ 166.5 psi (11,70 Kg/cm²)

3. La Máxima presión admisible calculada es de 166.5 Psi, No cumple con la Presión de diseño utilizada para el Cálculo de diseño (250 Psi).

2.4 Deficiencias

ELEMENTO	OBSERVACION
N7	MAWP (173.17 PSI) Menor a la Presión de Diseño 250 Psig, Refuerzo no adecuado por UG-37 (Presión interna).
N8	MAWP (167.88 psi) Menor a la Presión de Diseño 250 Psig, Refuerzo no adecuado por UG-37 (Presión interna). El filete interno de soldadura (Leg 41 = 0.1969 in) es menor que el mínimo requerido de 0.31"
C-01	El espesor Actual 0.328" es Menor que el espesor requerido de 0.3284"
C-02	El espesor Actual 0.328" es Menor que el espesor requerido de 0.3284"
N3	MAWP (167.98) Menor a la Presión de Diseño 250 Psig. El espesor requerido tr para la presión de la boquilla de entrada excede el espesor de la pared del componente. (Presión interna). Refuerzo no adecuado por UG-37 (Presión interna). El filete interno de soldadura (Leg 41 = 0.2362 in) es menor que el mínimo requerido de 0.31"
M1	MAWP (249.49) Menor a la Presión de Diseño 250 Psig. Refuerzo no adecuado por UG-37 (Presión interna). El filete interno de soldadura (Leg 41 = 0.315 in) es menor que el mínimo requerido de 0.328"
N1	MAWP (249.33 psi) Menor a la Presión de Diseño 250 Psig. El espesor requerido tr para la presión de la boquilla de entrada excede el espesor de la pared del componente. (Presión interna). Refuerzo no adecuado por UG-37 (Presión interna). El filete interno de soldadura (Leg 41 = 0.2362 in) es menor que el mínimo requerido de 0.3571".
N4	La soldadura de filete 0.2362 es menor que la requerida por 0.3571
SI-01_02	EL espesor de la plancha base no es adecuado, EL perno de anclaje no es adecuado
N2	MAWP (166.5 psi) Menor a la Presión de Diseño 250 Psig, El espesor requerido tr para la presión de la boquilla de entrada excede el espesor de la pared del componente. (Presión interna). Refuerzo no adecuado por UG-37 (Presión interna).. El filete interno es de 0.1969 es menor que el mínimo de 0.31 "
V-01	El espesor Nominal 0.573" es Menor que el espesor requerido de 0.5739"
V-02	El espesor Nominal 0.573" es Menor que el espesor requerido de 0.5739"

Para ver más detalles de la memoria de cálculo ver el documento

1. Anexo 1_ MC- V-09 Cálculo Mecánico V-09

3 INFORMACIÓN DE OPERACIÓN

El Usuario reporta que el equipo ha operado desde su instalación hasta el momento de la inspección dentro de las consideraciones de diseño y no salió de servicio.

El equipo fue instalado primeramente en Estación Villamontes y fue trasladado a la Estación Tarija. El Usuario no entregó documentación de la inspección interna, externa y Evaluación de integridad obligatoria de acuerdo a lo descrito en API 510 Parr. 6.2.2.2

4 INSPECCIONES Y EXAMINACIONES ANTERIORES

El usuario no presentó documentación de inspecciones y/o exámenes anteriores.

5 MANTENIMIENTO, REPARACIONES Y/O ALTERACIONES ANTERIORES

El Usuario no reporta ninguna reparación y/o alteración documentada que se haya realizado sobre el equipo durante el periodo de operación.

No se tiene documentación disponible del mantenimiento rutinario de los dispositivos de alivio.

6 DOCUMENTOS BASE GENERADOS EN EL PROYECTO

Los siguientes documentos fueron generados para el presente estudio

6.1 RELEVAMIENTO DE DATOS MEDIANTE ESCÁNER LASER 3D DE ALTA DEFINICIÓN, RELEVAMIENTO TOPOGRAFICO Y ARRASTRE DE BM's Y MAQUETA 3D

El Relevamiento de datos se realizó mediante el escaneo Laser generando una nube de puntos la cual fue base para el modelado 3D.

6.2 REPORTE DE ANALISIS DIMENSIONAL, DISTORSIONES, FALTA DE REDONDEZ, VERTICALIDAD Y ASENTAMIENTO

El Reporte de análisis dimensional fue realizado con el modelo 3D. Ver documentos:

- a) "IF-V-09_02 Rev. 0_Análisis Dimensional"
- b) AD-V-09_Análisis Dimensional

Para mayores detalles ver el Punto 10 de este documento

6.3 PLAN DE INSPECCIÓN INICIAL E INSTRUCCIONES TÉCNICAS

El plan de inspección inicial fue desarrollado para realizar el Relevamiento de datos, ingeniería básica e inspección externa del V-09 Ver documento

- a) "PI-V-09_Rev. 0 "_Plan de Inspección

- b) "TR-V-09_Rev. 0"_Mapa de trazabilidad de Elementos y Juntas
- c) "IT-V-09_01_Rev.0"_Instrucciones de MEUT
- d) "IT-V-09_02_Rev. 0"_Instrucciones de MT
- e) "IT-V-09_03_Rev. 1"_Instrucciones Ultrasonido Automatico

6.4 PLANOS AS-IS

Se elaboraron los planos del V-09 de la Estación Tarija a partir del modelo 3D (Escaner de Alta Definición).
Para más detalles Ver documentos:

- a) TJ-E213-ME-01-02-01_ "Indice de Planos"
- b) TJ-E213-ME-01-05-01_ "Ubicación Estación Tarija"
- c) TJ-E213-ME-01-08-01_ "Plano General"
- d) TJ-E213-ME-01-05-02_ "Plano de Detalles"
- e) TJ-E213-ME-01-08-03_ "Detalles de Escaleras y plataformas"

6.5 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Se ejecutaron los siguientes Ensayos No Destructivos para obtener los datos requeridos para la evaluación de integridad Mecánica.

6.5.1 Ultrasonido Medición de Espesores

para mayor detalle ver los siguientes documentos

- a) Anexo 1_Medición de Espesores
- b) UT-ME-V-09-Hoja 001_ "Reporte de Medición de espesores"
- c) UT-ME-V-09- Hoja 002_ "Reporte de Medición de espesores"
- d) UT-ME-V-09- Hoja 003_ "Reporte de Medición de espesores"

6.5.2 Partículas Magnéticas

Para mayor detalle ver los siguientes documentos

- a) MT-TRJA-V-09_Hoja 01_ "Reportes de Partículas Magnéticas"
- b) MT-TRJA-V-09_Hoja 02_ "Reportes de Partículas Magnéticas"

6.5.3 Ultrasonido Automático

Para mayor detalle ver los siguientes documentos

- a) _INS-UT-PA-TOFD-06_Hoja 01 a 05_ "Reporte Phased Array V-09"

6.5.1 Listado de Indicaciones

Se realizó un listado de indicaciones con las indicaciones relevantes de la Inspección Visual y los Ensayos No Destructivos
Para mayor detalles Ver el siguiente documento.

- a) "LI-V-09_Rev. 0 (Anexo 1)"_ Listado de Indicaciones

6.5.2 Identificación Positiva de Materiales

Dado que el Tanque Horizontal V-09 cuenta con MDR pero en ese documento no está indicado la especificación del material, únicamente está la Tensión Admisible del material, se realizó PMI a la Virola 2 “V-02” para verificar si el material se aproxima a la especificación de los cabezales, para aproximar a un material y poder realizar los cálculos de Ingeniería, bajo los siguientes supuestos:

Para las Planchas del cuerpo:

- a) SA-455-B

Especificación de materiales con los que se compararán los resultados de la muestra tomada serán:

1. SA-455-B
2. SA-612-A

6.5.2.1 Conclusiones y Recomendaciones

Muestra 1 – V-02/17: La muestra tomada cae dentro de los valores indicados de la especificación SA-455, se identificó el material como SA-455-B porque de acuerdo a lo indicado en el MDR del equipo la Resistencia a la Tracción del material es de 73000 psi, y el material SA-455 para el espesor que tiene la plancha tiene la misma Resistencia a la tracción, como se muestra en la tabla 2. Por consiguiente se identifica al material como SA-455-B.

Para las Planchas del cuerpo:

- b) SA-455-B

Especificación de materiales con los que se compararán los resultados de la muestra tomada serán:

3. SA-455-B
4. SA-612-A

6.6 MEMORIAS DE CÁLCULO

6.6.1 Memoria de Cálculo Inicial

Se realizó la Memoria mecánica Inicial del V-09. Para mayor detalle ver el siguiente Documento

- a) **INF-V-09-002_Rev. 0_Informe del Ingeniero**
- b) **MC-V-09_01 Rev 0_Memoria de Cálculo Inicial**

6.6.2 Memoria de Cálculo de Valorización

Se realizó la Memoria Mecánica de valorización en software Inspect, basado en los resultados de la inspección visual y el Ultrasonido Medición de Espesores.

Para más detalle Ver el siguiente Documento

- a) **MC VAL V-09_Rev 0_Memoria de Valorización Inspect**
- b) **MC-VAL-V-09-PRE_AValorización**

6.7 HOJA DE DATOS DE SERVICIO INICIAL

La hoja de datos inicial fue elaborada con los datos de entrada del proyecto de acuerdo con los requerimientos del API 510

Para más detalle Ver el siguiente Documento

- a) "HD-V-V-09 Rev. 0"_hoja de Datos

6.8 HOJA DE DATOS BASADA EN LA MEMORIA DE CALCULO DE VALORIZACIÓN

La Hoja de datos fue ajustada con los datos obtenidos en la inspección y Ensayos No Destructivos

Para más detalle ver la hoja de datos en el documento:

- a) "HD-VAL-V-09 Rev. 0"_Hoja de Datos Final

6.9 PLAN DE INSPECCIÓN FUTURO E INSTRUCCIONES TÉCNICAS

El plan de inspección futuro fue realizado para complementar los resultados de esta inspección.

Para ver más detalles remitirse a los siguientes documentos:

- a) "180604-T-071-PIF-TK- 11_Rev. 0"_Plan de Inspección Futuro
- b) "LP-E218-FMT-Y-00-03_Rev_0"_Instrucción de Partículas Magnéticas
- c) "LP-E218-FUT-W-00-03-01_Rev_0"_Instrucción de Ultrasonido
- d) "LP-E218-MG-R-00-03-01_Rev_0"_Instrucción de Réplicas Metalográficas

7 MECANISMOS DE DAÑO SUSCEPTIBLES

En base a la información disponible se asumieron como susceptibles (Potenciales) los siguientes mecanismos de deterioro:

- 1) **Corrosión Atmosférica (1).** La corrosión atmosférica requiere de la presencia de agua condensada en la superficie del metal.
- 2) **Perdida de Espesor (Localizada o Generalizada) (1).** -
 - a) **P.E. Generalizada.** - La corrosión generalizada es el ataque que avanza con mayor o menor uniformidad sobre la superficie expuesta sin localización apreciable de ataque. La corrosión por ataque general puede ser reconocida por una rugosidad de la superficie y por la presencia de productos de corrosión.
 - b) **P.E. Localizada.** - ocurre en sitios discretos sobre una superficie metálica. Aunque la actividad corrosiva en estos sitios puede iniciarse y detenerse con cambios en el ambiente y puede iniciarse la corrosión en nuevos sitios, la corrosión se concentra en estos sitios. Las áreas circundantes a los sitios donde ocurre la corrosión localizada están corroídas en menor medida, o pueden estar esencialmente sin ataque. En esta sección se describen las tres formas de ataque localizado:
 - Corrosión por picaduras
 - Corrosión en cavidades

- Corrosión filiforme

- 3) **Corrosión en Cavidades (1).** - La corrosión en cavidades es una forma de ataque localizado en la que el sitio del ataque es un área en donde está restringido el libre acceso al medio ambiente circundante. Como la corrosión en cavidades es causada por las diferencias en las concentraciones de materiales dentro y fuera de la cavidad, la corrosión en cavidades se conoce también como corrosión de celdas de concentración. Esta forma de ataque localizado puede ocurrir en cavidades en donde convergen materiales de manera tal que el medio ambiente puede entrar en la unión entre ellos, pero el flujo de material dentro y fuera de la unión es restringido. Estas cavidades pueden ser de metal a metal o metal a no metal. Las cavidades se pueden formar también bajo depósitos de desechos o bajo productos de corrosión.
- 4) **Corrosión Galvánica (1).** - La corrosión galvánica se define como la corrosión acelerada por las diferencias de potencial entre diferentes metales cuando están en contacto eléctrico y expuestas a un electrolito.
- 5) **Agrietamiento Ambiental (1).** - El agrietamiento ambiental puede ocurrir muy rápidamente y dar lugar a una falla antes de que una inspección pueda identificar daños. El agrietamiento ambiental es la falla por fragilización de un material naturalmente dúctil, debido a la acción combinada de la corrosión y de los esfuerzos tensores.

Notas. -

(1) NACE Basic Corrosion Manual

(2) API 571 – Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in refining Industry

8 INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA

8.1 PREPARACIÓN DE SUPERFICIE Y CARACTERÍSTICA DE INSPECCIÓN

La inspección visual se realizó bajo las siguientes condiciones:

- Alcance: 100% de la superficie externa del V-09
- Preparación de superficie: Superficie con recubriendo en mal estado (Pintura).
- Técnica: Inspección Visual Directa / remota, con la ayuda de espejos de inspección, con luz natural y artificial a una intensidad mayor a 1000 Lux.
- Realizado: Ing. Oliver Añez – Inspector API 510.

8.2 INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA DE PLATAFORMAS, ESCALERAS, FUNDACIONES Y BASES

8.2.1 Escaleras, Plataformas Plancha Base, Patas o Cunas

Los elementos inspeccionados reporto los siguientes tipos de defectos:

- Deformación de elementos
- Desprendimiento de concreto
- Elementos no identificados

- d) P.E. Arranque de material
- e) P.E. Corrosión Localizada
- f) P.E. Corrosión Generalizada
- g) Fugas en Vávula
- h) Elemento mal soportado
- i) Diseño inadecuado de elementos temporales
- j) Espárragos sin tuercas de sujeción
- k) Estructura metálica del hormigón de la Base expuesta
- l) Grietas superficiales en el hormigón
- m) Plataforma asentada sobre el recipiente
- n) Revestimiento del concreto Suelto
- o) Defectos de soldadura
- p) Soporte y placa dañado

Estos Tipos de defectos fueron sub clasificados de acuerdo a los mecanismos de daño que pudieron desencadenarlos y/o MD que puedan generarse a partir de los tipos de indicaciones encontradas que afectan los elementos

- a) P.E. (Corrosión en Cavidades)
- b) Defecto de construcción y /o Montaje
- c) Daños Mecánicos
- d) Diseño inadecuado
- e) No Definido

Para ver más detalles de la inspección ver el punto 9 de este informe y el listado de Indicaciones en el Documento “LI-V-09 REV. 0”

8.3 INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA DE CUERPO

8.3.1 Preparación de superficie y característica de inspección

Al margen de lo expresado en el punto 8.1 la inspección visual de estos elementos se realizó bajo las siguientes condiciones:

- a) La inspección fue realizada sobre recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con zonas con falta de adherencia, lo cual no permitió ver el grado de progresión del daño sobre el sustrato metálico y hacer la identificación de todos los Mecanismos de Daño que pueden estar presentes.

8.3.2 Envoltente (Cuerpo)

Se realizó una verificación dimensional en base a los planos indicados en el punto 6.4 y los análisis dimensionales del Punto 10 de este documento.

Se encontraron los siguientes tipos de Indicaciones

- a) P.E. Corrosión Generalizada
- b) Recubrimiento Dañado

Estos Tipos de defectos fueron sub clasificados de acuerdo a los mecanismos de daño que pudieron desencadenarlos y/o MD que puedan generarse a partir de los tipos de indicaciones encontradas que afectan los elementos

- a) Corrosión Atmosférica
- b) No Definido

Para ver más detalles de la inspección ver el punto 9.0 de este informe y el anexo listado de indicaciones “LI-V-09 REV. 0”

8.4 INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA DE CABEZALES

8.4.1 Preparación de superficie y característica de inspección

Al margen de lo expresado en el punto 8.1 la inspección visual de estos elementos se realizó bajo las siguientes condiciones:

- a) La inspección fue realizada sobre recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con zonas con falta de adherencia, lo cual no permitió ver el grado de progresión del daño sobre el sustrato metálico y hacer una adecuada cuantificación de los Mecanismos de Daño

8.4.2 Cabezales (Heads)

Se realizó una verificación dimensional en base a los planos indicados en el punto 6.4 y los análisis dimensionales del Punto 10 de este documento.

Se encontraron los siguientes tipos de Indicaciones

- a) P.E. Corrosión Generalizada
- b) P.E. Corrosión Localizada
- c) Arranque de Material
- d) Recubrimiento Dañado

Estos Tipos de defectos fueron sub clasificados de acuerdo a los mecanismos de daño que pudieron desencadenarlos y/o MD que puedan generarse a partir de los tipos de indicaciones encontradas que afectan los elementos

- a) Corrosión Atmosférica
- b) Defectos de Construcción y/o Montaje
- c) No Definido (Los MD de daño que generaron el deterioro de la pintura no pudieron ser evaluados por falta de información y ensayos de control de calidad de pintura necesarios que no estaban disponibles)

Para ver más detalles de la inspección ver el punto 9.0 de este informe y el anexo listado de indicaciones “LI-V-09 REV. 0”

8.5 INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA DE LAS CONEXIONES

8.5.1 Preparación de superficie y característica de inspección

Al margen de lo expresado en el punto 8.1 la inspección visual de estos elementos se realizó bajo las siguientes condiciones:

- a) La inspección fue realizada sobre recubrimiento anticorrosivo lo cual limita verificar y cuantificar el grado de progresión del daño sobre el sustrato metálico y hacer una adecuada clasificación de los Mecanismos de Daño
- b) La verificación de las uniones roscadas es limitada dado que no se pueden observar los daños presentes en estos elementos.

8.5.2 Conexiones

Se realizó una verificación dimensional en base a los planos indicados en el punto 6.4 de este documento.

Se encontraron los siguientes tipos de Indicaciones

- a) Dispositivo de Alivio no identificado
- b) Espárragos y tuercas con material no identificado
- c) Fuga en asiento de Válvula
- d) P.E. Corrosión Localizada
- e) Socavaduras
- f) Recubrimientos dañados

Los defectos fueron sub clasificados de acuerdo a los mecanismos de daño que pudieron desencadenarlos y/o MD que puedan generarse a partir de los tipos de indicaciones encontradas que afectan los elementos

- a) Corrosión por hendiduras
- b) Defecto de construcción y montaje
- c) No Definido

8.5.3 Red contra incendio

La red contra incendio fue verificada y se observa diseño inadecuado con las siguientes indicaciones en las estructuras de soporte

- Soportaría inadecuada
- Cañería no soportada con seguro
- Espesor inadecuado de soportes
- Se debe verificar el diseño de los rociadores y su estado

8.5.4 Aterramiento

El aterramiento fue verificado visualmente y no presenta daños relevantes

9 RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

Se reportaron 68 indicaciones en la inspección visual externa del V-09

Nota: Para poder ver más detalles sobre la ubicación de las indicaciones ver Listado de Indicaciones "LI-V-09 REV. 0" adjunto a este informe.

A continuación, se presentan las indicaciones agrupadas Mecanismo de Daño / Causa Probable

9.1.1 Corrosión Atmosférica

Se observa pérdida de espesor por un proceso de corrosión electroquímico que ha generado Corrosión Localizada y Corrosión Generalizada en los diferentes elementos que sostienen presión del V-09, además la presencia de entalles producidos mecánicamente en la construcción, transporte o mantenimiento, los cuales no son defectos del servicio.

ELEMENTO	END	SUPERFICIE	No INDICACION	TIPO DE INDICACION	MECANISMO DE DAÑO / CAUSA	CLASIFICACIÓN DE LA INDICACIÓN	CÓDIGO O NÚMERO DE INFORME	OBSERVACION
P-01	VT	Exterior	i2	P.E (Corrosión Localizada)	Corrosión Atmosférica	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se verifico corrosión en forma de pitting con una perdida de hasta -0.5 mm
P-08	VT	Exterior	i4	P.E (Corrosión Generalizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso de corrosión electroquímico con productos de corrosión y pintura con falta de adherencia que propician el aumento de velocidad de corrosión bajo depositos
P-07	VT	Exterior	i2	P.E (Corrosión Generalizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso de corrosión electroquímico con productos de corrosión y pintura con falta de adherencia que propician el aumento de velocidad de corrosión bajo depositos
P-12	VT	Exterior	i1	P.E (Corrosión Generalizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso de corrosión electroquímico con productos de corrosión y pintura con falta de adherencia que propician el aumento de velocidad de corrosión bajo depositos
P-09	VT	Exterior	i2	P.E (Corrosión Generalizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso de corrosión electroquímico con productos de corrosión y pintura con falta de adherencia que propician el aumento de velocidad de corrosión bajo depositos
P-11	VT	Exterior	i2	P.E (Corrosión Generalizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso de corrosión electroquímico con productos de corrosión y pintura con falta de adherencia que propician el aumento de velocidad de corrosión bajo depositos
P-10	VT	Exterior	i2	P.E (Corrosión Generalizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso de corrosión electroquímico con productos de corrosión y pintura con falta de adherencia que propician el aumento de velocidad de corrosión bajo depositos
P-06	VT	Exterior	i1	P.E (Corrosión Localizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se verifico Perdida de espesor por proceso de corrosión electroquímico
P-09	VT	Exterior	i2	P.E (Corrosión Generalizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso de corrosión electroquímico con productos de corrosión y pintura con grietas y falta de adherencia que propician el aumento de velocidad de corrosión bajo depositos
P-05	VT	Exterior	i2	P.E (Corrosión Generalizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso de corrosión electroquímico con productos de corrosión y pintura con grietas y falta de adherencia que propician el aumento de velocidad de corrosión bajo depositos, ademas de la presencia de entalles mecanicos
V-09	VT	Exterior	i2	P.E (Corrosión Generalizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso de corrosión electroquímico con productos de corrosión y pintura con grietas y falta de adherencia que propician el aumento de velocidad de corrosión bajo depositos, ademas de la presencia de entalles mecanicos y amolados
V-02	VT	Exterior	i2	P.E (Corrosión Generalizada)	Corrosión Atmosférica	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso de corrosión electroquímico con productos de corrosión y pintura con grietas y falta de adherencia que propician el aumento de velocidad de corrosión bajo depositos, ademas de la presencia de entalles mecanicos y amolados

9.1.2 P.E. (Corrosión Cavidades)

La corrosión en cavidades está presente en bulones, tuercas, plataformas y uniones metálicas roscadas que están formando celdas electroquímicas activas propiciando las diferentes formas de corrosión

- 1) Corrosión debido a la diferencia en la duración de la humedad metal - metal ((Plataformas, Zonas adyacentes a la unión de las patas o cunas).
- 2) Corrosión bajo depósitos de residuos o en productos de corrosión (Plataformas, Zonas adyacentes a la unión de las patas o Cunas).
- 3) Corrosión por celdas de concentración de iones metálicos (metal-metal) (uniones rosacadas, Bulones y tuercas)

ELEMENTO	END	SUPERFICIE	No INDICACION	TIPO DE INDICACION	MECANISMO DE DAÑO / CAUSA	CLASIFICACIÓN DE LA INDICACIÓN	CÓDIGO O NÚMERO DE INFORME	OBSERVACION
N3	VT	Exterior	I1	P.E. (Corrosión Localizada)	Corrosión por hendiduras	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa la presencia de óxido entre la cupla y el accesorio roscado, la corrosión no se pudo cuantificar debido a que no se desmontaron las conexiones
N2	VT	Exterior	I1	P.E. (Corrosión Localizada)	Corrosión por hendiduras	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa la presencia de óxido entre la cupla y el accesorio roscado, la corrosión no se pudo cuantificar debido a que no se desmontaron las conexiones
N1	VT	Exterior	I1	P.E. (Corrosión Localizada)	Corrosión por hendiduras	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa la presencia de óxido entre la cupla y el accesorio roscado, la corrosión no se pudo cuantificar debido a que no se desmontaron las conexiones
M1	VT	Exterior	I4	P.E. (Corrosión Generalizada)	Corrosión por hendiduras	Remplazar	INF No INSP-V-09-001	Se observa un proceso electroquímico entre las bridas de la Entrada de hombre y Pernos y tuercas
N4	VT	Exterior	I3	P.E. (Corrosión Localizada)	Corrosión por hendiduras	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa la presencia de óxido entre la cupla y el accesorio roscado, la corrosión no se pudo cuantificar debido a que no se desmontaron las conexiones
N5	VT	Exterior	I3	P.E. (Corrosión Localizada)	Corrosión por hendiduras	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa la presencia de óxido entre la cupla y el accesorio roscado, la corrosión se ve incrementada por el par galvánico que genera con el instrumento de medición de volumen porcentual
N6	VT	Exterior	I2	P.E. (Corrosión Localizada)	Corrosión por hendiduras	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa la presencia de óxido entre la cupla y el accesorio roscado, la corrosión se ve incrementada por el par galvánico que genera con el instrumento de medición de temperatura
PT-01	VT	Exterior	I7	P.E. (Corrosión Localizada)	Corrosión por hendiduras	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa que el perno sufre corrosión severa debida a un proceso de corrosión electroquímico
PT-02	VT	Exterior	I3	esparrago sin tuerca	Corrosión por hendiduras	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa que el perno sufre corrosión severa debida a un proceso de corrosión electroquímico
PT-02	VT	Exterior	I3	P.E. (Corrosión Localizada)	Corrosión por hendiduras	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa que el perno sufre corrosión severa debida a un proceso de corrosión electroquímico

9.1.3 Daños Mecánicos

Se identificaron indicaciones que no corresponden al servicio del recipiente, sino más bien a tareas realizadas inadecuadamente o falta de mantenimiento.

ELEMENTO	END	SUPERFICIE	No INDICACION	TIPO DE INDICACION	MECANISMO DE DAÑO / CAUSA	CLASIFICACIÓN DE LA INDICACIÓN	CÓDIGO O NÚMERO DE INFORME	OBSERVACION
PT-01 (Base de Concreto)	VT	Exterior	I1	Grietas superficiales	Daños Mecánicos	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa grietas en la superficie del concreto lo que puede indicar que existir un proceso de corrosión de la estructura metálica interior
PT-01 (Base de Concreto)	VT	Exterior	I2	Desprendimiento de concreto	Daños Mecánicos	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-002	Se observa desprendimiento de concreto localizado
PT-02 (Sistema de puesta a tierra)	VT	Exterior	I1	Sin tuerca de sujeción	Daños Mecánicos	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa que el sistema puesta a tierra se encuentra suelto por lo cual no proporciona un buen contacto para cumplir su función
PT-02 (Base de Concreto)	VT	Exterior	I1	Grietas superficiales	Daños Mecánicos	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa grietas en la superficie del concreto lo que puede indicar que existir un proceso de corrosión de la estructura metálica interior
PT-02 (Base de Concreto)	VT	Exterior	I2	Desprendimiento de concreto	Daños Mecánicos	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-002	Se observa desprendimiento de concreto localizado

9.1.4 Defectos de construcción y/o Montaje

Se verificó la presencia de indicaciones y defectos ocasionados en el periodo de construcción, los cuales se pueden clasificar de acuerdo con el siguiente listado:

ELEMENTO	END	SUPERFICIE	No INDICACION	TIPO DE INDICACION	MECANISMO DE DAÑO / CAUSA	CLASIFICACIÓN DE LA INDICACIÓN	CÓDIGO O NÚMERO DE INFORME	OBSERVACION
M1 Brida Ciega	VT	Exterior	I2	Esparragos y Tuercas con material no identificado	Defecto de construcción y/o Montaje	Reemplazar	INF No INSP-V-09-001	Las tuercas y esparragos no tienen el material identificado
N7	VT	Exterior	I1	P.E. (Socavadura)	Defecto de construcción y/o Montaje	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Defecto de construcción y montaje
Placa	VT	Exterior	I1	Soporte y placa dañado	Defecto de construcción y/o Montaje	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa daños en placa y soporte
PT-01	VT	Exterior	I1	P.E. (Socavadura)	Defecto de construcción y/o Montaje	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa perdida de espesor por socavaduras
PT-01 Oreja de Izaje	VT	Exterior	I2	Estructura doblada	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa la estructura de la oreja doblada
PT-01	VT	Exterior	I3	Soldadura intermitente	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observan soldadura intermitente del lado interno
PT-01	VT	Exterior	I4	Plancha de la Base levantada	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa que la estructura metalica no esta siendo soportada por la base de hormigon, generando una flexión y corrosión por hendiduras en la plancha base
PT-01	VT	Exterior	I5	Cartela Exterior Doblada	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa que la estructura metalica esta deformada
PT-01 (Base de Concreto)	VT	Exterior	I3	Estructura metalica de Base expuesta	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	La estructura metalica de la base de concreto se encuentra expuesta lo que permite el ingreso de agua y humedad que produce productos de corrosión que dañan la alcalinidad del concreto
PT-01 (Base de Concreto)	VT	Exterior	I4	Relleno de Base de concreto con mortero	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa que se ha rellenado con mortero los espacios no alineados entre la base metalica y la base de concreto
PT-02	VT	Exterior	I1	Estructura doblada	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa la estructura de la oreja doblada y la soldadura con defectos de socavado
PT-02	VT	Exterior	I2	Soldadura intermitente	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observan soldadura intermitente del lado interno
PT-02	VT	Exterior	I4	Plancha de la Base levantada	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa que la estructura metalica no esta siendo soportada por la base de hormigon, generando una flexión y corrosión por hendiduras en la plancha base
PT-02 (Base de Concreto)	VT	Exterior	I3	Estructura metalica de Base expuesta	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	La estructura metalica de la base de concreto se encuentra expuesta lo que permite el ingreso de agua y humedad que produce productos de corrosión que dañan la alcalinidad del concreto
PT-02 (Base de Concreto)	VT	Exterior	I4	Relleno de Base de concreto con mortero	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa que se ha rellenado con mortero los espacios no alineados entre la base metalica y la base de concreto
P-07	VT	Exterior	I3	P.E. (Arranque de Material)	Defecto de construcción y/o Montaje	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Se observa Perdida de espesor por arranque de Material presumiblemente de construcción, de igual forma se observa una deformación hacia el interior del recipiente que debera ser verificada
C1-J06	UT PA	Exterior	I1	Indicación Lineal	Defecto de construcción y/o Montaje	Defecto	INS-UT-PA-TOFD-03	Se observa una indicación Lineal Rechazada de 93 mm
C2-J02	UT PA	Exterior	I1	Indicación Lineal	Defecto de construcción y/o Montaje	Defecto	INS-UT-PA-TOFD-03	Se observa una indicación Lineal Rechazada de 24 mm

9.1.5 Diseño Inadecuado

Se identificaron defectos relacionados a un diseño inadecuado por que no cumplen los requerimientos de ASME Sec. VIII Div 1 o las buenas prácticas de Ingeniería, o son elementos improvisados que no cumplen con los requerimientos de cálculo de la ingeniería de diseño

ELEMENTO	END	SUPERFICIE	No INDICACION	TIPO DE INDICACION	MECANISMO DE DAÑO / CAUSA	CLASIFICACIÓN DE LA INDICACIÓN	CÓDIGO O NÚMERO DE INFORME	OBSERVACION
Sistema contra incendio	VT	Exterior	I1	Soporteria inadecuada	Diseño inadecuado	Remplazar	INF No INSP-V-09-001	Se observaron las siguientes condiciones: - Cañería no soportada con seguro - Espesor inadecuado de soportes - Se debe verificar el diseño de los rociadores y su estado
Plataforma	VT	Exterior	I1	Plataforma no soportada	Diseño inadecuado	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observaron las siguientes condiciones: - La plataforma se encuentra asentada sobre el recipiente - La soporteria esta fijada a una conexión

9.1.6 No Definido. -

Se identificaron indicaciones a las cuales no se pudo determinar el Mecanismos de daño que degrado el material y/o la causa probable, esto debido a que se requieren análisis adicionales. Los tipos de indicaciones encontradas se clasificaron de acuerdo al siguiente listado.

Se observa que el recubrimiento de pintura ha perdido su capacidad de crear una barrera protectora del metal, para el control de la corrosión de la superficie externa. Se observa un proceso de corrosión Electroquímica generalizada con productos de corrosión debajo de la pintura donde el recubrimiento esta defectuoso

De manera general el V-09 presenta daños en el esquema de pintura aplicado en el cuerpo con desprendimiento y oxidación superficial y en algunos casos presenta material orgánico, como lo indicado en la siguiente tabla:

ELEMENTO	END	SUPERFICIE	No INDICACION	TIPO DE INDICACION	MECANISMO DE DAÑO / CAUSA	CLASIFICACIÓN DE LA INDICACIÓN	CÓDIGO O NÚMERO DE INFORME	OBSERVACION
M1	VT	Exterior	I1	Recubrimiento Dañado	No definido	Remplazar	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento en mal estado, la progresión del daño no puede ser cuantificada en su totalidad por las limitantes de la preparación superficial proporcionada en el momento de la inspección
P-02	VT	Exterior	I2	Recubrimiento Dañado	No definido	Remplazar	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento en mal estado, la progresión del daño no puede ser cuantificada en su totalidad por las limitantes de la preparación superficial proporcionada en el momento de la inspección
N8	VT	Exterior	I1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado. No se verifico los hilos de sello de la Conexión
N8	VT	Exterior	I1	Dispositivo de Alivio no identificado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se verifico que en la conexión se encuentra un dispositivo tipo placa de orificio sin ninguna protección, el cual acumula agua y muestra señales de corrosión interna dentro del niple
N7	VT	Exterior	I1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado. No se verifico los hilos de sello de la Conexión
N2	VT	Exterior	I1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado. No se verifico los hilos de sello de la Conexión
N7	VT	Exterior	I1	Dispositivo de Alivio no identificado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se verifico que en la conexión se encuentra un dispositivo tipo placa de orificio sin ninguna protección, el cual acumula agua y muestra señales de corrosión interna dentro del niple
N4	VT	Exterior	I1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado. No se verifico los hilos de sello de la Conexión
N4	VT	Exterior	I2	Fuga en asiento de Válvula	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa que la válvula presenta fugas de gas
N5	VT	Exterior	I1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado. No se verifico los hilos de sello de la Conexión
P-01	VT	Exterior	I1	Recubrimiento Dañado	No definido	Remplazar	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento en mal estado, la progresión del daño no puede ser cuantificada en su totalidad por las limitantes de la preparación superficial proporcionada en el momento de la inspección
N6	VT	Exterior	I1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado. No se verifico los hilos de sello de la Conexión
PT-01	VT	Exterior	I6	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Se observa que el perno sufre corrosión severa debida a un proceso de corrosión electroquímico
P-08	VT	Exterior	i1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con presencia de corrosión bajo depositos que no puede ser cuantificada por la preparación superficial presentada para la presente inspección

P-07	VT	Exterior	i1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con presencia de corrosión bajo depositos que no puede ser cuantificada por la preparación superficial presentada para la presente inspección
P-12	VT	Exterior	i2	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado
P-09	VT	Exterior	i1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con presencia de corrosión bajo depositos que no puede ser cuantificada por la preparación superficial presentada para la presente inspección
P-11	VT	Exterior	i1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con presencia de corrosión bajo depositos que no puede ser cuantificada por la preparación superficial presentada para la presente inspección
P-10	VT	Exterior	i1	Recubrimiento Dañado	No definido	Defecto	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con presencia de corrosión bajo depositos que no puede ser cuantificada por la preparación superficial presentada para la presente inspección
P-06	VT	Exterior	i2	Recubrimiento Dañado	No definido	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con presencia de corrosión bajo depositos que no puede ser cuantificada por la preparación superficial presentada para la presente inspección
P-05	VT	Exterior	i1	Recubrimiento Dañado	No definido	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con presencia de corrosión bajo depositos que no puede ser cuantificada por la preparación superficial presentada para la presente inspección
V-09	VT	Exterior	i1	Recubrimiento Dañado	No definido	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con presencia de corrosión bajo depositos que no puede ser cuantificada por la preparación superficial presentada para la presente inspección
V-02	VT	Exterior	i1	Recubrimiento Dañado	No definido	Evaluar y tomar acción	INF No INSP-V-09-001	Recubrimiento anticorrosivo en mal estado, con presencia de corrosión bajo depositos que no puede ser cuantificada por la preparación superficial presentada para la presente inspección

9.1.7 Válvula de alivio

La fecha de la última calibración encontrada físicamente sobre el dispositivo es del 17/03/2018.

Se observa que el Set de la válvula de Alivio está en 210 Psi.

10 ANALISIS DIMENSIONAL DEL V-09

El alcance es realizar una evaluación dimensional del Tanque de Almacenamiento de GLP con la nube de puntos obtenida del relevamiento dimensional realizado con un Escáner Láser 3D. Las evaluaciones a realizar son:

- Evaluación de Falta de redondez y Deformaciones en Cuerpo y Cabezales
- Evaluación de Horizontalidad en el cuerpo del Tanque

Para el análisis de la falta de redondez y deformaciones del cuerpo y cabezales se modeló en función de una figura esférica perfecta, para los cabezales y una figura cilíndrica perfecta para el cuerpo, obtenida de la nube de puntos del relevamiento 3D realizado en el Tanque de Almacenamiento.

Para los análisis de horizontalidad la obtención de datos se realizó de la nube de puntos del Tanque V-09

Para ver la metodología, criterios de evaluación, resultados y evaluaciones ver el documento "Informe Evaluación de Deformaciones V-09" y los siguientes anexos

- a) Anexo 1_AD-V-09/01 Rev. 0 Análisis de Deformaciones Tanque de Almacenamiento de GLP V-09

10.1 CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RESULTADOS

10.1.1 Falta de redondez permisible y deformaciones

De acuerdo a los requerimientos de fabricación, parte UG del código ASME BPVC Sección VIII Div. 1, Ed. 1971 Ad. 1973, las permisibilidades de falta de redondez en cuerpos esféricos sometidos a presión interna deberán cumplir los siguientes requerimientos:

- a) La diferencia entre los diámetros internos máximo y mínimo no debe superar el 1% del diámetro interno [UG-80 (a) (1)].
- b) La diferencia permisible entre los diámetros interiores cuando la sección transversal pasa a través de una boquilla no debe superar el 2% del diámetro interno de la boquilla [UG-80 (a) (2)].

Tolerancia para cabezales conformados:

- a) La superficie interna no deberá desviarse hacia afuera de la forma especificada en más de 1 1/4 % del diámetro interno ni hacia adentro de la forma especificada en más de 5/8% del diámetro interno. [UG-81 (a)]

INFORMACIÓN DEL RELEVAMIENTO:

- a) $D_n = 2119.45$ mm (Cuerpo)
- b) $D_i = 2117.33$ mm (Cabezales)
- c) $T_{\text{Nominal del Cuerpo}} = 0.573"$ (17.10 mm)
- d) $T_{\text{Nominal del Cabezales}} = 0.328"$ (11.11 mm)

TOLERANCIAS:

- a) Cuerpo a presión y Cabezales:
 - a. Diferencia máxima permitida entre diámetros internos mínimos y máximos: 21.19 mm
 - b. Diferencia máxima permitida entre los diámetros internos máximos y mínimos cuando está cerca de una boquilla: 42.38 mm
- b) Cabezales:
 - a. Máxima desviación de la forma hacia afuera: 26.466 mm
 - b. Máxima desviación de la forma hacia adentro: 13.233 mm

10.1.2 Horizontalidad

Se verificará la inclinación que presenta el recipiente, desde la línea de referencia, línea de soldadura circunferencia del Cabezal 1 (C-01) con la virola 1 (V-01) hacia el cabezal opuesto C-02.

10.2 Conclusiones

10.2.1 Falta de redondez permisible

El Tanque V-09 cumple con los requerimientos de falta de redondez y deformaciones establecidos en los parágrafos UG-80 (a) (1) y (2) y UG-81 (a), del Código ASME BPVC Sección VIII Div. 1 Ed. 1973

- a) Falta de redondez para presión interna en el cuerpo del Tanque presenta una desviación máxima en los cilindros V-01 de ± 13.09 mm, entre el 90° - 135° , desde la junta JC-01 hasta la soldadura del soporte (SI-1).
- b) La máxima desviación encontrada de la forma de los cabezales es como se indica a continuación:
 - a. Cabezal (C-01): Se observa que la máxima desviación hacia afuera es de 11mm, sin tomar en cuenta las soldaduras y zonas adyacentes a estas, las desviaciones están ubicadas principalmente en la unión de la Plancha P-03 y P-04 y próximas a las soldaduras circunferencial JC-01.
 - b. Cabezal (C-02): Se observa que la máxima desviación hacia afuera es de 4mm, en las planchas P-10, P-11 y una parte de las planchas P-09 y P-12. Se observa una desviación hacia adentro de -6mm en la zona cercana a la soldadura JC-03, principalmente de las planchas P-08, P-09 y P-12.

10.2.2 Horizontalidad del Tanque

Se observa una pendiente de +51mm hacia el cabezal 2 (C-02), es decir, que el recipiente tiene una inclinación de 8.87mm por metro (hacia arriba) como se puede apreciar en la figura 1

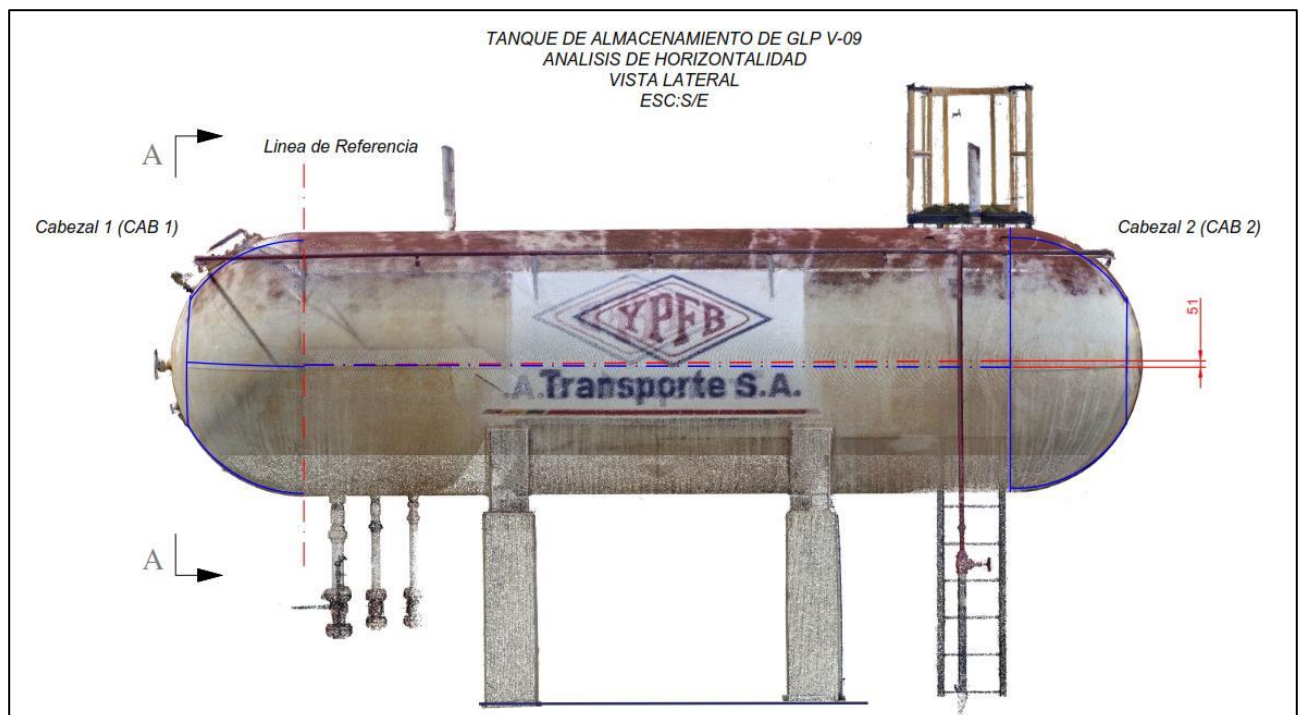


Figura 1: Horizontalidad del Tanque V-09

11 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

11.1 PARTÍCULAS MAGNETIZABLES

11.1.1 ALCANCE DEL ENSAYO

Se realizó el ensayo de acuerdo con el alcance indicado en las instrucciones IT-V-09_02_Rev. 0_Instrucción de MT.

11.1.2 PREPARACIÓN DE SUPERFICIE Y CARACTERÍSTICA DE INSPECCIÓN

Se realizó una preparación superficial mediante el uso de herramientas mecánicas hasta dejar la zona a ensayar libre de óxidos y pintura.

11.1.3 RESULTADOS DEL ENSAYO

En la realización del ensayo no se reportaron defectos caracterizados como defectos

Para más detalles ver documento

- a) MT-V-09-001
- b) MT-V-09-002

11.2 ULTRASONIDO AUTOMATICO PHASED ARRAY + TOFD

11.2.1 ALCANCE DEL ENSAYO

Se realizó el ensayo de acuerdo con el alcance indicado en las instrucciones IT-V-09_03_Rev. 1_Instrucción de Ultrasonido Automático

11.2.2 PREPARACIÓN DE SUPERFICIE Y CARACTERÍSTICA DE INSPECCIÓN

Se realizó una preparación superficial mediante el uso de herramientas mecánicas hasta dejar la zona a ensayar libre de óxidos y pintura.

11.2.3 RESULTADOS DEL ENSAYO

En la realización del ensayo se reportó una indicación lineal y una grieta evalaudas como Rechazadas.

JUNTA	METRICA (mm)	TECNICA	INDICACION (ES)							Estado	Nombre de data	Comentarios
			X (mm)	Y (mm)	Prof. (mm)	Long. (mm)	Altura (mm)	Ganancia dB	Grupo-Angulo			
C1-J06	70 - 600	TOFD	151	-	11	93	8		G4-G5	RECHAZADO	V-04-C1-J06_70-600	GRIETA
C2-J02	70 - 600	-	501	-2	9	24	1	40	G2	RECHAZADO	V-04-C2-J02_70-600	

11.3 MEDICIÓN DE ESPESORES PARTES DE PRESION

11.3.1 Alcance del ensayo

Se ejecutó este ensayo sobre los elementos que sostienen presión de acuerdo con lo indicado en el plan de inspección y las instrucciones de ensayos.

Para más detalles ver documentos:

- a) UT-ME-V-09-001
- b) UT-ME-V-09-002
- c) UT-ME-V-09-003
- d) UT-ME-V-09-004
- e) IT-V-09_01_Rev.0

11.3.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de la medición de espesores evaluados en el Anexo 2, dieron como resultado valores menores al espesor requerido por la ingeniería Mecánica, por lo que los CMLs del cuerpo y cabezales están rechazados por Ultrasonido Medición de espesores.

Para mayores detalles de los cálculos de valorización se puede ver planilla de cálculo en el documento "MC-VAL-V-09_0 (Anexo No 4)". Los resultados de la medición de espesores que se muestran en la tabla siguiente representan los CML mínimos medidos por elemento, en los cuales se puede observar en rojo que el espesor actual medido es menor que el espesor requerido en la ingeniería de diseño.

					Max. Perdida de Material Permitida	Perdida de Espesor Actual	Espesor Remanente
Elemento	CML	t(inicial)	t(actual)	t(requerido)	Dif. t(inicial) & t(requerido))	Dif. t(inicial) & t(actual)	Dif. t(actual) & t(requerido))
P-01	P-01/05	8.33	8.30	8.34	-0.01	0.03	-0.04
P-02-N4	P02-N4-01	8.33	7.80	8.34	-0.01	0.53	-0.54
P-03	P-03/02	8.33	8.07	8.34	-0.01	0.26	-0.27
P-04	P-04/02	8.33	7.50	8.34	-0.01	0.83	-0.84
P-05	P-05/01	8.33	7.07	8.34	-0.01	1.26	-1.27
P-06	P-06/01	8.33	8.03	8.34	-0.01	0.30	-0.31
P-07	P-07/05	8.33	8.05	8.34	-0.01	0.28	-0.29
P-08	P-08/04	8.33	7.68	8.34	-0.01	0.65	-0.66
P-09	P-09/03	8.33	8.14	8.34	-0.01	0.19	-0.20
P-10	P-10/02	8.33	7.46	8.34	-0.01	0.87	-0.88
P-11	P-11/01	8.33	7.37	8.34	-0.01	0.96	-0.97
P-12	P-12/03	8.33	7.20	8.34	-0.01	1.13	-1.14
V-01-N3	V-01-N3-04	14.55	13.18	14.58	-0.03	1.37	-1.40
V-02	V-02/13	14.55	13.96	14.58	-0.03	0.59	-0.62

12 VALORIZACION

12.1 CONSIDERACIONES DE LA VALORIZACIÓN PRELIMINAR

La valorización preliminar de los elementos que sostienen presión detalladas en este punto tiene las siguientes consideraciones

- Código de servicio: API 510 ed. 2014 Add. 2017
- Memoria de Calculo 1: MC inicial V-09 Tarija REV 0 . Tensiones admisibles igual al código original de construcción estimado.
- La valorización es solo para la carga de presión ya que se toma los espesores requeridos por esta carga. Memoria de cálculo de valorización para análisis de tensiones para refuerzo de conexiones, cargas sobre conexión, cargas sobre el manto y cargas estructurales es requerido realizarla en un software de integridad como el INSPECT.
- Para los espesores iniciales se utilizaron los declarados en el MDR y/o los establecidos en el Compres para los elementos estándar.
- Dado que no se tienen mediciones de espesores anteriores no se puede determinar una tasa de corrosión de corto plazo que tenga un porcentaje de error bajo, por tal motivo la valorización solo toma en cuenta el ratio de corrosión de largo plazo.
- Los valores de donde se toma el espesor actual son solo de la medición de espesores por UT no se está tomando los valores de perdida de material de la inspección visual externa ya que sobre esta se pone una barrera de pintura y no se ha realizado la inspección visual interna que determinara conjuntamente con los resultados obtenidos hasta ahora la localización de los CMLs gobernante por elemento del equipo.

12.2 Valorización de las Indicaciones de Perdida de Espesor por Ultrasonido

Para mayores detalles de los cálculos de valorización se puede ver planilla de cálculo en reporte Anexo No 2 y No 4 (Mínimos por Elemento) en este informe.

Los resultados que se muestran son los de los CML mínimos por elemento que sostiene presión:

Elemento	CML	RCLT	Categorización de la RCLT	VR años	Insp. Interna	Insp. Externa	Pérdida Est. Prox. 20años	t(requerido) + Est. Prox. 20años	Cuanto Reparar para Vida de 20años
P-01	P-01/05	0.0007	Baja	-57.1	-28.6	-28.6	0.01	8.4	0.0
P-02-N4	P02-N4-01	0.0117	Baja	-46.2	-23.1	-23.1	0.23	8.6	0.8
P-03	P-03/02	0.0057	Baja	-47.4	-23.7	-23.7	0.11	8.5	0.4
P-04	P-04/02	0.0183	Baja	-45.9	-23	-23	0.37	8.7	1.2
P-05	P-05/01	0.0278	Moderada	-45.7	-22.9	-22.9	0.56	8.9	1.8
P-06	P-06/01	0.0066	Baja	-47.0	-23.5	-23.5	0.13	8.5	0.4
P-07	P-07/05	0.0062	Baja	-46.8	-23.4	-23.4	0.12	8.5	0.4
P-08	P-08/04	0.0144	Baja	-45.8	-22.9	-22.9	0.29	8.6	0.9
P-09	P-09/03	0.0042	Baja	-47.6	-23.8	-23.8	0.08	8.4	0.3
P-10	P-10/02	0.0192	Baja	-45.8	-22.9	-22.9	0.38	8.7	1.3
P-11	P-11/01	0.0212	Baja	-45.8	-22.9	-22.9	0.42	8.8	1.4
P-12	P-12/03	0.0250	Moderada	-45.6	-22.8	-22.8	0.50	8.8	1.6
V-01-N3	V-01-N3-04	0.0303	Moderada	-46.2	-23.1	-23.1	0.61	15.2	2.0
V-02	V-02/13	0.0130	Baja	-47.7	-23.9	-23.9	0.26	14.8	0.9

Notas

N.M. No Medido

N.D. No definido (Valor actual mínimo mayor al nominal)

1. CML que tengan un espesor menor que lo indicado hay que reparar para mantener el periodo máximo de inspección de 20 años (Ojo se tomó la tasa de corrosión más alta del elemento, CML Gobernante)
2. Celdas de color rojo indican que están por debajo del espesor requerido y se tiene que reparar estas zonas
3. Celdas de color naranja indican que estos elementos son los que tienen el tiempo de vida menor o igual a 10 años
4. Celdas de color amarillo indican que estos elementos son los que tienen el tiempo de vida mayor a 10 años pero menor o igual a 20 años
5. Celdas de color azul indican que no se puede estimar su tasa de corrosión porque o porque no se pudo realizar la medición de espesor actual o por que la diferencia entre el espesor inicial y el actual es negativa y se necesitan mediciones futuras trazables para determinar un valor en base a la tasa de corrosión de corto plazo.

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se resumen las principales conclusiones y recomendaciones relacionadas a la integridad mecánica del V-09, enmarcadas en el código de Inspección API 510:

- 1) Condición MAWP máxima presión admisible de trabajo:
166.5 psi @ 125 °F
 - a. Condición de MDMT mínima temperatura de diseño del metal:
5.01 °F @ 166.5 psi
2. La Máxima presión admisible calculada es de 166.5 psi No cumple con la Presión de diseño utilizada para el Cálculo (250 psi).
- 2) El Manufacturer Data Report del Fabricante indica que el recipiente está construido para un servicio no corrosivo y no contempla sobre espesor de corrosión en la superficie interna y externa.
- 3) La ingeniería mecánica verifico que tomando en cuenta la carga del producto los espesores de los elementos del cuerpo y cabezal no verifica las condiciones de diseño. Al no disponer de espesor para corroer todas las indicaciones marcadas (Defectos de soldadura, entalles mecánicos, arranque de material, corrosión localizada y generalizada) en estos elementos se encuentran rechazadas y deben ser reparadas. Se deben proveer barreras para el control de corrosión y evaluar la efectividad de los esquemas propuestos periódicamente estableciendo rutinas de inspección, mantenimiento y reparación.
- 4) La ingeniería Mecánica da como resultado para las conexiones que la MAWP actual no verifica para las condiciones de diseño de 250 psi, excepto para las conexiones N5 y N6.

M1, N1,n2, N3, N4,N8,
- 5) El relevamiento de datos realizo la medición de las dimensiones de soldadura de las conexiones y elementos estructurales, las dimensiones de soldadura de filete para todas las conexiones no verifican el cálculo requerido por código, excepto N5, N6 y N7. Se recomienda que todas las conexiones sean reparadas o remplazados por uniones bridadas que cumplan las dimensiones mínimas requeridas en el código e ingeniería mecánica para las condiciones actuales de diseño o por el contrario para las nuevas condiciones en el De-Rating.

- 6) Las conexiones no están reforzadas adecuadamente, el área de refuerzo de las conexiones N7, N8, N3, M1, N1, y N2 no verifican las condiciones de refuerzo. Se debe realizar las modificaciones de las conexiones contemplando un diseño adecuado que cumpla todos los requerimientos de ingeniería y construcción establecidos en la Ingeniería Mecánica de acuerdo al ASME VIII Div 1, estableciendo un valor de Sobre espesor de corrosión de acuerdo a los resultados de la progresión del daño capturados en la inspección visual interna y los establecidos en la valorización de la medición de espesores.
- 7) La memoria mecánica de Valorización bajo las condiciones actuales del V-09 limita la presión a 158.97Psig @125°F, (11.18 Kg/cm² @ 51.67°C) sin embargo, esta presión no puede ser utilizada para realizar el De-rating, porque además deben valorarse la progresión del daño de la inspección Interna y proyectarse la pérdida de espesor para la vida útil que se pretenda dar al equipo.
- 8) La valorización se obtuvo el CML gobernante y el componente gobernante en la siguiente tabla.

Calculation Results Summary, API 510 10th Edition, May 2017 Addendum			
Projected Retirement Date:		Governing Component:	Salida (N2)
Governing CML:	CML 113 on V-01	Projected Thickness at Retirement Date:	13.66 mm
Target MAWP:	17.24 bar @ 51.67 °C	Target MAEP:	N/A

Equipment Information	
Vessel Name:	MV-V-09_01 Rev 0

Para mayor información ver el documento MV-V-09-01 Rev0, se debe tomar en cuenta que esta valorización fue realizada usando el concepto de promediado de valores de espesor obtenido en la medición de espesores.

- 9) Los resultados de la medición de espesores evaluados en el Anexo 2 y 4, dieron como resultado valores menores al espesor requerido por la ingeniería Mecánica, por lo que los CMLs del cuerpo y cabezales están rechazados por Ultrasonido Medición de espesores.
- 10) Los resultados de la inspección Visual externa con pérdida de espesor evaluados en el Anexo 3, para los que se utilizaron como referencia el valor mínimo medido por ultrasonido medición de espesores para cada elemento, dieron como resultado valores menores al espesor requerido por la ingeniería Mecánica, por lo que todas estas indicaciones se encuentran rechazadas. Excepto P07 y P-08, donde el espesor Actual es mayor que el espesor Inicial y los cálculos de Valorización NO pueden ser determinados
- 11) Debido a que el equipo se encuentra Rechazado para las condiciones actuales de diseño, se debe evaluar utilizar la herramienta de Fitness For Service según API 579 Última edición para cada uno de los mecanismos de daños y defectos encontrados que se encuentran rechazados, los resultados indicaran si el equipo puede ser mantenido para la operación actual.

- 12) Los defectos encontrados en el Ultrasonido Automatico exceden los valores permitidos por el código de construcción por lo que deberán ser reparados o evaluados por otro criterio de ingeniería como el API 579 FFS
- 13) La base de las Cunas y los pernos de anclaje se encuentran rechazados por lo que estos elementos deben ser remplazados.
- 14) Las Bases y Cunas del recipiente deben ser diseñadas cumpliendo los requerimientos del ASME Sec VIII Div 1 y previendo un sobre espesor de corrosión para el periodo de vida que defina el cliente. Estos elementos se encuentran rechazados y deben ser remplazados
- 15) La pintura ha perdido su capacidad como barrera para el control de la corrosión y que el espesor del recubrimiento no tiene una aplicación uniforme, por lo que se recomienda realizar el remplazo de la pintura existente, tomando en cuenta los controles de calidad para la preparación superficial, aplicación, inspección y pruebas de acuerdo a las recomendaciones SP (Estándar Practices), TM (Test Method) y Material requirement (MR) de NACE y con el acompañamiento de un profesional certificado
- 16) Se recomienda mantener un programa de control y evaluación de recubrimientos dentro de su sistema de control de la corrosión. Además de disponer de un programa de mantenimiento y cambio de pintura. Los esquemas propuestos deben ser probados en el tiempo para establecer su eficacia para las condiciones específicas de la estación Tarija.
- 17) Las bases de concreto presentan daños que se ven representados como grietas y desprendimiento, los mismos deben ser reparados y contar con la documentación de ingeniería para verificar si las fundaciones y bases son las adecuadas para las cargas que estan soportando.
- 18) Dado que el espesor actual del cuerpo y de los cabezales del Tanque para una presión de diseño de 250 Psig es insuficiente se recomienda hacer un de-rating de acuerdo al API 510, asumiendo nuevas condiciones de diseño que estén acordes a las condiciones actuales del recipiente, tomando en cuenta la perdida de espesor encontrados en la inspección visual externa, inspección visual interna y el valor de corrosión esperado para la Vida útil a la que se quiera llevar el equipo.
- 19) En las rutinas de reparación y mantenimiento deben ejecutarse de tal forma que se establezcan barreras que controlen la corrosión de acuerdo a las velocidades de corrosión que sean establecidas en la nueva ingeniería de diseño del De-Rating, dado que el sobre espesor de corrosión actual de cero es muy difícil de controlar, por lo que se recomienda establecer un valor para corroer al menos 1/16" de sobre espesor de corrosión, este valor debe ser verificado en función a los resultados de la inspección externa e inspección interna.

- 20) Para poder determinar el estado actual del recipiente se deber realizar la inspección Visual Interna del equipo en el menor tiempo posible, para tener los resultados de ambas inspecciones (Interna y externa) para establecer las condiciones para el De-Rating y/o actividades de reparación.
- 21) El equipo ha sobrepasado el tiempo máximo de inspección interna recomendado por el código de inspección API 510, de igual forma se obvio la inspección interna y externa por cambio de locación requerida por API 510 Parr. 6.2.2.2. Se recomienda realizar las inspecciones requeridas por el Código API 510 no excediendo los tiempo máximo de intervalo entre inspecciones.
- 22) Se recomienda realizar la inspección del Piping asociado a los recipientes de acuerdo al código de inspección API 570 última edición.
- 23) De los mecanismos de deterioro asumidos que fueron base para la elaboración del plan de inspección se concluye lo siguiente.

IT	MECANISMO DE DAÑO	ESTADO
1	Corrosión Atmosférica.	Activo
2	P.E. Generalizada	Activo
3	P.E. Localizada	Activo
4	Perdida de espesor Corrosión Bajo depósitos	Activo
5	Corrosión en Cavidades	Requiere acción
6	Corrosión Galvánica	Activo
7	Agrietamiento Ambiental	Activo

Se considera al mecanismo de Agrietamiento ambiental como mecanismo de daño gobernante, dado que es el de mayor probabilidad de falla por los resultados reportados de acuerdo con el alcance y limitaciones de la presente inspección.

- 24) La presente inspección del Tanque V-09 presentó las siguientes limitaciones:
- a) La inspección visual externa del recipiente se realizó sobre pintura en mal estado
 - b) La inspección visual interna. - No incluye en este alcance
 - c) El ensayo de Partículas Magnéticas fue limitado a conexiones
 - d) Verificación de Elementos de sujeción e hilos de uniones roscadas. - No incluida en este alcance

- 25) El resultado del análisis dimensional del equipo no presenta deformaciones fuera de las tolerancias establecidas por el código de construcción para los elementos que sostienen presión.
- 26) El resultado del análisis dimensional del equipo indica que la horizontalidad del equipo no presenta desviaciones fuera de las tolerancias del código de construcción
- 27) Se recomienda establecer las siguientes medidas de control
 - a) Establecer un manual de control de Calidad de Inspección.
 - b) Acciones correctivas para los resultados de inspección.
 - c) Establecer auditorías internas para el cumplimiento del Manual de control de Calidad de Inspección.
 - d) Presenciar la demostración de procedimientos de Ensayos No Destructivos y la demostración de habilidad del personal de END, de tal manera de garantizar que los Ensayos No Destructivos puedan capturar los Defectos esperados.
 - e) Establecer los parámetros para la Ventana Operativa de Integridad (IOWs), de tal manera de poder identificar los cambios en el proceso u otras condiciones que puedan afectar la integridad mecánica del Recipiente
 - f) Establecer programas de control de la corrosión.
 - g) Documentar la Verificación de la calificación, entrenamiento y certificación del personal de Ensayos No Destructivos.