



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

III Programa de Elaboración de Tesis

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Inspección y mantenimiento del tanque 50m45s de almacenamiento de hidrocarburos alineado a la norma api 653 en el lote 8 - ubicado en corrientes trompeteros - Loreto

Autor:

Bach. Luis Enrique Calderón Mego

Asesor:

Dr. Aníbal Jesús Salazar Mendoza

LAMBAYEQUE – PERÚ

Agosto del 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
III Programa de Elaboración de Tesis**

TESIS

**Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Inspección y mantenimiento del tanque 50m45s de almacenamiento de hidrocarburos alineado a la norma api 653 en el lote 8 - ubicado en corrientes trompeteros - Loreto

Autor:

Bach. Luis Enrique Calderón Mego

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE: Dr. Ing. Amado Aguinaga Paz

SECRETARIO: Msc. Ing. Oscar Méndez Cruz

MIEMBRO: Msc. Ing. Carlos Javier Cotrina Saavedra

ASESOR: Dr. Ing. Aníbal Jesús Salazar Mendoza

LAMBAYEQUE – PERÚ

Agosto del 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

III Programa de Elaboración de Tesis

TESIS

TITULO

Inspección y mantenimiento del tanque 50m45s de almacenamiento de hidrocarburos alineado a la norma api 653 en el lote 8 - ubicado en corrientes trompeteros - Loreto

CONTENIDOS

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Autor: Bach. LUIS ENRIQUE CALDERÓN MEGO

Dr. Amado Aguinaga Paz

Msc. Oscar Méndez Cruz

Msc. Carlos Javier Cotrina Saavedra

Dr. Aníbal Jesús Salazar Mendoza

LAMBAYEQUE – PERÚ

Agosto del 2022

DEDICATORIA

El presente trabajo le dedico a Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. A mi madre por ser lo más valioso que tengo y la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil, brindándome siempre su amor e incondicional soporte económico. A mi Familia y amigos por compartir conmigo buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTO

La siguiente tesis ha sido realizada gracias a la empresa INMAC PERÚ SAC., que me permitió utilizar la información del proyecto.

Agradezco a dios por haberme dado las fuerzas para culminar esta etapa importante en mi vida, a mi familia, en especial a mí prima Leticia por su incondicional ayuda con la gestión de documentos.

A los ingenieros Carlos Liy, gerente de construcciones; Pedro Mesías, superintendente de construcciones y al Ing. Humberto Huscamaita, supervisor de construcciones -lote 8, por su apoyo y colaboración con los permisos.

Además, a todas las personas que de uno u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo, y de manera especial a mi asesor el Dr. Aníbal Jesús Salazar Mendoza por su valioso soporte.

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue Inspeccionar y realizar el mantenimiento de tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos alineado a la norma API 653 en el lote 8- ubicado en Trompeteros- Loreto. Luego de inspeccionar el tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos se observó que: en la envolvente del tanque: de los escaneos realizados en el envolvente del tanque, se ha detectado pérdida de espesor apreciable en el tercer anillo. En el techo del tanque: pérdida del 90% de recubrimiento (externo), los pernos y espárragos del LIT presentan recubrimiento deteriorado. En el fondo del tanque: Se hallaron visualmente 55 perforaciones en total, ubicada en 6 planchas diferentes del fondo de tanque. En los Manholes se aprecia pérdida de recubrimiento y también presenta oxidación en las tuercas y espárragos. En las boquillas y válvulas se observa en proceso de oxidación. En la escalera y baranda se observa el área en donde hay pérdida de recubrimiento y la presencia de hongos, debido a la humedad y ambiente. En los refuerzos de cometidas los testigos de refuerzos presentan oxidación.

Se elaboró la ficha técnica del tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos. De donde se obtuvo que el año de inicio de operación fue en 1987, está construido bajo la norma API 650, el fluido de trabajo es de agua de reinyección. La presión de trabajo es 0,001 Psi y la presión de diseño es de 0,115 Psi, los materiales de la envolvente y el techo es de SA 283 Gr C.

Se ejecutó el mantenimiento a tanque realizando reparaciones internas como: apertura de ventana lateral, reemplazo completo de 90 planchas de fondo 5/16", reemplazo de arena bajo fondo de tanque (0,5 m de profundidad), fabricación e instalación de sumidero del fondo de acuerdo a API 650 y línea de drenaje 4" Sch

80, fabricación e instalación de soportes del difusor y columnas soporte del techo, fabricación e instalación de soporte y ánodos de aluminio. Reparaciones externas como: fabricación e instalación de pestaña en exterior de fondo de tanque (Drip Ring) ,instalación de regleta de medición. Se ejecutaron las pruebas de calidad: líquidos penetrantes a todas las juntas, además de: pruebas de vacío al fondo del tanque, prueba hidrostática con control de asentamientos. Granallado y pintado de fondo y primer anillo de tanque de acuerdo a API 652. El costo del mantenimiento del tanque fue de \$ 596 013,84.

Palabras clave: Inspección, tanque de hidrocarburo, ensayos no destructivos, protección catódica.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to inspect and carry out maintenance of the 50M45S hydrocarbon storage tank aligned to API 653 standard in lot 8- located in Trompeteros-Loreto. After inspecting the 50M45S hydrocarbon storage tank, it was observed that: in the tank shell: from the scans carried out in the tank shell, an appreciable loss of thickness has been detected in the third ring. On tank roof: 90% loss of coating (external), LIT studs and studs have deteriorated coating. At the bottom of the tank: A total of 55 perforations were found visually, located on 6 different plates at the bottom of the tank. In Manholes there is a loss of coating and there is also oxidation in the nuts and studs. It is observed in the nozzles and valves in the oxidation process. The area where there is loss of coating and the presence of fungi, due to humidity and environment, is observed on the staircase and railing. In the reinforcements of commits the reinforcement witnesses show oxidation.

The technical data sheet for the 50M45S hydrocarbon storage tank was prepared. From where it was obtained that the year of start of operation was in 1987, it is built under API 650, the working fluid is reinjection water. The working pressure is 0,001 Psi and the design pressure is 0,115 Psi, the materials of the envelope and the roof are SA 283 Gr C. Tank maintenance was carried out by carrying out internal repairs such as: opening of side window, complete replacement of 90 bottom plates 5/16", replacement of sand under the tank bottom (0,5 m deep), manufacture and installation of the sump of the bottom according to API 650 and 4" Sch 80 drainage line, manufacture and installation of diffuser supports and ceiling support columns, manufacture and installation of aluminum support and anodes. External repairs such as: manufacture and installation of flange on exterior of tank bottom (Drip Ring), installation of measuring strip. Quality tests were carried out:

penetrating liquids at all joints, in addition to: vacuum tests at the bottom of the tank, hydrostatic test with settlement control. Shot blasting and bottom painting and first tank ring according to API 652. The cost of tank maintenance was \$ 596 013,84.

Key words: Inspection, hydrocarbon tank, non-destructive tests, cathodic protection.

ÍNDICE

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Formulación del Problema	3
1.3. Delimitación de la Investigación	3
1.3.1. Delimitación espacial	3
1.3.2. Delimitación temporal	5
1.4. Justificación e Importancia de la TESIS.....	5
1.4.1. Justificación Técnica.	5
1.4.2. Justificación Ambiental	6
1.5. Limitaciones de la TESIS.....	6
1.6. Objetivos de la TESIS	6
1.6.1. Objetivo General	6
1.6.2. Objetivo Específicos.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de Estudios	7
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado	9
2.2.1. Sistema de almacenamiento de combustible.....	9
2.2.2. Mantenimiento de tanques.....	16
2.2.3. Procesos de soldadura.....	17
2.2.4. Ensayos no destructivos.....	29
2.2.5. Protección Catódica.....	33
2.2.6. Recubrimiento	36
2.2.7. Topografía	37
2.2.8. Teoría de válvulas y manholes	39
2.2.9. Norma API 653	40
2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.	40

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	43
3.1. Tipo y diseño de investigación	43
3.2. Población y muestra	43
3.3. Hipótesis.....	43
3.4. Variables - Operacionalización.....	43
3.5. Métodos y Técnicas de investigación	44
3.6. Descripción de los instrumentos utilizados.....	45
3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos	45
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	46
4.1. Propuesta de la investigación	46
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	47
5.1. inspección para determinar la situación actual del tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos.	47
5.1.1. Envolvente del tanque.	47
5.1.2. techo del tanque.....	48
5.1.3. Fondo del tanque.	49
5.1.4. Estructura de soporte de techo.	49
5.1.5. Manholes, boquillas y válvulas.....	50
5.1.6. Escalera fija y baranda.....	51
5.1.7. Estado actual de los cordones de soldadura del tanque de almacenamiento.	52
5.1.8. Fundación de concreto.....	54
5.1.9. Estado actual del recubrimiento del tanque de almacenamiento.	55
5.1.10. Estado actual de la protección catódica y conexiones a tierra.	55
5.1.11. Cálculo del sistema de protección catódica	56
5.2. Mantenimiento del tanque 50M45S.....	59
5.2.1. Reparaciones internas al tanque.....	59
5.2.2. Reparaciones externas al tanque.....	71
5.2.3. Ejecución de pruebas de calidad	73
5.2.4. Prueba de vacío al fondo de tanque.	76
5.2.5. Granallado y pintado de tanque	78
5.2.6. Facilidades para puesta en marcha.....	79
5.3. Cálculo del costo del mantenimiento.....	80
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
6.1. Conclusiones	81
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	83
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	44
Tabla 2 Técnicas e instrumentos	45
Tabla 3 Resumen de valorización de espesores (Espesores requeridos según API 653).....	47
Tabla 4 Indicciones de pérdida de espesor en el techo	49
Tabla 5 Datos para el cálculo de protección catódica.....	57
Tabla 6 Área superficial de la estructura	57
Tabla 7 Calculo del requerimiento de corriente.....	58
Tabla 8 Calculo de los ánodos.....	58
Tabla 9 Datos y características del tanque.....	59
Tabla 10 Espesor mínimo del filete de soldadura	64
Tabla 11 Clasificación general de resistividad	66
Tabla 12 Características de la arena aceptable	67
Tabla 13 Especificación de pintura para tanques de almacenamiento	78
Tabla 14 Costo total del mantenimiento.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: ubicación del distrito de Trompeteros	4
Figura 2: cilindro vertical de techo fijo	10
Figura 3: Pérdidas por vaporación en un tanque de techo fijo.	11
Figura 4: Tanque de almacenamiento de techo cónico	12
Figura 5: Tanque de techo flotante externo	13
Figura 6: Tanque de techo flotante interno	13
Figura 7: Tanque de almacenamiento esférico	14
Figura 8: Tanque esférico a presión	15
Figura 9: Tanque horizontal	15
Figura 10: Soldadura SMAW.....	18
Figura 11: Electrodo.....	18
Figura 12: Soldadura GMAW	21
Figura 13: Soldadura GTAW	22
Figura 14: Movimiento de iones en el plasma	22
Figura 15: Polaridad DCEN	23
Figura 16: Polaridad DCEP.....	23
Figura 17: Polaridad CA	24
Figura 18: Soldadura por arco con núcleo de fundente con gas.....	25
Figura 19: Soldadura por arco con núcleo de fundente y autoprotección.	25
Figura 20: Equipo típico para soldadura por arco con núcleo de fundente semiautomática.....	26
Figura 21: Sistema de identificación para electrodos de acero para FCAW.	27
Figura 22: Requerimientos de protección y polaridad para electrodos de FCAW de acero.....	28
Figura 23: Proceso de soldadura por arco sumergido.	29
Figura 25: Esquema de las partes de un tanque	30
Figura 26: Cambio del potencial de corrosión libre.....	34
Figura 27: Anodos de sacrificio	35
Figura 28: Protección Catódica con Corriente Impresa.	35
Figura 29: Medidor de espesores de recubrimientos	36
Figura 30: Tipos de asentamientos para cascos de tanques.	38
Figura 31: Posicionamiento de estación total para inspección por redondez	39
Figura 32: Valores de SCAN B en generatriz M (del 2do al 5to anillo)	47
Figura 33: Localización de escaneos en envoltorio del Tanque 50M45S	48

Figura 34: Soporte del techo	50
Figura 35: Manhole	50
Figura 36: Boquillas en proceso de oxidación	51
Figura 37: Válvulas	51
Figura 38: Pérdida de recubrimiento y presencia de hongos en la escalera	52
Figura 39: Uniones soldadas cordón externo-Partículas magnéticas	52
Figura 40: Sello de pestaña de fondo.....	53
Figura 41: Refuerzos de acometidas.....	54
Figura 42: Líneas de toma de muestra.....	54
Figura 43: Fundación de concreto	55
Figura 44: Recubrimiento del tanque	55
Figura 45: Protección catódica	56
Figura 46: Puesta a tierra.....	56
Figura 47: Carcasa del tanque y ubicación del fondo interior – API 653	60
Figura 48: Apertura de 2 ventanas en cilindro del tanque.....	61
Figura 49: Juntas típicas de las láminas de fondo.....	62
Figura 50: Método para la preparación de láminas traslapadas soldadas del fondo debajo del cuerpo	63
Figura 51: Espaciamiento de soldaduras de láminas triples en la lámina anular.....	64
Figura 52: Distribución de taques en el fondo	65
Figura 53: Disposición de arena contaminada en Buld drum	68
Figura 54: Relleno y compactado de arena nueva	68
Figura 55: fabricación del sumidero	69
Figura 56: Cambio de Soportes del techo del tanque.....	70
Figura 57: Base de columnas en tanques.....	70
Figura 58: Ánodos de aluminio	71
Figura 59: Drip Ring	72
Figura 60: Cumplimiento de los procedimientos en los ensayos de calidad	76
Figura 61: Prueba de vacío al fondo del tanque.....	77
Figura 62: Granallado y pintado del primer anillo.....	79
Figura 63: Instalación de ánodos de aluminio.	79

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tuvo como finalidad Inspeccionar y realizar el mantenimiento de tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos alineado a la norma API 653 en el lote 8- ubicado en Trompeteros- Loreto.

La tesis se ha organizada en seis capítulos:

En el capítulo I se realiza una descripción de la realidad problemática que se presenta En el tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos ubicado en Trompeteros- Loreto, luego se realizó la formulación del problema, delimitación de la investigación, justificación tanto técnica como ambiental, limitaciones y objetivos específicos que se plantearon con la finalidad de que el tanque de almacenamiento de hidrocarburos quede operativo.

En el capítulo II se describe el fundamento teórico tanto sobre tanques de almacenamiento de hidrocarburos, normas API relacionadas, ensayos no destructivos, protección catódica, teoría de válvulas y Manholes.

En el capítulo III, se redacta el marco metodológico, donde se redacta la el proceso desde la inspección para obtener datos hasta la aplicación del mantenimiento para corregir las falencias encontradas en el tanque, realización de pruebas para que quede operativo. Se indica el tipo de investigación, las técnicas y los instrumentos.

En el capítulo IV se describe la propuesta.

En el Capítulo V se muestran los resultados de la inspección, elaboración de la ficha técnica del tanque, resultados de la aplicación del mantenimiento, así como el presupuesto. En el capítulo VI se redactan las conclusiones y luego los anexos.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

Nivel internacional

Según PRODEISEL (2019) “Considerando que el diésel y bunker es un hidrocarburo, este tiende a oxidarse y degradarse con el tiempo, la presencia de agua origina pérdida de lubricidad, corrosión e induce a la presencia de hongos y bacterias”.

“La calidad del combustible definitivamente puede afectar varios aspectos en la operación de motores o quemadores” (PRODIESEL, 2019).

Incremento en el consumo de combustible.

Disminución de la potencia.

Corrosión del tanque y líneas de transporte.

Taponamiento y cambios continuos de filtros.

Incremento del desgaste en toberas, bombas de inyección, inyectores o boquillas.

Incremento de las incrustaciones en calderos o gomas y barnices en motores

Problemas abrasivos y corrosivos en motores.

Crecimiento de bacterias, hongos y mohos.

Incremento del costo de mantenimiento de los equipos

“Para evitar estos problemas, el mantenimiento de los tanques se hace cada vez necesario” (PRODIESEL, 2019).

Nivel Local

En el tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos ubicado en Trompeteros-Loreto, se ha observado que en las planchas del fondo de tanque existen

perforaciones, pérdida total de recubrimiento en todas las planchas del piso. Perforaciones en la parte inferior de los postes que brindan soporte al difusor. Los pernos y espárragos del LIT presentan recubrimiento deteriorado, así como oxidación en espárragos y tuercas, Se observa que algunas Válvulas en el techo de tanque presentan manchas de Hidrocarburo que proviene de la rejilla. Las planchas del techo en proceso de oxidación (interno). También se observó que los ánodos de aluminio están totalmente consumidos. En la envolvente del tanque se ha observado que no tiene placa de identificación, solo existe un recuadro pintado con su información. Con estos resultados visuales del tanque es de esperar que existan muchos más problemas que no se pueden detectar a la vista entonces se propone la inspección y mantenimiento con la finalidad prolongar la vida útil del tanque el cual es el propósito de la tesis.

1.2. Formulación del Problema

¿Mediante inspección y mantenimiento del tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos alineado a la norma API 653 en el lote 8- ubicado en Trompeteros - Loreto lograremos subsanar los problemas que presenta?

1.3. Delimitación de la Investigación

1.3.1. Delimitación espacial

El tanque 50M45S se encuentra ubicado en el distrito de Trompeteros, perteneciente a la provincia de Loreto

Distrito de Trompeteros

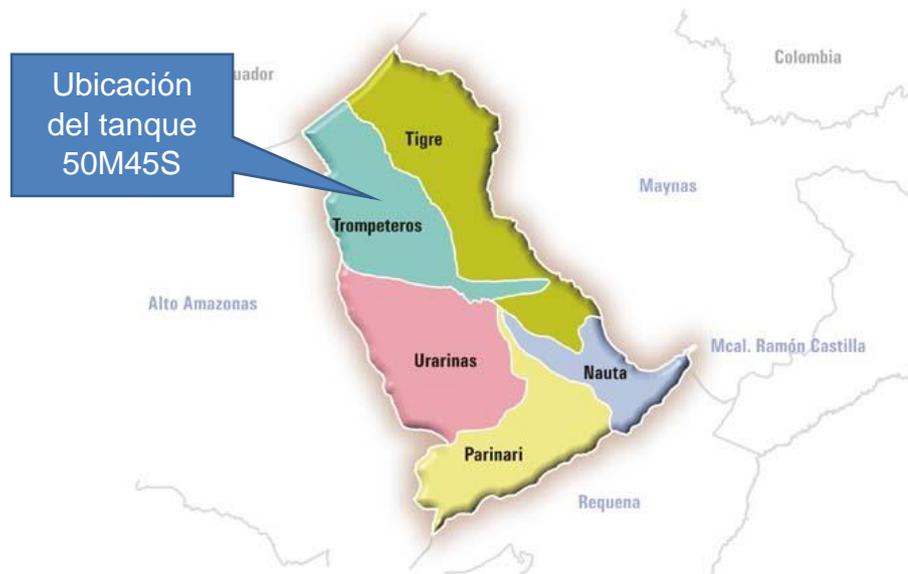


Figura 1: ubicación del distrito de Trompeteros

Fuente: (Departamento de Loreto, 2006)

El distrito de Trompeteros Según (iperú.org, 2019) “es uno de los cinco distritos que conforma la provincia de Loreto en el departamento de Loreto, bajo la administración del Gobierno Regional de Loreto, en el Perú. Su capital es el **Pueblo de Villa Trompeteros** ubicado a 124 msnm”.

“Geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas UTM: Este: 493275; Norte: 9579285. **Departamento:** Loreto. **Provincia:** Loreto. **Superficie:** 12246,01 km². **Población:** 8,396 hab. (censo 2017). **Ubigeo:** 160304” (iperú.org, 2019)

El distrito limita con:

“**Norte:** con la República de Ecuador. **Sur:** con el distrito de Urarinas. **Este:** con el distrito de Tigre. **Oeste:** con la provincia de Alto Amazonas” (iperú.org, 2019)

Clima

Las condiciones climatológicas, según los datos reportados en la zona son las siguientes:

Temperatura Máxima: 36 °C

Temperatura Media Anual: 28 °C

Temperatura Mínima: 22 °C

Precipitación media anual (mm): 2 500

Vías de Acceso

Se puede llegar a la ciudad de Villa Trompeteros por Vía Fluvial:

- a) Desde Yurimaguas a través del río Huallaga, continuando por el Marañón ingresando al río tigre y finalmente al río corrientes (17 horas aproximadamente en rápido y 36 horas en lanchas).
- b) Desde Iquitos a través del río Amazonas por vía fluvial (12 horas aprox.) hasta la ciudad de Nauta, continuando por el río Marañón ingresando al río tigre y finalmente al río corrientes (48 horas en lancha).
- c) Desde Iquitos por vía terrestre hasta Nauta (1 hora 30 minutos), continuando por el Marañón ingresando al río tigre y finalmente al río corrientes (13 horas aproximadamente en rápido). (MUNICIPALIDAD DISTRIAL DE TROMPETEROS Dirección de Obras e Infraestructura MDT, 2015)

1.3.2. Delimitación temporal

Este trabajo de Tesis tuvo una duración de 06 meses.

1.4. Justificación e Importancia de la TESIS

1.4.1. Justificación Técnica.

Debido a la importancia del tanque se requiere contar con equipos, materiales, procedimientos y personal adecuado para realizar las diferentes actividades que garantice la confiabilidad del mismo.

1.4.2. Justificación Ambiental

Con la implementación de la presente investigación no se producirán efectos negativos al medio ambiente.

1.5. Limitaciones de la TESIS

Por términos políticos de privacidad de las empresas involucradas en el proyecto, no se permite acceder a toda la información necesaria.

1.6. Objetivos de la TESIS

1.6.1. Objetivo General

Inspeccionar y realizar el mantenimiento de tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos alineado a la norma API 653 en el lote 8- ubicado en Trompeteros- Loreto

1.6.2. Objetivo Específicos

- a) Inspeccionar la situación actual del tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos.
- b) Ejecutar el mantenimiento del tanque de almacenamiento.
- c) Calcular el costo del mantenimiento.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudios

Contexto Internacional

Sanaguano (2012) en su tesis titulado: “MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN LA REFINERÍA ESTATAL ESMERALDAS” El autor indica que se “elaboró un Plan de Mantenimiento de Tanques de Almacenamiento en la Refinería Estatal Esmeraldas, para garantizar eficiencia, disponibilidad, confiabilidad y seguridad, realizando un estudio de los factores que influyen en la operación de los mismo” (pág. 18)

Sanaguano (2012) indica que se “aplicó diferentes procedimientos de inspección técnica en base a la norma API 650 y 653, utilizando ensayos no destructivos, considerando las características y propiedades físico-químicas del producto de almacenamiento y su influencia en la vida útil del tanque” (pág. 18).

“De los resultados obtenidos se describe los principales modos de falla, evaluación de partes críticas en los componentes del tanque, lo que nos permite dar soluciones rápidas y eficientes” (Sanaguano, 2012, pág. 18).

A si mismo Mayorga (2013) en su tesis titulado: “Inspección Física y Análisis Estructural para determinar operatividad de un tanque cilíndrico vertical para almacenamiento de Fuel Oil de acuerdo a norma API 653 luego de un siniestro”

“El resultado de esta tesis es establecer una metodología de inspección física y posteriormente análisis de operatividad del tanque y sus elementos constitutivos, determinados y basados en la norma API 653 y en cálculos estructurales” (pág.

7).

Según Naranjo (2017) en la tesis titulado: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE TECHO DE DOMO GEODÉSICO DE EPPETROECUADOR EN LA REFINERÍA ESTATAL ESMERALDAS” indica que “Mediante el plan de mantenimiento basado en normas que nos guían a la reparación, mantenimiento e inspección de tanques de almacenamiento podemos realizar un diagnóstico preventivo para evitar o disminuir daños a largo y corto plazo” (pág. 19).

Contexto Nacional

Barrios (2002) en su tesis titulado "DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS LIQUIDOS E IMPACTO AMBIENTAL" indica que: “se torna necesario, contar con suficiente capacidad que proporcione mayor seguridad operativa y de maniobra que contribuya a generar mayores ingresos y mejoras en la producción” (pág. 5).

Según Barrios (2002) “además de otras mejoras que eran necesario implementar para garantizar la producción y la calidad del solvente por la Unidad de Negocios de Refinería Conchán” (pág. 5)

Según Loayza Pozo (2003) en su tesis titulado “Corrosión en tanques de almacenamiento de hidrocarburos Refinería Talara” indica que “la gestión de mantenimiento de tanques se tomó de alta prioridad a partir del año 1983 debido a los daños mayores por efecto directo de las lluvias torrenciales en la Región Grau” (Loayza, 2003).

Así mismo Quiñones (2013) en su tesis titulado “Preparación y recubrimiento de tanques de almacenamiento de superficies metálicas expuestas a corrosión” Explica que “en la Refinería La Pampilla, como ocurre en otras empresas que

almacenan combustibles, el mantenimiento de los tanques de combustible incluye la aplicación de recubrimientos que servirán como protección frente a la corrosión”

“En el trabajo de investigación se describe el proceso de aplicación de recubrimientos y las medidas de control que deberán seguirse para garantizar la seguridad de los trabajadores implicados” (Quiñones, 2013)

Contexto Local

Según Pejerrey Zegarra (2017) en la tesis titulado “Diseño y Cálculo de un Tanque de Almacenamiento Atmosférico de 60,000 Barriles para Almacenaje de Gasolina de 90 Octanos en la Selva”

“En la tesis se describen los pasos para calcular y diseñar un tanque de almacenamiento atmosférico para Gasolina de 90 octanos que es de suma importancia para la refinería” (Pejerrey Zegarra, 2017, pág. 17)

Según Pejerrey Zegarra (2017) indica que el “almacenamiento de este insumo es de suma importancia para las empresas dedicadas a este rubro ya que es utilizado como el mayor indicador del potencial de producción y movimiento de esta materia tan necesitada en esta etapa del desarrollo industrial” (Pejerrey Zegarra, 2017, pág. 17)

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado

2.2.1. Sistema de almacenamiento de combustible

Según Mayorga (2013) “Los tanques de almacenamiento se utilizan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización” (pág. 12)

Los tanques de almacenamiento se clasifican en:

- a) **Cilindro vertical de techo fijo:** Según Cano (2015) “Son del tipo cilíndrico-vertical con techo soldado al cuerpo, donde su altura es constante” (pág. 15).

“Posee un punto de referencia que no es más que la altura del tubo de aforo y es determinada desde la placa del piso (datum) hasta la parte superior de la boca de aforo” (Cano, 2015, pág. 15).

En la Figura 2, se muestra la forma de un tanque de techo fijo.



Figura 2: cilindro vertical de techo fijo

Fuente: (Cano, 2015, pág. 15)

Cano (2015) “Los tanques de techo fijo tienen pérdidas por la variación de la temperatura en el transcurso del día” (pág. 16)

En la figura 3 se muestran las pérdidas por evaporación.

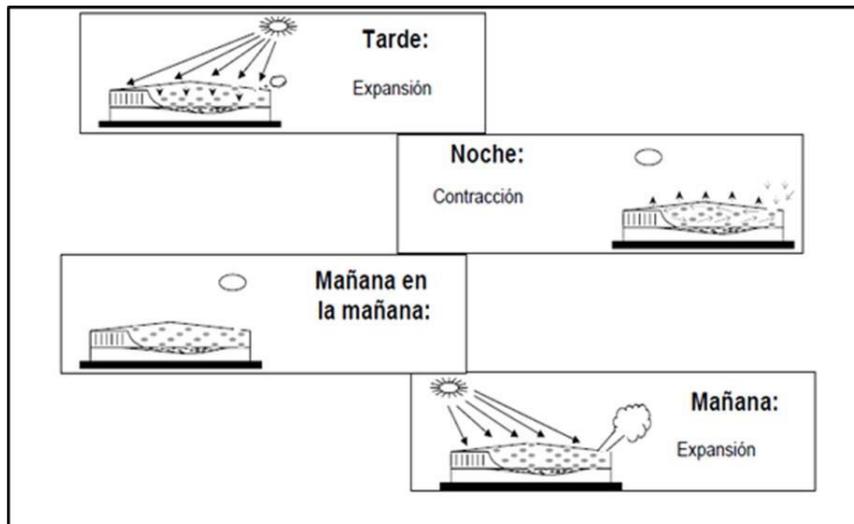


Figura 3: Pérdidas por vaporización en un tanque de techo fijo.

Fuente: (Cano, 2015, pág. 16)

Cano (2015) “Este tipo de tanque es ideal para almacenar productos tales como: diésel, asfalto, petróleo y lubricantes” (pág. 16).

Este tipo de tanques tiene una subclasificación:

Techo auto soportado:

Cano (2015) “Estos no requieren estructuras internas ya que su diseño toma en cuenta el espesor de la placa de techo y el ángulo formado entre la horizontal con el techo” (pág. 16)

Cano (2015) “El diámetro es menor a 15 m” (pág. 16).

Techo soportado:

Cano (2015) “Este es requieren de una estructura interna debido a su pendiente y su diámetro, esta estructura es más compleja al incrementarse su diámetro debido a que se consideran todos los elementos críticos en el diseño. Diámetro mayor a 15 m” (págs. 16,17).

- b) **Cilindro vertical de techo cónico (figura 4):** Cano (2015) “Se usan para almacenar crudos o derivados que tengan una presión relativamente baja” (pág. 17).

Cano (2015) Los fluidos que son almacenados en este tanque no tienen una tendencia a producir vapores a temperatura ambiente, la presión interior del tanque no sobrepasa la presión atmosférica y esto facilita el almacenamiento de crudo, diésel, jet fuel, entre otros” (pág. 17).

“Son construidos con láminas de acero y soldados herméticamente para resistir presiones no mayores a la atmosférica” (Cano, 2015, pág. 17)



Figura 4: Tanque de almacenamiento de techo cónico

Fuente: (Cano, 2015)

- c) **Cilindro vertical de techo flotante:** Se subclasifican en:

Techo flotante externo: Cano (2015) “Se encuentra a cielo abierto”

(pág. 17) un tanque de este tipo de puede ver en la figura 5.

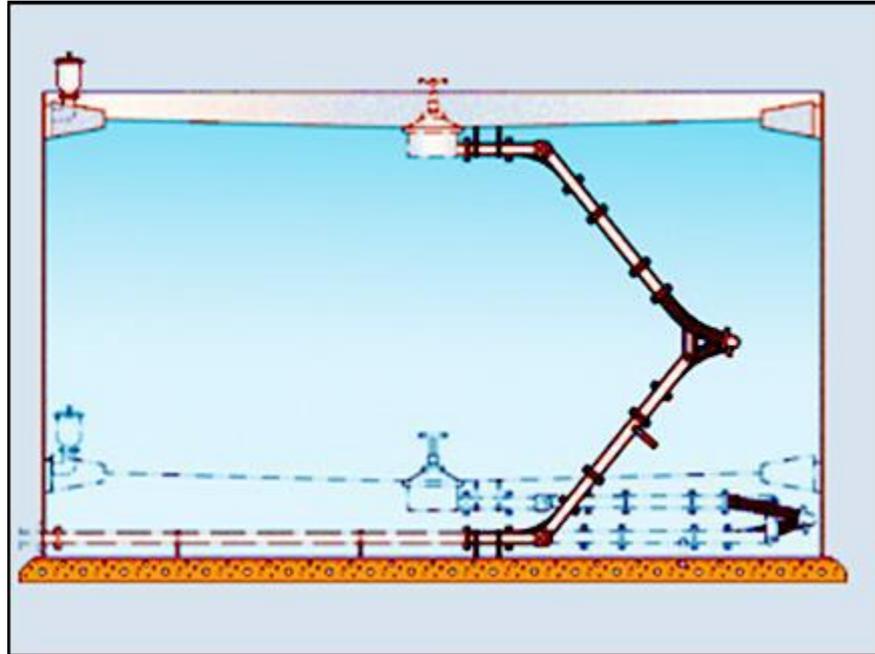


Figura 5: Tanque de techo flotante externo

Fuente: (Cano, 2015, pág. 18)

Techo flotante interno: Cano (2015) “En este existe un techo fijo colocado en el tanque (domo geodésico). Son construidos de aluminio” (pág. 18). un tanque de este tipo de puede ver en la figura 6.

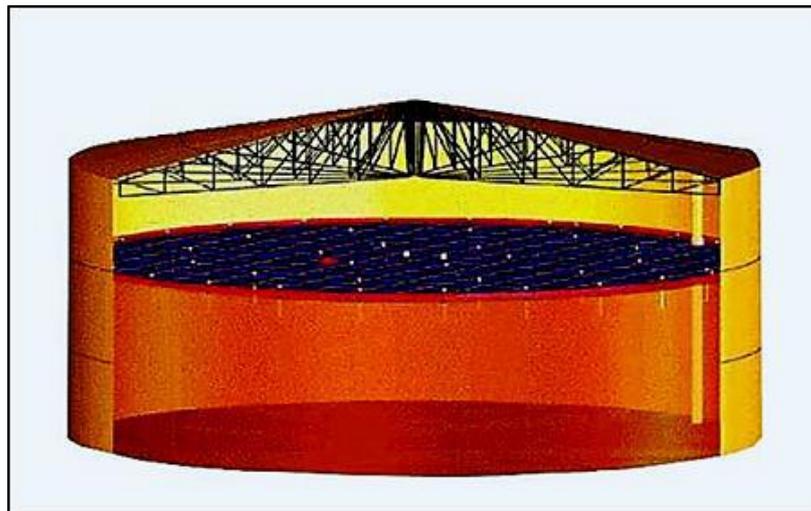


Figura 6: Tanque de techo flotante interno

Fuente: (Cano, 2015, pág. 18)

d) Tanques esféricos: Cano (2015) “Son recipientes construidos de láminas de acero y soldados herméticamente para soportar presiones moderadas superiores a 2,1

kg/m². Almacenan gases como: gas natural, butano, propano, isobutileno, hidrógeno, entre otros” (pág. 19).



Figura 7: Tanque de almacenamiento esférico

Fuente: (Cano, 2015, pág. 20)

e) **Tanque esférico a presión:** Cano (2015) “Se utilizan para el almacenamiento de derivados del hidrocarburo como el Gas LP” (pág. 20).

“Se requieren condiciones de presión mayores a la atmosférica, son de forma cilíndrica vertical, con fondo plano y techo abombado” (Cano, 2015, pág. 20).



Figura 8: Tanque esférico a presión

Fuente: (Cano, 2015, pág. 21)

f) Tanque horizontal:



Figura 9: Tanque horizontal

Fuente: (Cano, 2015)

2.2.2. Mantenimiento de tanques

Según Mayorga (2013) “el mantenimiento de máquinas y equipos se define, como el conseguir un determinado nivel de disponibilidad de los equipos para la producción con condiciones de calidad, al mínimo costo y al máximo nivel de seguridad” (pág. 163).

“La disponibilidad, es la proporción de tiempo en que las máquinas o equipos están dispuestos para la producción, respecto al tiempo total” (Mayorga, 2013, pág. 163).

Según Mayorga (2013) “La disponibilidad depende de dos factores: la frecuencia de las averías y el tiempo necesario para reparar las mismas” (pág. 163).

“El primer factor es conocido con el nombre de fiabilidad, que es un índice de calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se lo mide por el tiempo medio entre averías” (Mayorga, 2013, pág. 163).

“El segundo factor, denominado mantenibilidad, es representado una parte por la bondad del diseño de la instalación y por la otra parte, por la eficacia del servicio de mantenimiento, calculado por el inverso del tiempo medio de reparación de una avería” (Mayorga, 2013, pág. 163).

2.2.2.1. Tipos De Mantenimiento

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

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” (Renovetec, 2018).

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” (Renovetec, 2018).

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” (Renovetec, 2018).

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” (Renovetec, 2018).

Mantenimiento En Uso: “es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo” (Renovetec, 2018).

“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” (Renovetec, 2018).

2.2.3. Procesos de soldadura

2.2.3.1. SMAW

Según (CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB, 2019) “el proceso de electrodo revestido (Manual), identificado por la AWS como SMAW (Shield Metal Arc Welding), es un proceso de soldadura por arco eléctrico entre un electrodo revestido y un metal base”

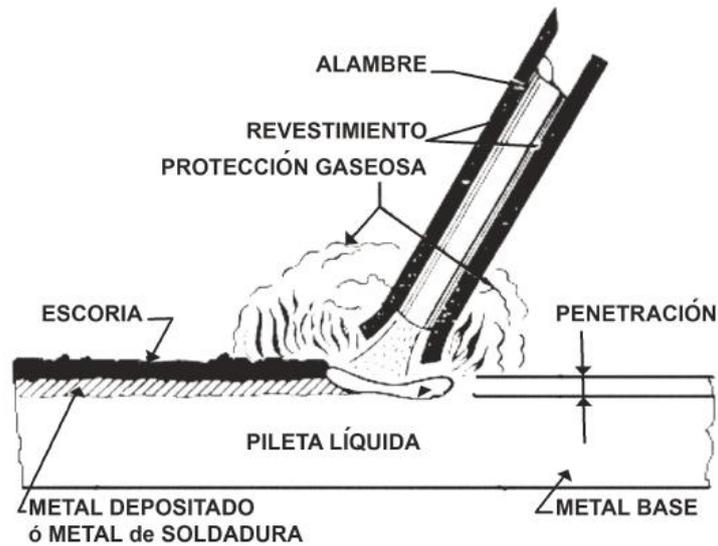


Figura 10: Soldadura SMAW

Fuente: (CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB, 2019)

“El arco produce una temperatura aproximadamente de 3 500 °C en la punta del electrodo, superior a la necesaria para fundir la mayoría de los metales” (CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB, 2019).

“El calor funde el metal base y el electrodo revestido, de esta manera se genera una piqueta líquida o baño de fusión, que va solidificando a medida que el electrodo se mueve a lo largo de la junta” (CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB, 2019).

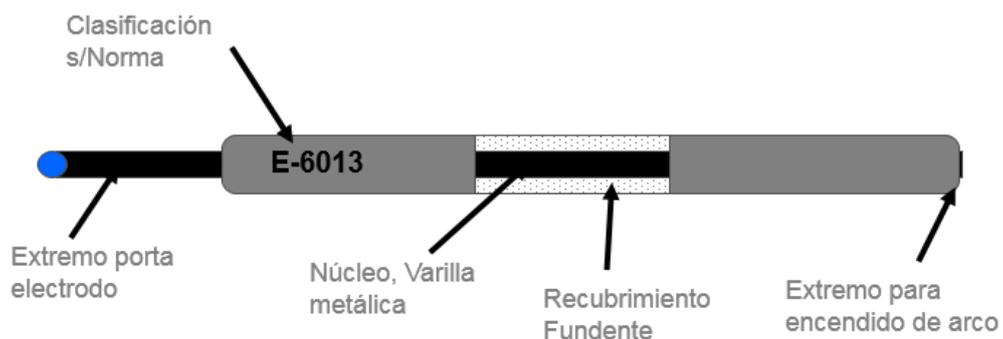


Figura 11: Electrodo

Fuente: (CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB, 2019)

Tipos de electrodos:

“Celulósicos, Rutílicos, Básicos / Bajo Hidrogeno, Para combatir el desgaste, Aceros inoxidables, Fundición de Hierro, Bronce, Cobre, Aluminio, Corte” (CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB, 2019).

Ventajas:

“Bajo nivel de inversión. Proceso simple, flexible y portable. Acceso a juntas en lugares difíciles de llegada. Uso en exteriores, al aire libre. Capacidad de soldar la mayoría de los metales ferrosos y no ferrosos” (CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB, 2019).

Limitaciones:

“La productividad, las velocidades de deposición con electrodo revestido son menores que aquéllas obtenidas el proceso de soldadura Mig-Mag” (CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB, 2019).

“El rendimiento del electrodo revestido (60%) es menor que el alambre macizo del proceso Mig-Mag (95%)” (CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB, 2019).

2.2.3.2. GMAW

“La soldadura por arco de metal y gas (Gas Metal Arc Welding (GMAW o MIG) es un proceso de soldadura por arco que emplea un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura” (construyetuingenio, 2013)

“El proceso se realiza bajo un escudo de gas suministrado externamente y sin aplicación de presión” (construyetuingenio, 2013)

Usos y ventajas

Las ventajas más importantes son:

“El único proceso de electrodo consumible que puede servir para soldar todos los metales y aleaciones comerciales. GMAW no tiene restricción de tamaño de electrodo. Puede soldarse en todas las posiciones” (construyetuingenio, 2013).

Además “Se logran tasas de deposición bastante más alta que con la soldadura por arco de metal protegido. Las velocidades de soldadura son más altas que con soldadura por arco de metal protegido. Es posible depositar soldaduras largas sin parar” (construyetuingenio, 2013).

Limitaciones

“El equipo de soldadura es más complejo, costoso y menos portable que el de SMAW. GMAW es más difícil de usar en lugares de difícil acceso” (construyetuingenio, 2013).

“El arco de soldadura debe protegerse contra corrientes de aire que puedan dispersar el gas protector. Los niveles relativamente altos de calor radiado y la intensidad del arco más alta” (construyetuingenio, 2013).

Fundamentos del proceso

Según (construyetuingenio, 2013) “el proceso GMAW se basa en la alimentación automática de un electrodo continuo consumible que se protege mediante un gas de procedencia externa”.

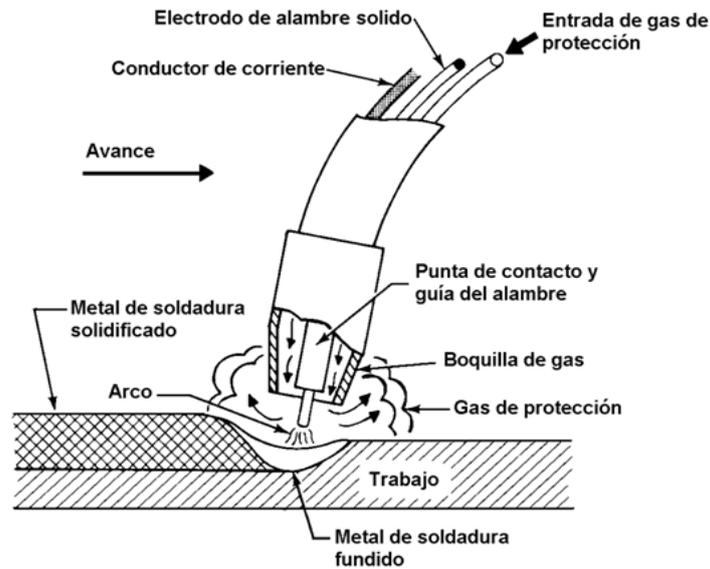


Figura 12: Soldadura GMAW

Fuente: (construyetuingenio, 2013)

2.2.3.3. GTAW

Según (Soldadura y Estructuras, 2019) “se considera uno de los procesos de soldadura por arco que permite un mejor control de las condiciones de operación”

“Es considerada una de las técnicas de soldadura más difíciles de aprender y perfeccionar, como todas tiene diferentes ventajas y desventajas y es adecuada para ciertas aplicaciones y totalmente inapropiada para otras” (Soldadura y Estructuras, 2019).

“Su sigla significa Gas Tungsten Arc Welding y se traduce como soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno y protección gaseosa también es conocido en el medio común como TIG que significa Tungsten Inert Gas” (Soldadura y Estructuras, 2019).

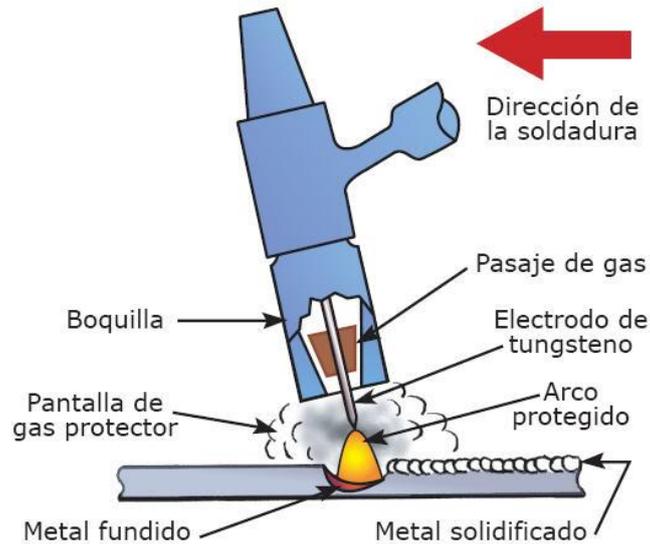


Figura 13: Soldadura GTAW

Fuente: *(Soldadura y Estructuras, 2019)*

“El arco eléctrico se caracteriza por poseer una elevada intensidad de corriente eléctrica o amperaje y una baja tensión de arco o bajo voltaje, este fenómeno requiere una alta concentración de electrones para transportar la corriente” *(Soldadura y Estructuras, 2019)*.

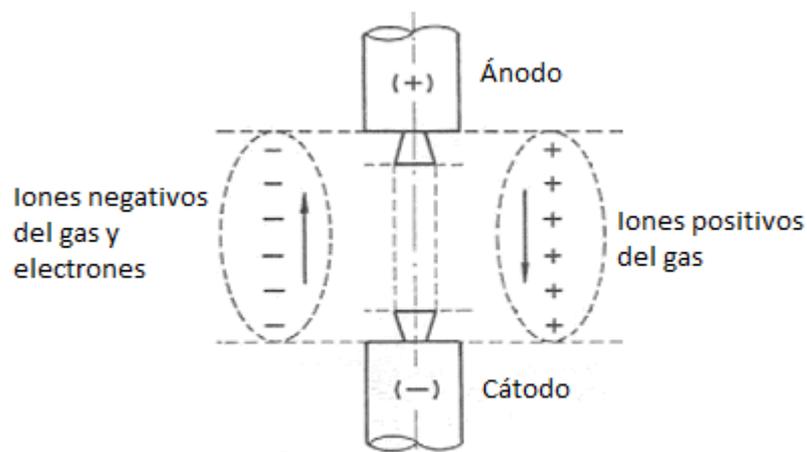


Figura 14: Movimiento de iones en el plasma

Fuente: *(Soldadura y Estructuras, 2019)*

“En una soldadura realizada con DCEN donde se observa una buena penetración, no existe acción de limpieza” (Soldadura y Estructuras, 2019)

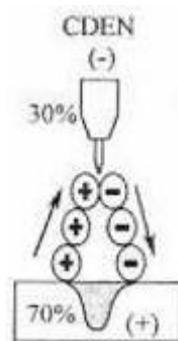


Figura 15: Polaridad DCEN

Fuente: (Soldadura y Estructuras, 2019)

“En una soldadura realizada con DCEP se obtiene una buena acción de limpieza como producto del flujo de los iones del gas hacia la superficie de la pieza, cuyos impactos que se producen con suficiente fuerza” (Soldadura y Estructuras, 2019)

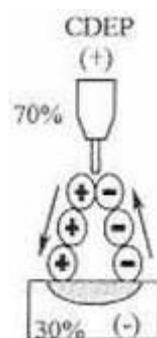


Figura 16: Polaridad DCEP

Fuente: (Soldadura y Estructuras, 2019)

“En una soldadura realizada con CA se combina una buena limpieza, llevada a cabo durante el semiciclo positivo, y una adecuada penetración obtenida durante el semiciclo negativo” (Soldadura y Estructuras, 2019).

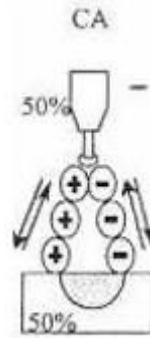


Figura 17: Polaridad CA

Fuente: (Soldadura y Estructuras, 2019)

2.2.3.4. FCAW

Según Fuente: (construyetuingenio, 2013) “la soldadura por arco con núcleo de fundente (Flux Cored Arc Welding FCAW) es un proceso de soldadura por arco que aprovecha un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura”

“Este proceso se emplea con protección de fundente contenido dentro del electrodo tubular, con o sin un escudo adicional de gas de procedencia externa, y sin aplicación de presión” (construyetuingenio, 2013).

Características

“La productividad de la soldadura de alambre continuo. Las cualidades metalúrgicas que puede derivarse de un fundente. Una escoria que sustenta y moldea el cordón de soldadura” (construyetuingenio, 2013).

En las figuras siguientes 18 y 19 se muestran los elementos del proceso FCAW

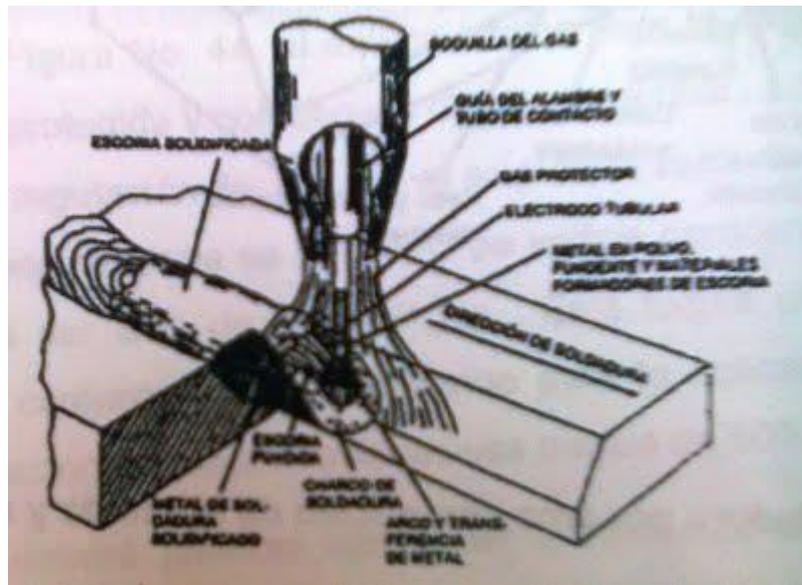


Figura 18: Soldadura por arco con núcleo de fundente con gas.

Fuente: (construyetuingenio, 2013)

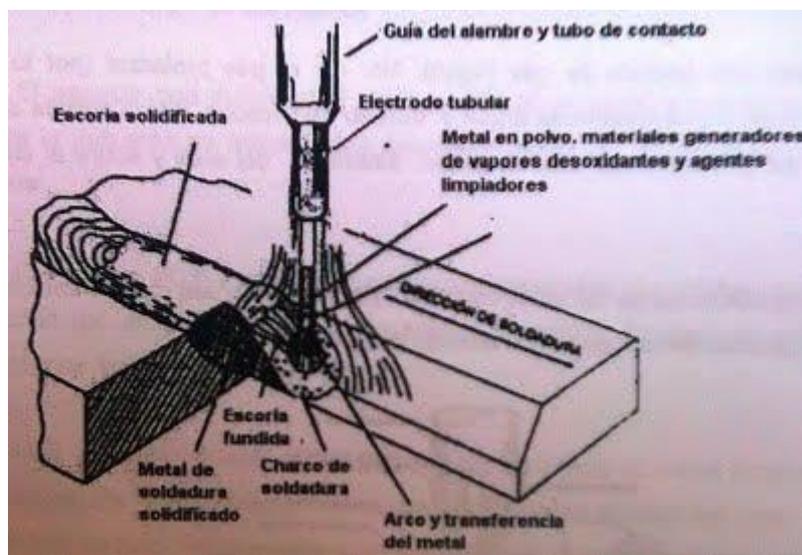


Figura 19: Soldadura por arco con núcleo de fundente y autoprotección.

Fuente: (construyetuingenio, 2013)

Aplicaciones principales

“El proceso se emplea para soldar aceros al carbono y de baja aleación, aceros inoxidables y hierros colados. También sirve para soldar por puntos uniones traslapadas en láminas y

placas, así como para revestimientos y deposición de superficies duras” (construyetuingenio, 2013).

Equipo

Equipo semiautomático

“La principal diferencia radica en el suministro y regulación del gas por el arco en la variante con escudo de gas. La fuente de potencia recomendada es la de CC de voltaje constante, similar a las que se usan para soldadura por arco de metal y gas” (construyetuingenio, 2013).

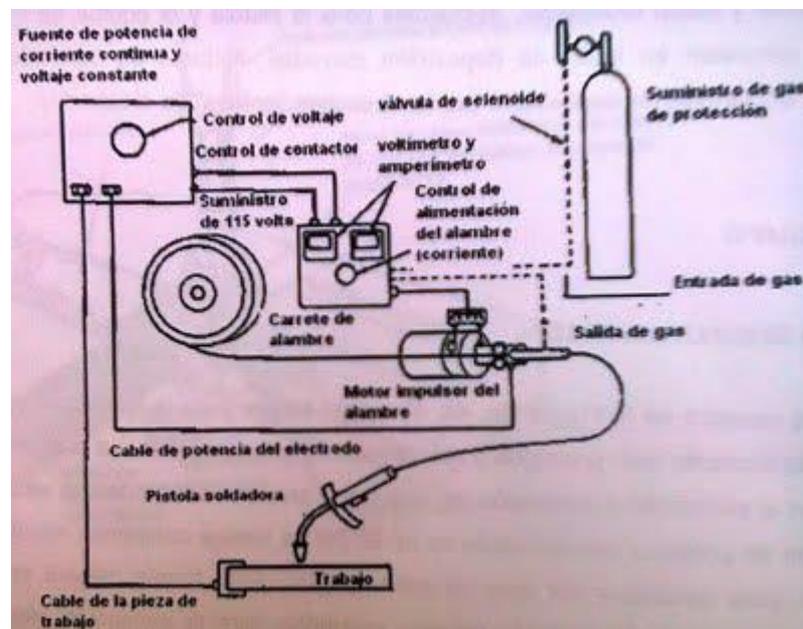


Figura 20: Equipo típico para soldadura por arco con núcleo de fundente semiautomática.

Fuente: (construyetuingenio, 2013)

Equipo automático

“Para este tipo de operación se recomienda una fuente de potencia de CC de voltaje constante diseñada para un ciclo de trabajo del 100%. El tamaño de la fuente de potencia

está determinado por la corriente que requiere el trabajo por realizar” (construyetuingenio, 2013).

Clasificación de los electrodos

Electrodos de acero al carbón

“La mayor parte de los electrodos de acero al carbón para FCAW se clasifica de acuerdo con los requisitos de la última edición de ANSI/AWS A 5.20, Especificación para electrodos de acero al carbono destinados a soldadura por arco con núcleo de fundente” (construyetuingenio, 2013).

La identificación de los electrodos se muestra en la figura 21.

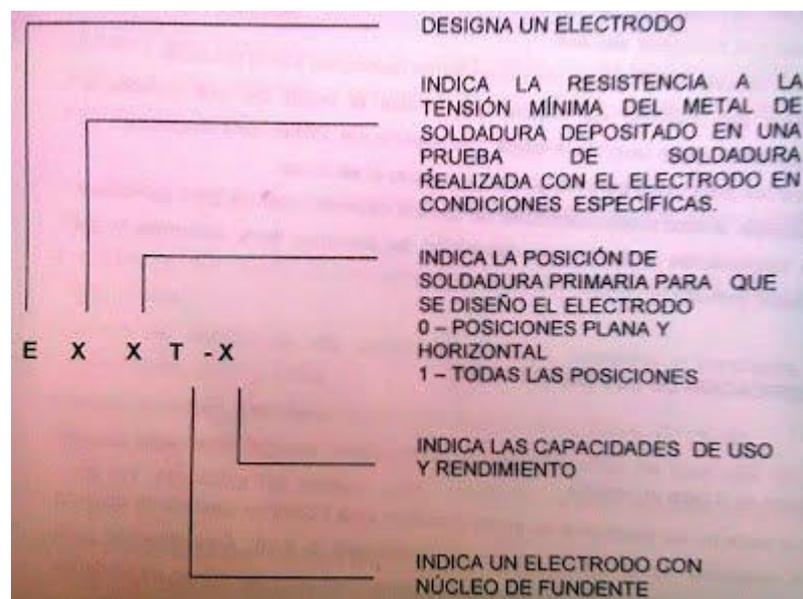


Figura 21: Sistema de identificación para electrodos de acero para FCAW.

Fuente: (construyetuingenio, 2013)

El significado del último dígito de las designaciones para FCAW se muestra en la figura 22.

Clasificación de la AWS	Medio Protector Externo	Corriente y Polaridad
EXXT - 1 (múltiples pasadas)	CO2	cc, electrodo positivo
EXXT - 2 (Pasada única)	CO2	cc, electrodo positivo
EXXT - 3 (Pasada única)	Ninguno	cc, electrodo positivo
EXTT - 4 (Múltiples pasadas)	Ninguno	cc, electrodo positivo
EXTT - 5 ((Múltiples pasadas)	CO2	cc, electrodo positivo
EXTT - 6 (Múltiples pasadas)	Ninguno	cc, electrodo positivo
EXTT - 7 (Múltiples pasadas)	Ninguno	cc, electrodo positivo
EXTT - 8 (Múltiples pasadas)	Ninguno	cc, electrodo positivo
EXXT - 10 (Pasada única)	Ninguno	cc, electrodo positivo
EXTT - 11 (Múltiples pasadas)	Ninguno	cc, electrodo positivo
EXTT- G (Múltiples pasadas)	.	.
EXXT - G S (Pasada única)	.	.

* Según lo concebido entre el proveedor y el usuario

Figura 22: Requerimientos de protección y polaridad para electrodos de FCAW de acero.

Fuente: (construyetu ingenio, 2013)

Electrodos de acero de baja aleación

“Los electrodos están diseñados para producir metales de soldadura depositados con composición química y propiedades mecánicas similares a las que se obtienen con electrodos de SMAW de acero de baja aleación” (construyetu ingenio, 2013).

Electrodos para recubrimiento

“Estos electrodos ofrecen muchas de las ventajas de electrodos empleados para unir, pero no hay tanta estandarización de la composición química ni de las características de rendimiento del metal de soldadura” (construyetu ingenio, 2013).

Electrodos de acero inoxidable

Según la clasificación de ANSI/SAW A 5.22 “Especificaciones para electrodos de acero al cromo y al cromo-níquel con núcleo de fundente, resistentes a la corrosión prescribe

requisitos para los electrodos de acero al cromo y al cromo-níquel con núcleo de fundente resistentes a la corrosión” (construyetuingenio, 2013).

2.2.3.5. SAW

Según (construyetuingenio, 2013) “la soldadura por arco sumergido (Submerged Arc Welding SAW) produce la coalescencia de metales calentándose con un arco entre un electrodo de metal desnudo y el trabajo”.

“El arco y el metal derretido están “sumergidos” en un manto de fundente granular fusible sobre la pieza de trabajo” (construyetuingenio, 2013).

El proceso de arco sumergido se ilustra en la siguiente figura:

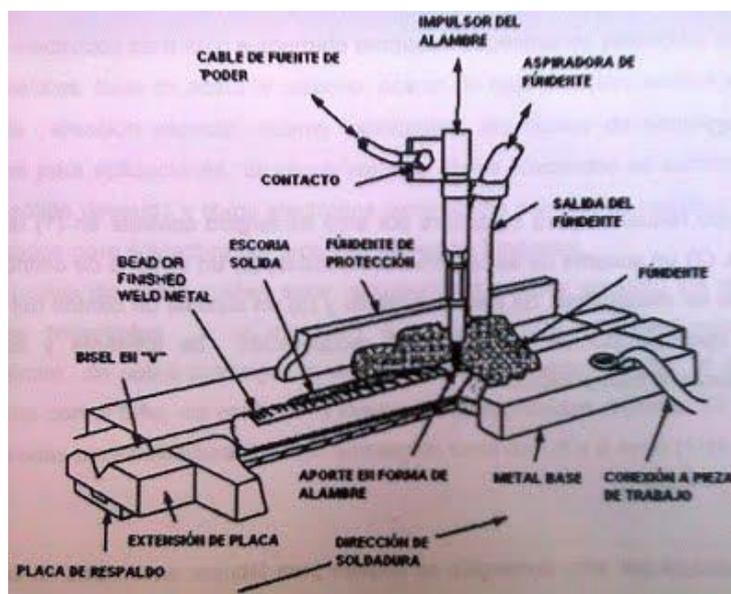


Figura 23: Proceso de soldadura por arco sumergido.

Fuente: (construyetuingenio, 2013)

2.2.4. Ensayos no destructivos

2.2.4.1. Inspección Visual

Según Mayorga (2013) “la inspección visual se define como un proceso en que se utiliza el ojo (solo o con varias ayudas) como mecanismo de percepción a partir del cual se puede determinar la condición de la unidad a ser inspeccionada” (pág. 36).

Alcance: “esta práctica proporciona información técnica requerida para efectuar inspecciones visuales en los tanques de almacenamiento de los terminales” (Mayorga, 2013, pág. 37).

Objetivo: “se requiere de personal capacitado y experimentado que utilice los procedimientos válidos y los estándares apropiados de calibración con equipos efectivos, en buen estado y dentro de un ambiente adecuado para las tareas de mantenimiento” (Mayorga, 2013, pág. 37).

Los principales objetivos son:

“Proporcionar una evaluación general de la condición de una estructura, componente o sistema. Detectar tempranamente los defectos antes de que alcancen el tamaño crítico. Detectar los errores de manufactura. Obtener información adicional sobre la condición (Mayorga, 2013, pág. 37).

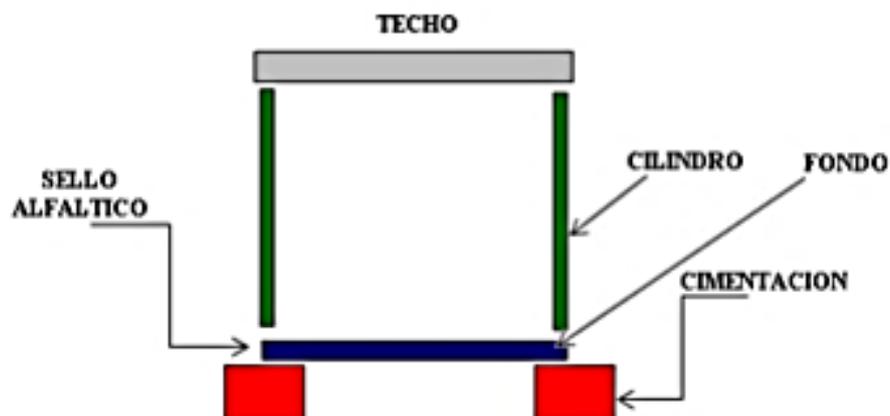


Figura 24: Esquema de las partes de un tanque

Fuente: (Mayorga, 2013, pág. 38)

a) Averías típicas detectadas mediante inspección visual.

“Las averías típicas detectadas en la estructura de los tanques de almacenamiento mediante inspección visual pueden ser divididas en tres grupos: grietas, corrosión y disbonding (desunión)” (Mayorga, 2013, pág. 36).

b) Factores que afectan inspección visual.

“Acceso a área de inspección. La facilidad de acceso al área de inspección es de gran importancia para obtener resultados confiables de inspección visual” (Mayorga, 2013, pág. 36).

c) Inspección de componentes secundarios del tanque

Según Mayorga (2013) “La inspección visual externa: que debe centrarse a examinar la integridad mecánica y obtener la confiabilidad del equipo, sitios de corrosión (localizadas, galvánicas, picaduras, generalizadas) en las uniones soldadas, el pin de arrastre, integridad de los accesorios” (pág. 40)

d) Inspección de los sistemas de protección catódica y conexiones a tierra.

“Existen muchas formas de corrosión. Los dos tipos más comunes relacionados con el fondo de un tanque son la general y la puntual” (Mayorga, 2013, pág. 43) .

“el control de corrosión en tanques de almacenamiento que se encuentran en contacto directo con el terreno tanto nuevos como existentes y lo relativo a la protección interior de los mismos, utilizando la técnica de protección catódica” (Mayorga, 2013, pág. 44)

“La necesidad de protección catódica debe ser determinada para todas las instalaciones de almacenamiento tanto nuevas como existentes” (Mayorga, 2013, pág. 44).

2.2.4.2. Inspección Por Ultrasonido

“El ensayo por ultrasonido es un método no destructivo, en el cual un haz sónico de alta frecuencia (125 kHz. a 20 MHz) es introducido en el material a ser inspeccionado con el objetivo de detectar discontinuidades internas y superficiales” (doctorwelding, 2020, pág. 5).

“El sonido que recorre el material es reflejado por las interfaces y es detectado y analizado para determinar la presencia y localización de discontinuidades” (doctorwelding, 2020, pág. 5).

2.2.4.3. Tintas Penetrantes

Según Serrano (2015) El ensayo por líquidos penetrantes es un método de ensayo no destructivo que permite la determinación de discontinuidades superficiales en materiales sólidos no porosos” (pág. 2)

“El procedimiento se basa en que la aplicación de un líquido aplicado sobre la superficie limpia de la pieza penetre en las discontinuidades que afloran a la superficie debido al efecto capilar” (Serrano, 2015, pág. 2).

“Al salir posteriormente ese líquido, ayudado normalmente por la acción de un agente denominado revelador, señala sobre la superficie las zonas en las que existen discontinuidades” (Serrano, 2015, pág. 2).

2.2.4.4. Partículas Magnéticas

Según Blas (2018) la inspección por Partículas Magnéticas “es una técnica no destructiva relativamente sencilla que permite detectar discontinuidades superficiales en materiales ferromagnéticos” (pág. 64).

“Cuando se colocan los polos de un imán se forman líneas de flujo generadas por el campo magnético entre el polo norte y el sur” (Blas, 2018, pág. 64).

“Estas líneas de fuerza son alteradas por la presencia de discontinuidades, produciendo una fuga del campo magnético” (Blas, 2018, pág. 64).

“Si se aplican partículas magnetizables, estas se orientarán según las líneas de flujo y darán una indicación de la discontinuidad. Los defectos típicos encontrados son fisuras por fatiga y fisuras por corrosión bajo tensiones” (Blas, 2018, pág. 64).

2.2.4.5. Prueba de Diesel caliente

Según (lovslideorg, 2017) “la Prueba con Diesel Caliente es un medio eficaz para la detección de discontinuidades que están en la soldadura, como agujeros pasantes los cuales no hacen hermético el recipiente fabricado”.

2.2.4.6. Prueba de vacío

Según (kalitebelgesi, 2018) “la prueba de vacío se utiliza generalmente para detectar fugas en las juntas de soldadura” (2018).

“Durante esta prueba, que es una aplicación práctica, la diferencia de presión se aplica y controla de acuerdo con las superficies delantera y trasera del material a probar” (kalitebelgesi, 2018).

“En general, la prueba de presión, los tanques de almacenamiento y los sistemas de tuberías, la prueba de vacío se aplica con fines de control” (kalitebelgesi, 2018).

2.2.5. Protección Catódica

El principio de esta protección es “imprimir una corriente externa en el material, para poder forzar el potencial del electrodo a la región inmune o a su vez para dar protección

contra la corrosión localizada, por debajo de un potencial de protección” (Acosta, 2018, pág. 23)

“Es decir, el material se convierte en el cátodo en una celda electroquímica; el cual se encuentra polarizado catódicamente por curvas de corriente de potencial” (Acosta, 2018, pág. 23).

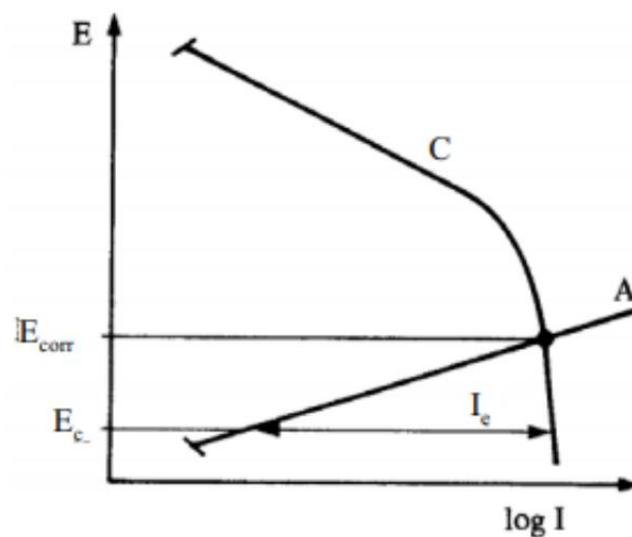


Figura 25: Cambio del potencial de corrosión libre.

Fuente: (Acosta, 2018)

Sistemas de Protección Catódica

Existen dos tipos de Sistemas de Protección Catódica:

- a) Ánodos de Sacrificio.
- b) Corriente Impresa.

Ánodos de Sacrificio:

“La fuente de corriente de este sistema es la que tiene su origen en la diferencia de potencial entre el material del ánodo y la estructura a proteger” (Acosta, 2018, pág. 26).

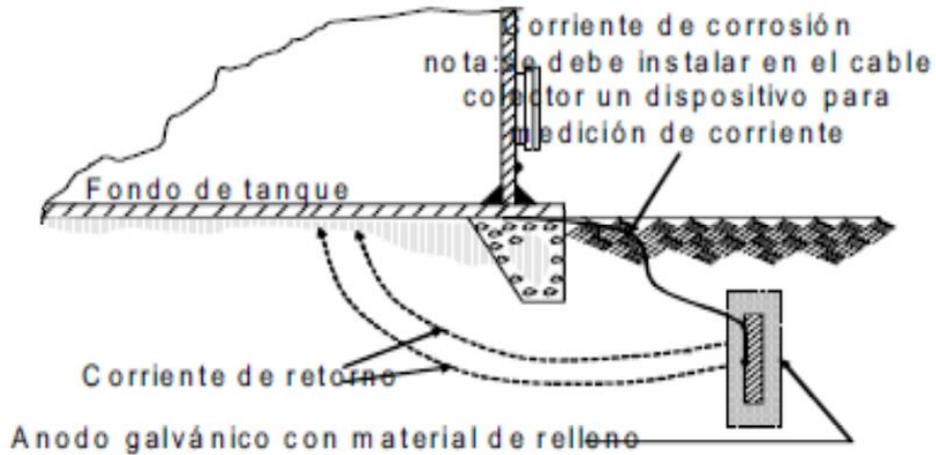


Figura 26: Anodos de sacrificio

Fuente: (Acosta, 2018)

Sistemas de Corriente Impresa:

“Este método se caracteriza porque la estructura a proteger forma parte de un circuito eléctrico con una fuente de corriente directa y un lecho de ánodos” (Acosta, 2018, pág. 28).

“Los sistemas de protección catódica por corriente impresa, generalmente son utilizados cuando se requieren grandes cantidades de corriente para llevar a cabo la protección de la estructura” (Acosta, 2018, pág. 28).

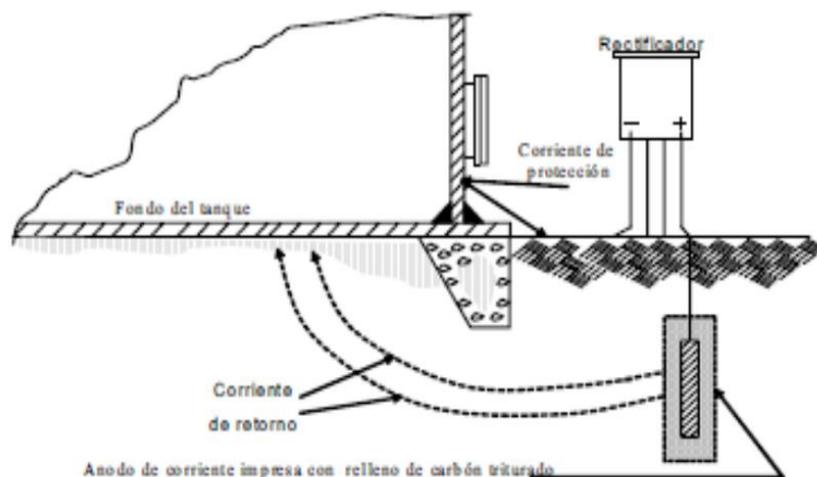


Figura 27: Protección Catódica con Corriente Impresa.

Fuente: (Acosta, 2018)

2.2.6. Recubrimiento

Según (Ecopetrol, 2011) “en esta fase se realiza todo lo referente al recubrimiento interno y externo del tanque, así como sus partes y accesorios anexos”.

Evaluación del sistema de recubrimiento

Mediciones de adherencia según norma ASTM D4541 usando equipo hidráulico o mecánico con precisión mínima de ± 50 psi. Se realizarán dos en el techo y una en cada uno de los anillos impares del cuerpo exterior (Quintero Mora, 2017).

Medición de espesores de recubrimiento.

Medición de espesores de pintura atendiendo norma SSPC correspondiente, en los anillos del cuerpo (donde sea accesible), y en el centro de todas las láminas del techo. Para el primer anillo del cuerpo, se realizará mediciones en cada lámina en el perímetro, 5 puntos por lámina. Para los demás anillos se realizarán mediciones puntuales, en zonas accesibles por medio de la escalera del tanque (Quintero Mora, 2017).

Medidor de espesores de recubrimientos: se usa para determinar el espesor de recubrimiento en el primer anillo del cuerpo, anillos adicionales por las escaleras, fondo, techo, accesorios y tuberías (Quintero Mora, 2017).



Figura 28: Medidor de espesores de recubrimientos

Fuente: (Quintero Mora, 2017)

2.2.7. Topografía

2.2.7.1. Prueba hidrostática

Según (ITPSA, 2019) “las pruebas hidrostáticas nos ayudan a confirmar la integridad estructural y hermeticidad de los equipos y sistemas de tuberías que manejan hidrocarburos líquidos y gaseosos, y sustancias peligrosas, en instalaciones terrestres e instalaciones marinas incluyendo sus servicios auxiliares”

“Una prueba hidrostática es la aplicación de una presión a un equipo o línea de tuberías fuera de operación, con el fin de verificar la hermeticidad de los accesorios bridados y la soldadura, utilizando como elemento principal el agua” (ITPSA, 2019)

“Los códigos de diseño de los equipos y sistemas de tuberías (ASME, API, entre otros), establecen claramente las prácticas recomendadas de cómo realizar la prueba hidrostática, con el fin de garantizar la integridad física de las personas y los equipos” (ITPSA, 2019).

2.2.7.2. Control de Asentamiento

Según Diaz (2015) “La gran mayoría de tanques que están cimentados directamente sobre el suelo o sobre vigas de cimentación, son susceptibles de experimentar asentamientos en el casco del tanque” (pág. 30).

“Este asentamiento depende en gran medida del suelo sobre el cual está apoyado, los trabajos que se hayan realizado para mejorar el suelo al momento de construirlo y de la estructura de la cimentación utilizada” (Diaz, 2015, pág. 30).

“Los asentamientos excesivos del casco de los tanques, puede afectar en: dificultades para el drenaje del tanque. Deformaciones del casco. Altos esfuerzos en láminas del casco. Altos esfuerzos en la unión casco-fondo. Altos esfuerzos en las conexiones del tanque” (Diaz, 2015, pág. 30).

Tipos de asentamientos.

“Los asentamientos de los cascos en tanques pueden ser uno o la combinación de los siguientes tipos de asentamientos: Asentamiento uniforme. Inclinación de cuerpo rígido de un tanque (inclinación planar). Asentamiento no planar” (Diaz, 2015, pág. 31)

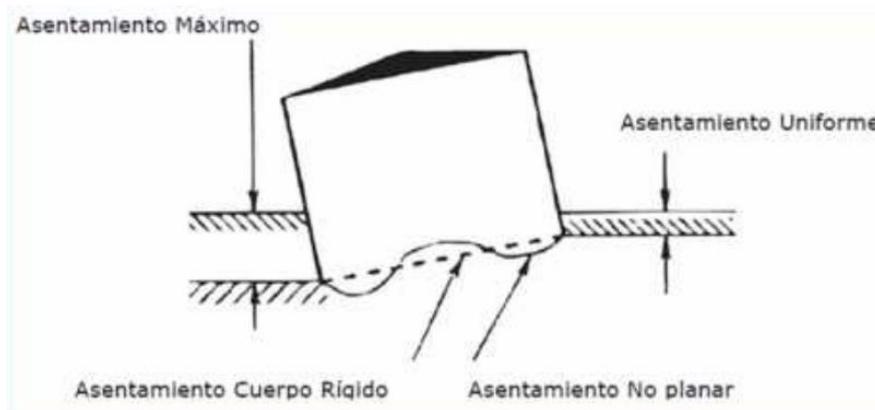


Figura 29: Tipos de asentamientos para cascos de tanques.

Fuente: (Diaz, 2015, pág. 31)

2.2.7.3. Inspección de verticalidad

Según Mayorga (2013) “La falta de verticalidad de la parte superior del cuerpo máxima relativa al fondo del cuerpo no debe exceder 1/100 de la altura total del tanque, con un máximo de 5 pulgadas (127 mm)” (pág. 47).

“El criterio del 1/100, con un máximo de 5 pulgadas también se debe aplicar para las columnas del techo. Para los tanques con techos flotantes internos, se debe aplicar este criterio o API Std 650” (Mayorga, 2013, pág. 47).

“La falta de verticalidad en un anillo del cuerpo no debe exceder los valores especificados para tolerancias de fábrica en ASTM A6 o A20, el que sea aplicable” (Mayorga, 2013, pág. 47).

2.2.7.4. Inspección de redondez

Según Mayorga (2013) “se entiende por redondez de diseño, a la forma circular perfecta que debe tener la envolvente del tanque (circunferencia) y por redondez real a la configuración real que presenta el perímetro de la envolvente” (pág. 59).

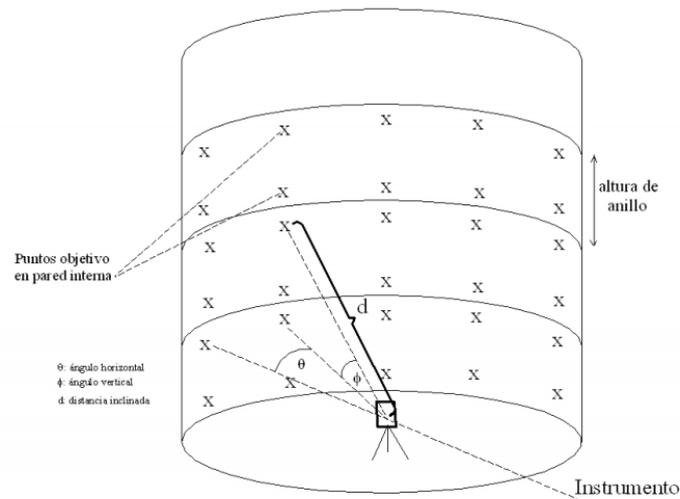


Figura 30: Posicionamiento de estación total para inspección por redondez

Fuente: (Mayorga, 2013, pág. 60)

2.2.8. Teoría de válvulas y manholes

Válvulas en la base del tanque.

“Válvulas Principales: Válvulas mediante la cual se lleva a cabo las operaciones de llenado y vaciado de los tanques” (Sanaguano, 2012, pág. 28).

“Válvulas de drenaje del techo: Válvulas mediante las cuales se realizan las operaciones de drenaje de agua del techo” (Sanaguano, 2012, pág. 28).

“Válvula de drenaje de agua de formación: Permite la evacuación de agua depositada en el fondo del tanque. La línea de drenaje está situada muy cerca del fondo. Para eliminar los sedimentos y el agua casi por completo” (Sanaguano, 2012, pág. 29)

Manholes y boquillas

“Son entradas de hombre que proporciona acceso al interior del tanque, así como para ventilación cuando el tanque esté vacío con tapas herméticas empacadas y atornilladas, el techo, pontones, cuerpo lado sur y cuerpo lado norte poseen manhole y boquilla” (Sanaguano, 2012, pág. 33)

2.2.9. Norma API 653

La norma API 653 hace referencia a los requisitos que deben cumplirse en la inspección, reparación, modificación o nueva ubicación de tanques construidos según la norma API 650. Aunque las normas API 650 y API 653, son, en muchos casos complementarias, y para una completa visión de conjunto es necesario tener ambas en cuenta; la norma API 653 es la herramienta idónea para el usuario de tanques atmosféricos. Este código trata sobre de tanques de almacenamiento de acero construidos por API 650 y su predecesor API 12C. Provee los mínimos requerimientos para mantener la integridad de dichos tanques después que han sido puestos en servicio. El alcance está limitado a la cimentación, fondo, coraza, accesorios adjuntos y boquillas a la cara de la primera brida, primera unión roscada o primera conexión roscada. Este código está diseñado para ser usado por organizaciones que mantienen o tiene acceso a personal de ingeniería y personal técnico de inspección entrenado y con experiencia en diseño de tanques, fabricación, reparación, construcción e inspección

2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.

Boquilla: “Orificio practicado en un tanque para la entrada y/o salida de un fluido o la instalación de un instrumento de medición, generalmente son bridadas o roscadas” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Brida: “Accesorio para acoplamiento de tuberías, que facilita el armado y desarmado de las mismas” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Carga hidrostática: “La presión ejercida por un líquido en reposo” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Código: “Conjunto de mandatos dictados por una autoridad competente.” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26)

Corrosión: “Desgaste no deseado, originado por la reacción química entre el fluido contenido y/o procesado y el material de construcción del equipo en contacto con el mismo.” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Eficiencia de juntas soldadas: “Valor numérico dado por el Código o Estándar correspondiente (Grado de Confiabilidad)” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Estándar: “Sugerencias para la fabricación y diseño, originadas por la experiencia.” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Norma. - “Conjunto de reglas para el dimensionamiento y cálculo de accesorios.” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Presión De Diseño. - “Es la presión manométrica considerada para efectuar los cálculos.” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Presión De Operación. - “Presión manométrica a la cual estará sometido el tanque en condiciones normales de trabajo.” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Presión De Prueba. - “Valor de la presión manométrica que sirva para realizar la prueba hidrostática o neumática.” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Recipiente. - “Depósito cerrado que aloja un fluido a una presión manométrica diferente a la atmosférica, ya sea positiva o negativa.” (Aguilar & Campos, 2014, pág. 26).

Espesor De Corrosión Permisible: “es el valor que se aumenta el espesor requerido, para compensar las pérdidas de material durante la vida útil” (Sanaguano, 2012, pág. 16).

Ficha De Datos: “es el documento en el que se definen las dimensiones, datos de diseño y características generales de un tanque atmosférico” (Sanaguano, 2012, pág. 16)..

Inspector: “un representante del departamento de integridad mecánica de la organización, quien es responsable por las funciones de aseguramiento y control de calidad, tales como procesos de soldadura, ejecución del contrato, etc. (Sanaguano, 2012, pág. 16).

Oxidación: “proceso de pérdida de electrones experimentada por un elemento o un ion en beneficio de otro (oxidante)” (Sanaguano, 2012, pág. 16).

Planchas: “materiales metálicos fabricados mediante el proceso de laminación del acero de forma generalmente rectangular” (Sanaguano, 2012, pág. 16).

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es Aplicada: Se aplica los conocimientos de ingeniería para inspeccionar y dar mantenimiento taque 50M455 almacenamiento de hidrocarburos.

3.2. Población y muestra

La población es el taque 50M455 almacenamiento de hidrocarburos. en el lote 8- ubicado en Trompeteros- Loreto.

La Muestra es el taque 50M455 almacenamiento de hidrocarburos. en el lote 8- ubicado en Corrientes Trompeteros- Loreto.

3.3. Hipótesis

Si se inspecciona y realiza el mantenimiento del tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos alineado a la norma API 653 en el lote 8- ubicado en Trompeteros- Loreto se tendrá mejores condiciones para su uso.

3.4. Variables - Operacionalización

Tal como se muestra en la Tabla N° 2, se identifican las variables y se

X: Variable independiente:

Inspección y mantenimiento del tanque 50M455 almacenamiento de hidrocarburos.

Y: Variable dependiente:

Mejora de las condiciones del tanque.

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Variable independiente Inspección y mantenimiento del tanque de hidrocarburos	Según: Mayorga y Toala (2013) “el mantenimiento de máquinas y equipos se define, como el conseguir un determinado nivel de disponibilidad de los equipos para la producción con condiciones de calidad, al mínimo costo y al máximo nivel de seguridad” (pág. 163).	Inspección del tanque de hidrocarburos. Aplicación del mantenimiento del tanque de hidrocarburos.	Inspección y mantenimiento de: Envolvente del tanque. Techo del tanque. Fondo del tanque. Estructura de soporte. Escalera y baranda. Manholes, boquillas y válvulas. Fundación de concreto. Estado del recubrimiento. Protección catódica.
Variable dependiente Mejorar las condiciones	Mantener un abastecimiento continuo, de almacenamiento. (Silvestre, 2019)	Mantener el abastecimiento continuo en el tanque.	Puesta en servicio del tanque de hidrocarburos

Fuente: elaboración propia

3.5. Métodos y Técnicas de investigación

Las técnicas que se aplicaron en la investigación se resumen a continuación:

a) Observación directa

Esta técnica se utilizó para obtener información de la situación problemática en la que se encuentra el tanque 50M45S almacenamiento de hidrocarburos.

b) La Entrevista

Con esta técnica se entrevistó al jefe y técnicos sobre los problemas que presenta el tanque de almacenamiento de combustible y con ello realizar la inspección y el mantenimiento.

c) Análisis de contenido

Esta técnica se utilizó para obtener información de diferentes bibliografías sobre sistemas mantenimiento e inspección de tanques de combustible, que servirá de base para elaborar el marco teórico.

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

Tabla 2
Técnicas e instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Observación directa	Cuaderno de apuntes, fichas de campo, fotografías.
Entrevista	Cuaderno y lapicero
Análisis de contenido	Libros, tesis, revistas, páginas web de internet

Fuente: elaboración propia

3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos

En la inspección se evalúa el estado actual del tanque de almacenamiento utilizando instrumentos para posteriormente realizar el mantenimiento y corregir situaciones, se utilizó hojas de cálculo de EXCEL 2018 para procesar la información.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Propuesta de la investigación

Debido a la problemática existente con el tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos ubicado en Trompeteros- Loreto, se propone la inspección y ejecución del mantenimiento alineado a la norma API 653.

En la etapa de inspección

Se observará la envolvente del tanque

En el techo del tanque: el recubrimiento (externo), los pernos y espárragos del LIT

En el fondo del tanque: Se observará si hay perforaciones.

En los Manholes inspeccionara pérdida de recubrimiento y también si presentan oxidación en las tuercas y espárragos.

En las boquillas y válvulas se observará si están en proceso de oxidación.

En la escalera y baranda se observará el área en donde hay pérdida de recubrimiento

En los refuerzos de cometidas se observará si presentan oxidación.

Se calculará el costo para ejecutar el mantenimiento.

En la etapa de aplicación de mantenimiento

Se corregirán todas las falencias encontradas con la finalidad de que el tanque queda operativo.

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. inspección para determinar la situación actual del tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos.

5.1.1. Envoltente del tanque.

- a) Los valores de espesor medidos son mayores al mínimo requerido según API 653 sección 4.3.3.1 por lo que las planchas están aptas para continuar con la operación.

Tabla 3

Resumen de valorización de espesores (Espesores requeridos según API 653)

Elemento	Espesor mínimo requerido (mm)	Espesor mínimo medido (mm)
Primer anillo	10,96	15,26
Segundo anillo	9,08	12,11
Tercer anillo	6,55	7,91
Cuarto anillo	4,84	7,32
Quinto anillo	3,13	5,62
Sexto anillo	2,54	5,62

Fuente: GIE

- b) Respecto de los escaneos realizados en el envoltente del tanque, se ha detectado pérdida de espesor apreciable en el tercer anillo. Sin embargo, no compromete la integridad del tanque por el momento:



Figura 31: Valores de SCAN B en generatriz M (del 2do al 5to anillo)

Fuente: GIE

- c) Se realizó una grilla alrededor de los puntos con bajo espesor, y se realizó un análisis según la norma API 653.

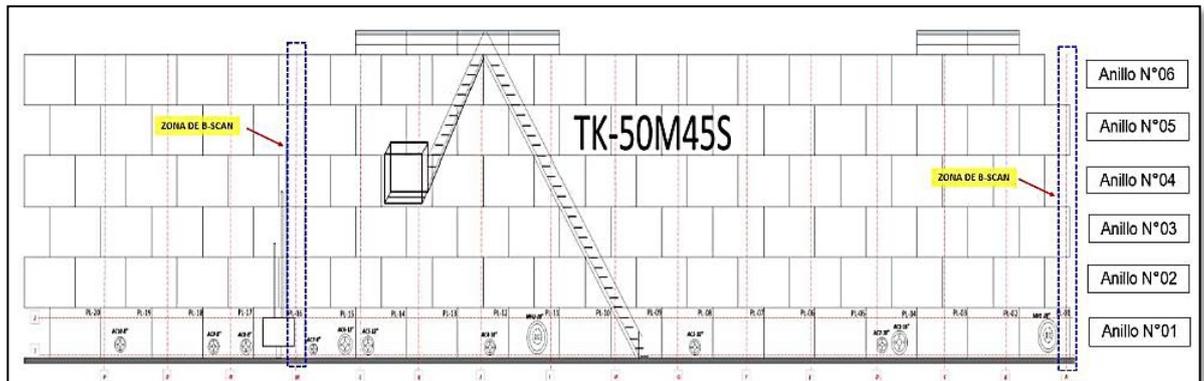


Figura 32: Localización de escaneos en envoltorio del Tanque 50M45S

Fuente: GIE

5.1.2. techo del tanque.

Entre las indicaciones más relevantes luego de realizar la inspección visual externa en el techo, tenemos:

- Planchas en buen estado, sin embargo, se observa pérdida del 90% de recubrimiento (externo); que deben ser subsanados para evitar problemas en la integridad del techo de tanque en el futuro, como corrosión externa.
- Los pernos y espárragos del LIT presentan recubrimiento deteriorado, así como oxidación en espárragos y tuercas, también se observa la ausencia de 4 espárragos en acometida ubicada en plancha 10.
- Se observa 3 Válvulas “Varec” en el techo de tanque de los cuales; una Válvula de 12" (300mm), presenta manchas de Hidrocarburo que proviene de la rejilla.
- Se observa las planchas del techo sin recubrimiento y en proceso de oxidación (interno).

- e) Se presenta oxidación en el 100% de los componentes del techo desde el lado interno (soportes, pestañas, pernos y espárragos del Rafter, acometidas, mástil del techo, pernos y espárragos que ajustan el Rafter con el mástil).

Se localizaron y caracterizaron 5 indicaciones, la tabla resumen se muestra a continuación:

Tabla 4
Indicaciones de pérdida de espesor en el techo

DEFECTO	INSPECCIÓN							EVALUACIÓN		
	LONGITUD (mm)	ANCHO (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	ESPESOR NOMINAL (mm)	% DE PÉRDIDA	ESPESOR COLINDANTE (mm)	OBSERVACIÓN / COMENTARIO	ESPESOR REMANENTE (mm)	ESPESOR MÍNIMO REQUERIDO POR API 653 (mm)	RESULTADO
1	20	30	1,5	6,35	23,6	5,1	Daño Mecánico	3,60	2,29	Aceptable
2	60	10	2	6,35	31,5	5,43	Daño Mecánico	3,43	2,29	Aceptable
3	10	30	1,5	6,35	23,6	5,3	Daño Mecánico	3,80	2,29	Aceptable
4	10	40	1,5	6,35	23,6	5,63	Daño Mecánico	4,13	2,29	Aceptable
5	5	5	2	6,35	31,5	5,32	Pits de Corrosión	3,32	2,29	Aceptable

Fuente: GIE

Con respecto de los espesores todas las planchas cumplen con el espesor mínimo requerido de 2,29 mm tal como se puede observar en la Tabla 4

5.1.3. Fondo del tanque.

Se hallaron visualmente 55 perforaciones en total, ubicada en 6 planchas diferentes del fondo de tanque.

El detalle de los resultados de la evaluación de integridad (valorización de espesores) se encuentran en el ANEXO 01.

5.1.4. Estructura de soporte de techo.

Se observa en buen estado, sin embargo, presenta deterioro de Recubrimiento en zonas localizadas además de empollas y puntos de oxidación en zonas localizadas



Figura 33: Soporte del techo

Fuente: GIE

5.1.5. Manholes, boquillas y válvulas.

5.1.5.1. Manholes

En buen estado, sin embargo, se aprecia pérdida de recubrimiento y también presenta oxidación en las tuercas y espárragos.



Figura 34: Manhole

Fuente: GIE

5.1.5.2. Boquillas

Se observa boquillas en proceso de oxidación y corrosión externa.



Figura 35: Boquillas en proceso de oxidación

Fuente: GIE

5.1.5.3. Válvulas

Se observa oxidación en la tuercas y espárragos de las bridas



Figura 36: Válvulas

Fuente: GIE

5.1.6. Escalera fija y baranda.

Se observa el área en donde hay pérdida de recubrimiento y la presencia de hongos, debido a la humedad y ambiente.



Figura 37: Pérdida de recubrimiento y presencia de hongos en la escalera

Fuente: GIE

5.1.7. Estado actual de los cordones de soldadura del tanque de almacenamiento.

5.1.7.1. Uniones soldadas de la envolvente.

Aplicación del ensayo de partículas magnéticas

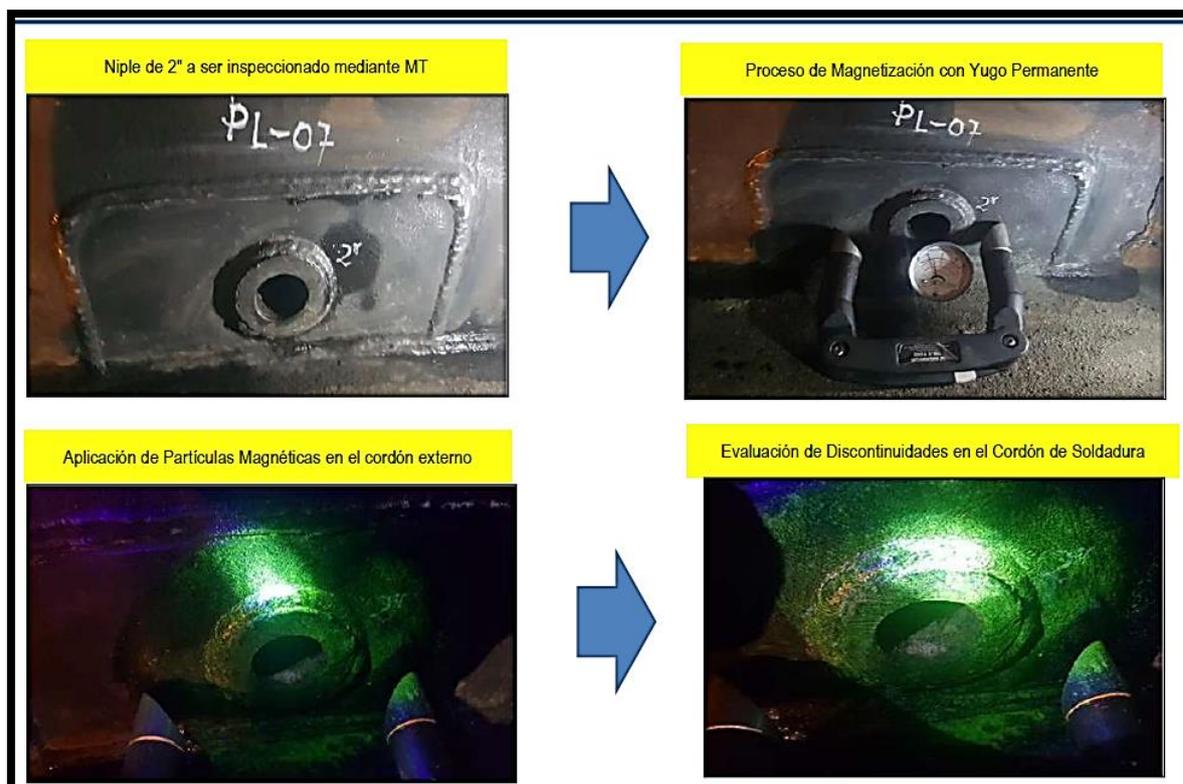


Figura 38: Uniones soldadas cordón externo-Partículas magnéticas

Fuente: GIE

5.1.7.2. Sello de pestaña de fondo. (drip ring).

Se observa en buen estado, sin embargo, presenta proceso de oxidación



Figura 39: Sello de pestaña de fondo

Fuente: GIE

5.1.7.3. Refuerzos de acometidas.

En buen estado, soldados uniformemente a la envolvente. Los testigos de refuerzos presentan oxidación, además no se hallaron vestigios de producto, significando el buen estado de las soldaduras de acometidas a la envolvente.



Figura 40: Refuerzos de acometidas

Fuente: GIE

5.1.7.4. Líneas de toma de muestra.

Las uniones con el envolvente se encuentran en buen estado y operativas para cada virola.



Figura 41: Líneas de toma de muestra

Fuente: GIE

5.1.8. Fundación de concreto.

Se observa en buen estado



Figura 42: Fundación de concreto

Fuente: GIE

5.1.9. Estado actual del recubrimiento del tanque de almacenamiento.

Se aprecia pérdida de recubrimiento en un 80% del área total de la envolvente



Figura 43: Recubrimiento del tanque

Fuente: GIE

5.1.10. Estado actual de la protección catódica y conexiones a tierra.

5.1.10.1. Protección catódica

Los tanques cuentan con sistema de protección catódica, monitoreada periódicamente según testimonio del operador de campo.



Figura 44: Protección catódica

Fuente: GIE

5.1.10.2. Conexión a tierra

Se observa la unión de la conexión a tierra con el cilindro correctamente soldada. Es conveniente periódicamente evaluar las buenas condiciones del sistema de puesta a tierra (NFPA 77 Artículo 6.3.4.1 y/o NTP 370 052).

Como medida de referencia un valor apropiado no debe ser mayor de 10 Ohm.



Figura 45: Puesta a tierra

Fuente: GIE

5.1.11. Cálculo del sistema de protección catódica

Datos requeridos para el cálculo

Tabla 5
 Datos para el cálculo de protección catódica

DATOS	DATOS PARA FONDO DE TANQUE	DATOS PARA PARED DEL TANQUE
DIAMETRO DEL TANQUE: DT (m)	30,5	30,5
ALTURA DEL TANQUE: LT (m)		10,80
FLUIDO DEL TANQUE	DESNATADOR	
AREA ESTIMADA DE ACCESORIOS ADICIONALES	73,21	103,6
TEMPERATURA DEL PRODUCTO (°C)	80	80
% DE DETERIORO DE RECUBRIMIENTO A 2 AÑOS (Prd) (%)	50	50
DENSIDAD DE CORRIENTE ESTIMADA EN TKS SIN RECUBRIMIENTO: (DSR) (mA./ft ²)	25,0	25,0
PORCENTAJE DE RECUBRIMIENTO EN BUEN ESTADO EN TKS (Prb) (%)	50	50
DENSIDAD DE CORRIENTE ESTIMADA EN TKS CON RECUBRIMIENTO: (DCR) (mA./ft ²)	4,0	4,0
PESO DEL ANODO SELECCIONADO: W (Kg)	20	20
LONGITUD DEL ANODO DE AL - IN : L (CM)	122	122
DIAMETRO EQUIVALENTE DEL ANODO DE AL - IN : d (cm)	8,4	8,4
RESISTIVIDAD DEL TERRENO : ρ (Ω-cm)	10	10
POTENCIAL DE ANODO DE AL-In : VA (V)	1,1	1,1
VIDA UTIL REQUERIDA DEL SISTEMA: VU (AÑOS)	2,0	2,0

Fuente: elaboración propia. Datos: GIE

Área superficial de la estructura

Tabla 6
 Área superficial de la estructura

$AST = (PI \times D_T \times L_T) + (PI \times D_T^2)/2$	DATOS PARA FONDO DE TANQUE	DATOS PARA PARED DEL TANQUE	TOTAL
SUBTOTAL EN (m ²)	805,26	1 139,44	1 944,70
SUBTOTAL EN (ft ²)	8 667,75	12 264,88	20 932,62
Nota: Factor de conversión de m ² a ft ² : 10,76///Relación de ánodo por m ²			13,38

Fuente: elaboración propia. Datos: GIE

Tabla 7
Calculo del requerimiento de corriente

$I_1 = (Prd/100) \times (Dsr/1000) \times AST$	$IP = I_1 + I_2$		
$I_2 = (Prb/100) \times (Dcr/1000) \times AST$	Prd: Porcentaje de recubrim. deteriorado en estructura /Prb: Porcentaje de recubrim. En buen estado es estruct.		
	Dsr: Densidad de corriente de un acero sin recubrim./Dcr: Densidad de corriente de un acero con recubrim.		
	FONDO DE TANQUE	PARED DE TANQUE	TOTAL
REQ. DE CORRIENTE- SUPERF. CON RECUBRIM.DETERIORADO: I 1 (A)	108,35	153,31	
REQ. DE CORRIENTE-SUPERF. CON RECUBRIM. BUEN ESTADO: I 2 (A)	17,34	24,53	
REQUERIMIENTO DE CORRIENTE : IP	125,68	177,84	303,52

Fuente: elaboración propia. Datos: GIE

Tabla 8
Calculo de los ánodos

$NA = \frac{VU \times Cr \times IP}{W \times U \times E}$	VU: VIDA UTIL DE SISTEMA REQUERIDA (AÑOS) Cr: RATE DE CONSUMO DEL ANODO (Kg/ A-año) E: FACTOR DE EFICIENCIA U: FACTOR DE UTILIZACION W: PESO DE CADA ANODO		
	FONDO DE TANQUE	PARED DE TANQUE	TOTAL
NUMERO DE ANODOS DE AL - IN: (NA)	60	85	145

Fuente: elaboración propia. Datos: GIE

Por lo tanto, de la tabla 8 se necesitan 145 ánodos

ficha técnica de datos y características del tanque de almacenamiento.

En la tabla se muestra los datos más sobresalientes e importantes del tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos.

Tabla 9
Datos y características del tanque

TAG		50M45S	
Descripción		TANQUE DESNATADOR	
Año De Inicio De Operación		1987	
Construido bajo la norma		API 650	
Fluido		Agua de reinyección	
OPERACIÓN Y DISEÑO	PRESIÓN (psi)	Trabajo	0.001
		Diseño	0.115
	TEMPERATURA (° F)	Trabajo	180
		Diseño	200
	MATERIALES	Envolvente	SA 283 Gr C
		Techo	SA 283 Gr C
	EXTERNOS	Aislación Térmica	No
	DIMENSIONES		Diámetro Externo (m)
Altura (m)			10.77

Fuente: GIE

5.2. Mantenimiento del tanque 50M45S.

5.2.1. Reparaciones internas al tanque.

5.2.1.1. Apertura de ventana lateral

Para el corte de ventana se deberá considerar lo indicado en la norma API 653; 9.2.2.2

Es aceptable quitar y reemplazar placas enteras o segmentos de altura completa de las placas de la carcasa cortando y volviendo a soldar a lo largo de las juntas de soldaduras horizontales existentes. Antes de soldar las nuevas juntas verticales, las soldaduras horizontales existentes deben cortarse a una distancia mínima de 12 pulgadas más allá de las nuevas juntas verticales. Las juntas verticales deben soldarse antes de soldar las juntas horizontales. Como lo muestra la figura 1.

En caso de cambio del fondo del tanque, parte inferior horizontal de la ventana se deberá considerar el corte a ½”(12.5mm) como indica el acápite 10.3.2.2 de la Norma

API 653; a). Las placas del fondo se pueden ser cortadas a lo largo de una línea A-A y la línea B-B se muestra en la figura 10.1, desechando las soldaduras y la placa inferior directamente unida a la carcasa.

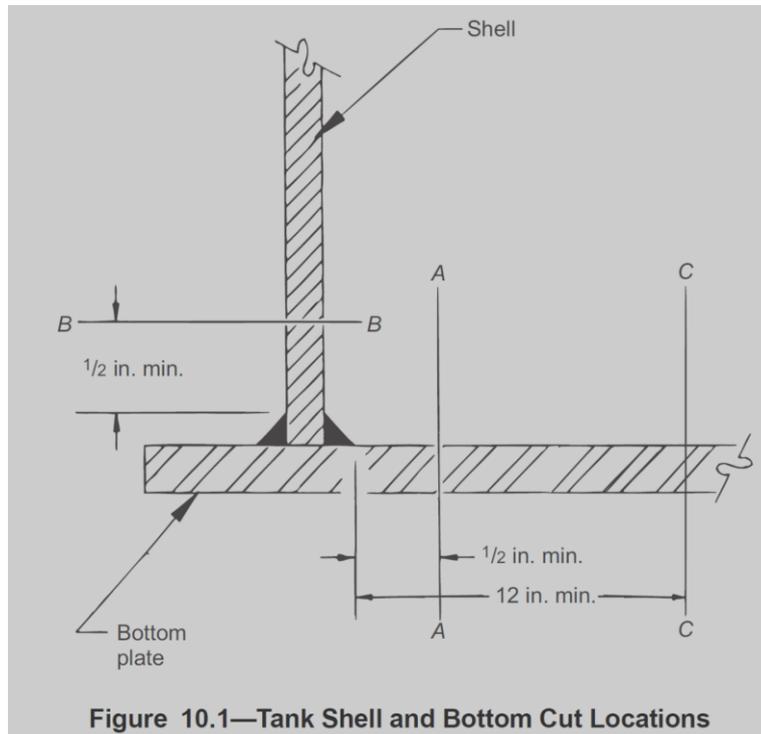


Figura 46: Carcasa del tanque y ubicación del fondo interior – API 653

Fuente: GIE

a) Arriostramiento de ventana lateral.

El corte de las planchas del cuerpo podrá ser de la dimensión adecuada para su retiro del tanque como indica en el Método de desmantelamiento según párrafo 9.2.4 API 653. Figuras 9.2, 9.3, 9.4, 9.5.

La ventana o puerta tendrá arriostres instalados como marco para evitar la deformación del cuerpo del tanque, La soldadura estará respaldada por un procedimiento aprobado y un soldador calificado bajo el requerimiento del API 653.

Ver figura 10.2 siguiente en arreglo y diseño de soldadura para arriostres.



Figura 47: Apertura de 2 ventanas en cilindro del tanque

Fuente: INMAC

Se procedió a cortar la ventana lateral cumpliendo los estándares indicados por la norma API 653

5.2.1.2. Reemplazo completo de 90 planchas de fondo 5/16”(7.81mm)

La instalación de un nuevo fondo del taque, después de remover el fondo del tanque existente, debe cumplir con los requerimientos de API Std 650.

Las uniones soldadas Traslapadas, Uniones soldadas por puntos, deben traslaparse de la siguiente manera. Según API 650 Párrafo 5.1.3.5.

Las uniones soldadas doble se deben traslapar al menos cinco veces el espesor nominal de la placa más delgada unida, o 50 mm (2 in.), La que sea menor.

Las uniones soldadas simples se deben traslapar al menos cinco veces el grosor nominal de la placa más delgada unida, o 25 mm (1 pulg.), Lo que sea menor.

Cuando exista la necesidad de utilizar diseños de junta a tope, bien sea con ranuras cuadradas o en V, las soldaduras deberán ser hechas usando una configuración adecuada que produzca una soldadura de penetración completa. Es permitido el uso de una platina de respaldo de al menos 3 mm (1/8") de espesor ensamblada por el lado inferior con puntos de soldadura de armado. La Figura 49 muestra soldaduras a tope con respaldo metálico.

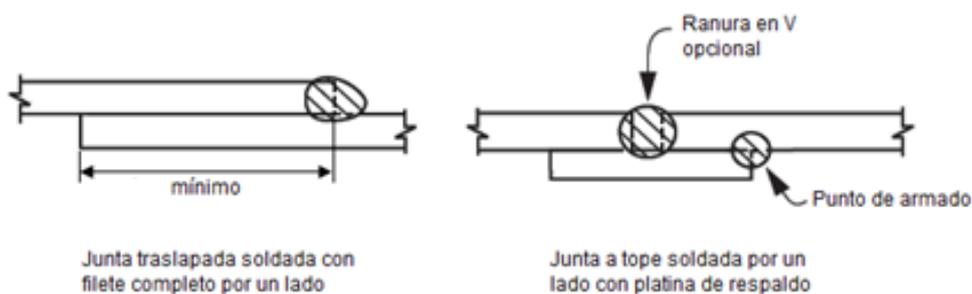


Figura 48: Juntas típicas de las láminas de fondo.

Fuente: API 650

Si se utiliza juntas a tope con ranura cuadrada, las aberturas de raíz no deberán ser menores a 6 mm (1/4").

Cuando exista la necesidad de utilizar diseños de junta a tope, bien sea con ranuras cuadradas o en V, las soldaduras deberán ser hechas usando una configuración adecuada que produzca una soldadura de penetración completa. Es permitido el uso de una platina de respaldo de al menos 3 mm (1/8") de espesor ensamblada por el lado inferior con puntos de soldadura de armado. La Figura 49 muestra soldaduras a tope con respaldo metálico.

Si se utiliza juntas a tope con ranura cuadrada, las aberturas de raíz no deberán ser menores a 6 mm (1/4").

Las láminas de unión del cuerpo-fondo en la zona exterior del tanque, deberán ser traslapadas según la Figura 50.

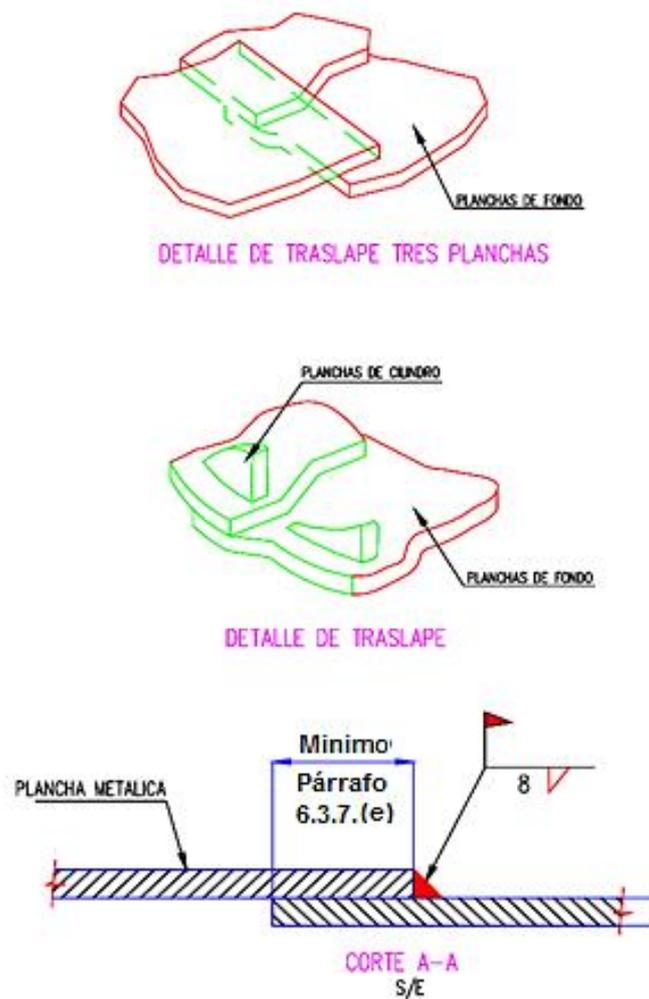


Figura 49: Método para la preparación de láminas traslapadas soldadas del fondo debajo del cuerpo

Fuente: API 650

- a) Cuando en la unión cuerpo-fondo el espesor nominal de la lámina de fondo sea de hasta 13 mm (1/2"), la soldadura a filete deberá ser continuo a cada lado de la lámina del cuerpo. El tamaño de cada filete no debe ser más de 13 mm (1/2") y no debe ser menos que el espesor nominal de la lámina más delgada o menos que los siguientes valores:

Tabla 10
Espesor mínimo del filete de soldadura

Espesor nominal de la lámina del cuerpo		Tamaño mínimo del filete de soldadura	
(mm)	(in)	(mm)	(in)
5	0.1875	5	3/16
> 5 hasta 20	> 0.1875 hasta 0.75	6	1/4
> 20 hasta 32	> 0.75 hasta 1.25	8	5/16
> 32 hasta 45	> 1.25 hasta 1.75	10	3/8

Fuente: Referencia standard API 653

- b) Los traslapes triples en los fondos deberán estar al menos a una distancia de 300 mm (12 pulg.) de cualquier otro, del cuerpo del tanque, de las juntas a tope del anillo y de la junta entre las láminas del anillo y del fondo. (Ver Figura 8)

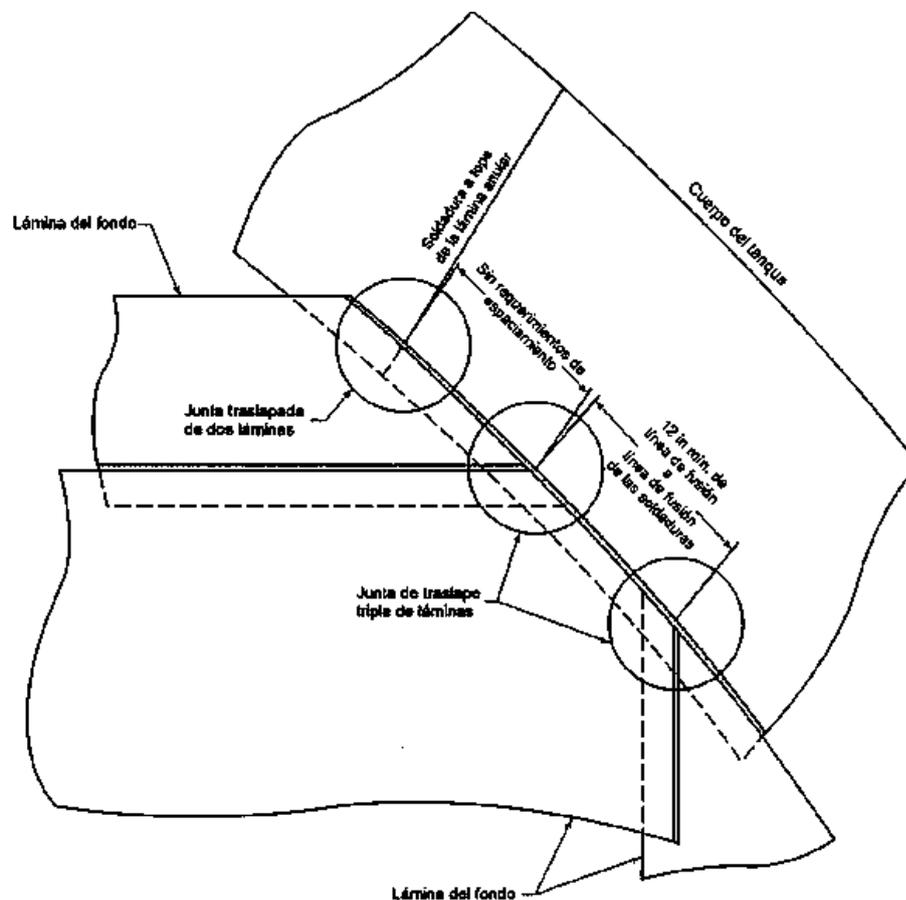


Figura 50: Espaciado de soldaduras de láminas triples en la lámina anular.

Fuente: API 650

Se realizó el cambio de todo el fondo del tanque por un fondo nuevo con planchas de 5/16" (8 mm) siguiendo la Norma API 650, realizando las siguientes actividades:

- Inspección y habilitado de Planchas
- Corte y retiro de Planchas de antiguo fondo
- Cambio de 84 planchas de 5/16" (8mm) x 1.5m x 6m
- Pruebas de PT, VT y Prueba de vacío al fondo del tanque y diésel caliente a la costura fondo/cilindro.

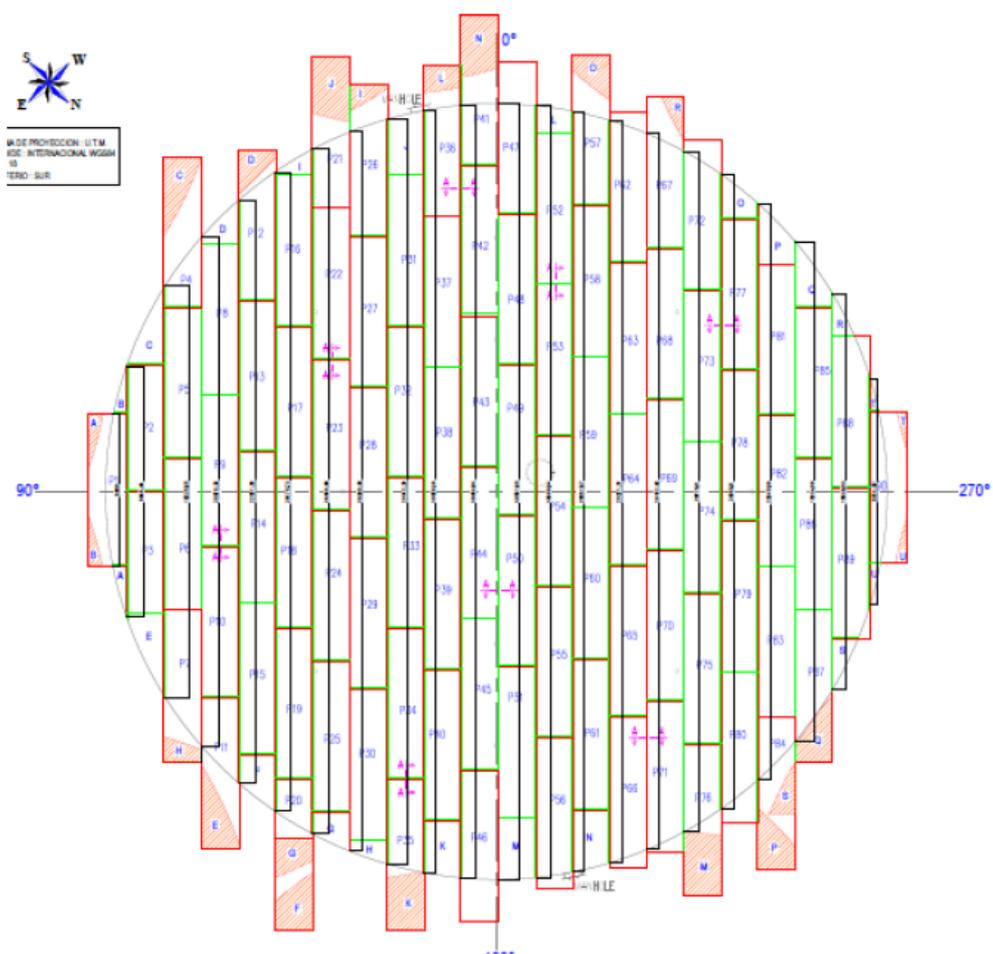


Figura 51: Distribución de taques en el fondo

Fuente: INMAC

5.2.1.3. Reemplazo de arena bajo fondo de tanque (0,5 m de profundidad)

Aplica para Cambios de fondo como reparación mayor en un tanque, Después de retiradas las planchas de la parte central del piso se procede a remover y acopiar la arena contaminada con crudo y otros del área donde han sido retiradas las planchas.

Las condiciones de la arena esta sujetas a la Práctica recomendada API RP 651.

La Tabla 11 Ofrece una clasificación general de resistividad para la aceptación de arena en el fondo del tanque.

Tabla 11
Clasificación general de resistividad

Clasificación general de resistividad	
Rango de resistividad (ohm-cm)	Potencial de corrosión activo.
<500	Muy Corrosivo
500 a 1000	Corrosivo
1000 a 2000	Moderadamente Corrosivo
2000 a 10,000	Ligeramente Corrosivo
>10,000	Progresivamente menos Corrosivo

Fuente: API RP 651

Material de Arena como base para el Fondo del tanque Según Api RP 652 p.5.3.2.1. debe cumplir con lo siguiente.

- a) Medir el pH indica el contenido de iones de hidrógeno de un suelo. La corrosión del acero es bastante independiente del pH cuando está en el rango de 5,0 a 8,0. La tasa de corrosión aumenta considerablemente cuando el pH es <5,0 y disminuye cuando el pH es > 8,0.

- b) Los cloruros afectarán la resistividad del suelo y actuarán como un agente despolarizante que aumentará los requisitos actuales para la protección catódica del acero. La corrosión por picadura en el acero puede comenzar a niveles de cloruro de 10 ppm.
- c) Niveles de sulfato ≤ 200 ppm
- d) Niveles de sulfito $\leq 0,10$ ppm

Tabla 12
Características de la arena aceptable

Arena aceptable	
PH	5.0 - 8.0 corrosión Baja >8.0 corrosión mínima
Cloruro	≤ 10 ppm
Sulfato	≤ 200 ppm
Sulfito	≤ 0.10 ppm

Fuente: Api RP 652 p.5.3.2.1.

Se realizó cambio de arena de 355 m³ con una altura de 0,5m debajo del fondo del tanque y 0,2 m en los extremos del tanque en el eje de 90° y 180°, realizando las siguientes actividades:

- a) Retiro de arena contaminada.
- b) Relleno y compactado de arena nueva.
- c) Nivelación de arena con pendiente según API STANDARD 650



Figura 52: Disposición de arena contaminada en Buld drum

Fuente: INMAC



Figura 53: Relleno y compactado de arena nueva

Fuente: INMAC

5.2.1.4. Fabricación e instalación de sumidero del fondo de acuerdo a API 650 y línea de drenaje 4" Sch 80

Se realizó la fabricación del sumidero siguiendo la norma API 650. Avance del 100%, realizando las siguientes actividades:

- a) Habilitado de materiales
- b) Pruebas de inspección visual y tintes penetrantes
- c) Granallado y pintado
- d) Corte de plancha nueva e instalación de sumidero



Figura 54: fabricación del sumidero

Fuente: INMAC

5.2.1.5. Fabricación e instalación de soportes del difusor y columnas soporte del techo

Se realizó el cambio de 10 soportes del difusor ya que las bases estaban corroídas, realizando las siguientes actividades:

- 1) Habilitado y fabricación de soportes
- 2) Soldeo de 10 soportes

Se realizó el cambio de 13 bases de columnas que soportan el techo del tanque, realizando las siguientes actividades:

- a) Habilitado de material y fabricación de soportes según plano.
- b) Izaje y corte de bases de columnas.

- c) Armado y soldeo de soportes base del techo.
- d) Granallado y pintado.



Figura 55: Cambio de Soportes del techo del tanque

Fuente: INMAC

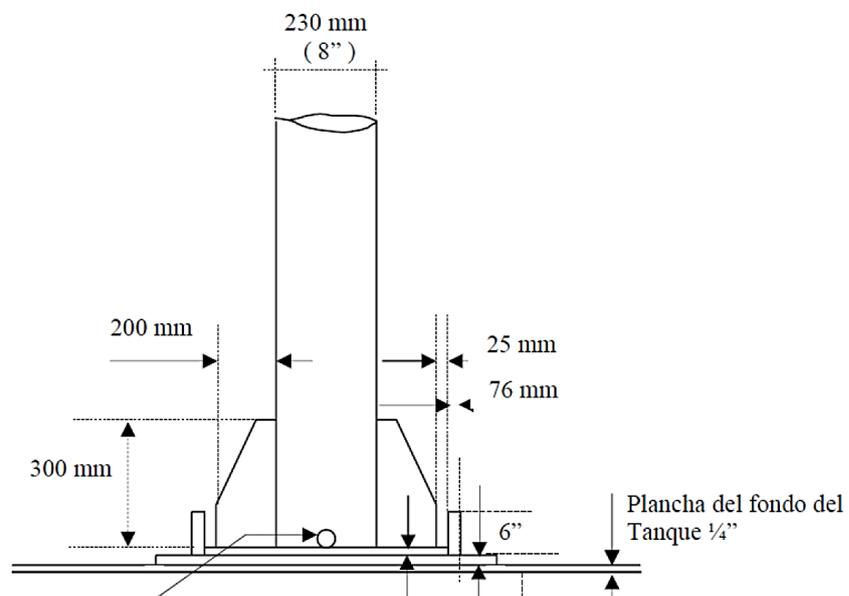


Figura 56: Base de columnas en tanques

Fuente: INMAC

5.2.1.6. Fabricación e instalación de soporte y ánodos de aluminio

Se realizó la instalación de 183 ánodos de aluminio en el interior del tanque. Avance del 100%, realizando las siguientes actividades:

- a) Habilitado materiales y fabricación de soportes para instalar ánodos
- b) Soldeo de soportes sobre fondo
- c) Instalación de 120 ánodos en cilindro y 63 ánodos en fondo en interior del tanque (Product side)



Figura 57: Ánodos de aluminio

Fuente: INMAC

5.2.2. Reparaciones externas al tanque

5.2.2.1. Fabricación e instalación de pestaña en exterior de fondo de tanque (Drip Ring)

(Anillo de goteo o Faldón circunferencial al fondo del tanque. API 650 párrafo 5.4.5.).

El material debe ser de acero al carbono, con un espesor mínimo de 3 mm (1/8 pul.).

Todas las uniones radiales entre las secciones de los anillos de goteo, así como entre el anillo de goteo y la placa anular o la parte inferior, deberán estar continuamente soldadas con sellado.

Se realizó la Fabricación e Instalación de Drip Ring con plancha de $\frac{1}{4}$ "(6.25mm) de espesor por 3"(75mm) de ancho, realizando las siguientes actividades:

- a) Habilitado de materiales
- b) Soldeo de plancha sobre fondo instalado en perímetro del tanque
- c) Granallado y pintado de Drip Ring

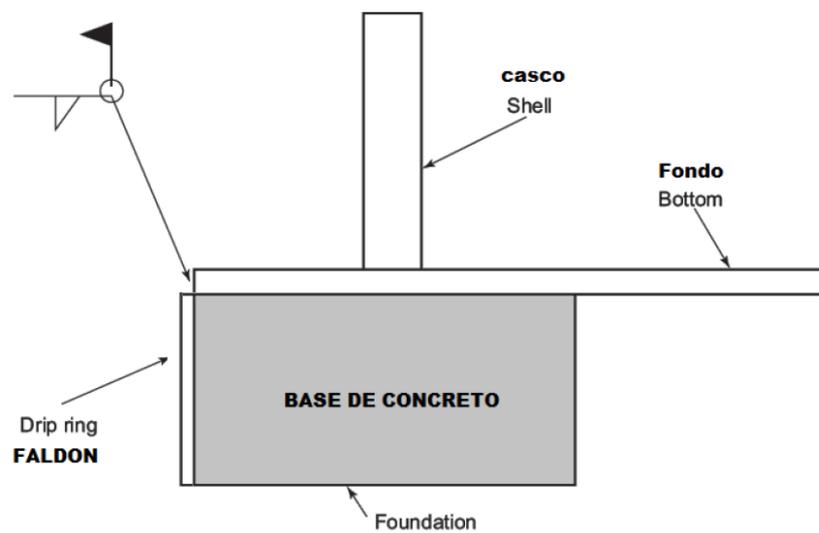


Figura 58: Drip Ring

Fuente: INMAC

5.2.2.2. Instalación de regleta de medición

Se realizó la instalación de una regleta de medición nueva, realizando las siguientes actividades:

Armado de 5 cuerpos de andamios

Retiro de regleta antigua e instalación de nueva regleta

Pintado de regleta para cambio de unidades ya que estaba en metros

Cambio de unidades de regleta del sistema europeo a sistema ingles

5.2.3. Ejecución de pruebas de calidad

5.2.3.1. Inspección visual, líquidos penetrantes de todas las juntas.

Inspección visual a juntas soldadas

Una soldadura debe ser aceptable por examen visual si la inspección muestra lo siguiente.

- a) No debe haber: grietas en el cráter, grietas superficiales o golpes de arco en las juntas soldadas o adyacentes.
- b) La socavación máxima permisible es de 0,4 mm (1/64 in) de profundidad para juntas verticales a tope, accesorios permanentes orientados verticalmente, soldaduras de fijación para boquillas, pozos de registro, aberturas rasantes y las soldaduras interiores de armazón a fondo.
- c) Para juntas horizontales a tope, fijaciones permanentes orientadas horizontalmente y juntas a tope de anillo anular, la socavación máxima permisible es de 0,8 mm (1/32 in.) De profundidad.
- d) La frecuencia de la porosidad superficial en la soldadura no excede un grupo (uno o más poros) en cualquier longitud de 100 mm (4 pulgadas), y el diámetro de cada agrupación no excede los 2.5 mm (3/32 in.)
- e) El refuerzo de las soldaduras en todas las juntas a tope en cada lado de la placa no debe exceder los siguientes espesores:

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)

Líquidos penetrantes a juntas soldadas.

Cuando se especifica el examen de líquidos penetrantes, el método de examen debe estar de acuerdo con la Sección V, Artículo 6, del Código ASME.

El examen de líquidos penetrantes debe realizarse de acuerdo con un procedimiento escrito que esté certificado por el fabricante para cumplir con los requisitos aplicables de la Sección V del Código ASME.

El fabricante deberá determinar y certificar que cada examinador de líquidos penetrantes cumple con los siguientes requisitos.

Evaluación de indicaciones

Una indicación de una imperfección puede ser más grande que la imperfección que la causa; sin embargo, el tamaño de la indicación es la base para la evaluación de aceptación. Solo indicaciones con mayor o mayor que 1/16 in. (1,5 mm) se considerarán relevantes.

- a) La indicación de Alinea r es una que tiene una longitud mayor que tres veces el ancho.
- b) Indicación completa es una forma circular o elíptica con una longitud igual o inferior a tres veces el ancho.

- c) Cualquier indicio cuestionable o dudoso será reexaminado para determinar si son relevantes o no.

Estándares de aceptación

Estas normas de aceptación se aplicarán a menos que se especifiquen otras normas más restrictivas para materiales o aplicaciones específicos dentro de esta División.

De acuerdo al código ASME sección V: Todas las superficies que se examinarán estarán libres de:

- a) Indicaciones lineales relevantes.
- b) Indicaciones redondeadas relevantes mayores de $3/16$ ". (5 mm);
- c) Cuatro o más indicaciones redondeadas relevantes en una línea separados por $1/16$ ". (1,5 mm) o menos (borde a borde).

Se cumplió con el procedimiento en los ensayos de calidad

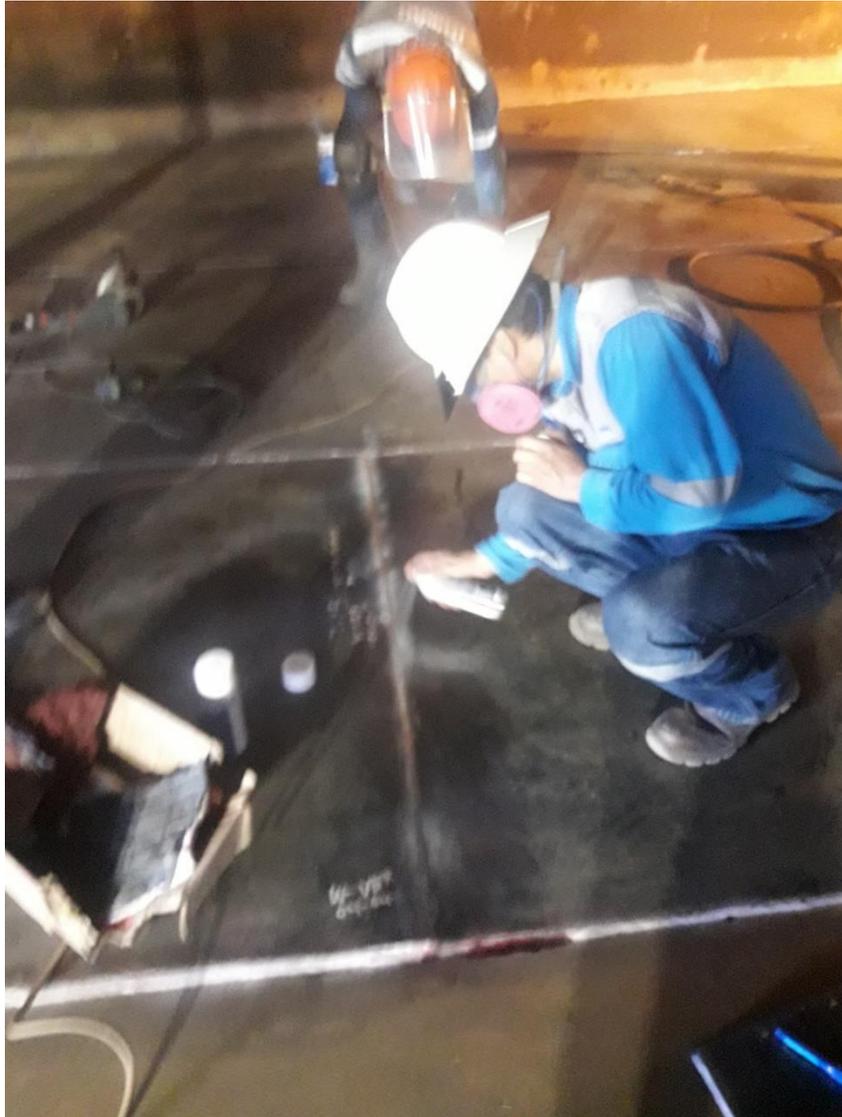


Figura 59: Cumplimiento de los procedimientos en los ensayos de calidad

Fuente: INMAC

5.2.4. Prueba de vacío al fondo de tanque.

La prueba de vacío se realizó utilizando una caja de prueba de aproximadamente 150 mm (6”) De ancho por 750 mm (30”) De largo con una ventana transparente en la parte superior, que proporciona la visibilidad adecuada para ver el área bajo examen. Durante las pruebas.

Para la prueba se usó un vacío parcial de 21 kPa (3 lbf / in.², 6 in. Hg) a 35 kPa (5 lbf / in.², 10 in Hg), se realizó una segunda prueba de vacío parcial de 56 kPa (8 lbf / in.², 16 in. Hg) a 70 kPa (10 lbf / in.², 20 in. Hg) para la detección de fugas muy pequeñas.



Figura 60: Prueba de vacío al fondo del tanque

Fuente: INMAC

5.2.4.1. Prueba hidrostática con control de asentamientos.

Se realizó la prueba hidrostática llenando el tanque a una altura de 8.8m realizando las siguientes actividades:

- Facilidades y acondicionamiento de hidrantes
- Llenado de agua con 3 hidrantes a dentro del tanque con una velocidad min. de 12pulg/hora hasta una velocidad Max. 18pulg/hora
- Control de asentamiento con nivel óptico

5.2.5. Granallado y pintado de tanque

5.2.5.1. Granallado y pintado de fondo y primer anillo de tanque de acuerdo a API 652

Tabla 13

Especificación de pintura para tanques de almacenamiento

ESPECIFICACIÓN DE PINTURA PARA TANQUES			
1- Superficie externa de Líneas de Flujo enterrados y/o Sumergidos: (Pintado Interior de Tanques)			
Preparación de Superficial. NACE-1 (SSPC-5)			
1ra Capa:	Epoxy Fenólico SigmaGuard – 720	6 – 7 Mil	Color: Crema.
2da Capa :	Epoxy Fenólico SigmaGuard – 720	6 – 7 Mil	Color : Gris
Solventes	Thinner 91-92 (epóxico)		
Observación : Extremos aprox. 5 Ft aplicar una capa de Poliuretano para evitar el Tizamiento, Según el Código de colores, indicado en Item-2 (2da Capa)			
2- Superficie externa de Líneas de Flujo Aéreos : (Pintado Exterior de Tanques)			
Preparación de Superficial. NACE-2 ó SSPC-SP 10			
Preparación de Superficial. SSPC-SP 11 (Donde No es Posible NACE-2 ó SSPC-SP 10)			
1ra Capa:	Epoxy poliamida SigmaFast 205	5 – 6 Mil	Color: Varios.
Solvente	Thinner 91-92 (epóxico)		
2da Capa :	Poliuretano A. SigmaDur – 550	2 – 3 Mil	Color: Según el Código de Colores
Solvente	Thinner 21-06 (Poliuretano)		

Fuente: API 652

Se realizó el Granallado y pintado de Fondo y primer anillo interior del tanque, de acuerdo a API 652, realizando las siguientes actividades:

- a) Granallado interior del tanque SSPC SP 5 / NACE N° 1
- b) Aplicación de pintura 1ra capa con Epoxy Fenólico SigmaGuard – 720 a 7 mils, color gris.
- c) Aplicación de pintura 2da capa con Epoxy Fenólico SigmaGuard – 720 a 7 mils, color crema.

d) Medición de espesores de película seca.



Figura 61: Granallado y pintado del primer anillo

Fuente: INMAC

5.2.6. Facilidades para puesta en marcha

-Instalación de 183 ánodos de sacrificio



Figura 62: Instalación de ánodos de aluminio.

Fuente: INMAC

-Se procedió a retirar los platos ciegos y cerrado de manholes.

5.3. Cálculo del costo del mantenimiento.

Del ANEXO 03 se calcula el costo del manteniendo tal como se resumen a continuación

Tabla 14

Costo total del mantenimiento

BUDGET					
REPARACION DE TANQUE 50M45S					
1.0	REPARACION DE TANQUE 50M45S				
0					
Cuenta	Descripción	Intangibles	Tangibles	Total (US\$)	Total (S/)
	REPARACION DE TANQUE 50M45S	\$ 401,350.79	\$ 121,700.58	\$ 523,051.37	S/ 1,731,300.03
	Total Servicios	\$ 401,350.79			
	Total Materiales		\$ 121,700.58		
	Sub Total (US\$)			\$ 523,051.37	S/ 1,731,300.03
	Transporte Alojamiento y Alimentación				
	Transporte			\$ 32,012.47	S/ 105,961.28
	Alojamiento y Alimentación			\$ 40,950.00	S/ 135,544.50
	Sub Total (US\$)			\$ 72,962.47	S/ 241,505.78
	TOTAL (Servicios, materiales , transporte, alojamiento, alimentación y supervisión)			\$ 596,013.84	S/ 1,972,805.81

Fuente: elaboración propia. Datos: INMAC

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- a) Luego de inspeccionar el tanque 50M45S de almacenamiento de hidrocarburos se observó que: en la envolvente del tanque: de los escaneos realizados en el envolvente del tanque, se ha detectado pérdida de espesor apreciable en el tercer anillo. En el techo del tanque: pérdida del 90% de recubrimiento (externo), los pernos y espárragos del LIT presentan recubrimiento deteriorado. En el fondo del tanque: Se hallaron visualmente 55 perforaciones en total, ubicada en 6 planchas diferentes del fondo de tanque. En los Manholes se aprecia pérdida de recubrimiento y también presenta oxidación en las tuercas y espárragos. En las boquillas y válvulas se observa en proceso de oxidación. En la escalera y baranda se observa el área en donde hay pérdida de recubrimiento y la presencia de hongos, debido a la humedad y ambiente. En los refuerzos de cometidas los testigos de refuerzos presentan oxidación.
- b) Se ejecutó el mantenimiento a tanque realizando reparaciones internas como: apertura de ventana lateral, reemplazo completo de 90 planchas de fondo 5/16”(7.81mm), reemplazo de arena bajo fondo de tanque (0,5 m de profundidad), fabricación e instalación de sumidero del fondo de acuerdo a API 650 y línea de drenaje 4” Sch 80, fabricación e instalación de soportes del difusor y columnas soporte del techo, fabricación e instalación de soporte y ánodos de aluminio. Reparaciones externas como: fabricación e instalación de pestaña en exterior de fondo de tanque (Drip Ring) ,instalación de regleta de medición. Se ejecutaron las pruebas de calidad: líquidos penetrantes a todas las juntas, además de: pruebas de vacío al fondo del tanque, prueba hidrostática con control de asentamientos. Granallado y pintado de fondo y primer anillo de tanque de acuerdo a API 652.
- c) El costo del mantenimiento del tanque fue de \$ 596 013,84.

6.2. Recomendaciones.

- a) Se recomienda realizar la inspección y mantenimiento preventivo de los tanques para evitar en un futuro realizar gastos elevados en mantenimientos mayores.
- b) Se debe tratar de seguir retroalimentando la información técnica de los tanques, los procedimientos, frecuencias y los demás requerimientos para la realización de las tareas, hay que recordar que el mantenimiento no debe permanecer estático debe ser proactivo siempre siguiendo los estándares de gestión de proyectos, calidad, seguridad, salud y medio ambiente.
- c) Se recomienda a los futuros tesisistas empaparse e inclinar sus temas de investigación al sector de hidrocarburos, ya que es un rubro donde se tiene mucho ámbito para poder desarrollarse como ingeniero mecánico electricista, puesto que involucra muchas ramas de la ingeniería para la construcción y el mantenimiento de equipos rotativos (Bombas, turbinas y motores); equipos no rotativos (tanques de almacenamiento, oleoductos, gasoductos, intercambiadores de calor, Aero refrigerantes, acumuladores, separadores y recipientes a presión).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) Acosta, F. S. (2018). Obtenido de EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA APLICADO A LA BASE DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES EN EL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS RIOBAMBA DE LA EP PETROECUADOR: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8662/1/96T00464.PDF>
- 2) Aguilar, D., & Campos, O. (2014). DISEÑO DE UN RECIPIENTE RECTANGULAR DE ALMACENAMIENTO PARA AGUA TRATADA CON CAPACIDAD DE 870FT³. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de https://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/13325/DISE%c3%91O%20DE%20UN%20RECIPIENTE%20RECTANGULAR%20DE%20ALMACENAMIENTO%20PARA%20AGUA%20TRATADA%20CON%20CAPACIDAD%20DE%20870FT3_C.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- 3) Autosolar. (2015). Obtenido de ¿Que es un sistema de bombeo de agua solar?: <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-es-un-sistema-de-bombeo-de-agua-solar>
- 4) Barrios, C. (2002). "DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS LIQUIDOS E IMPACTO AMBIENTAL". (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <https://1library.co/document/y6jd9m7q-diseno-tanques-almacenamiento-hidrocarburos-liquidos-impacto-ambiental.html>
- 5) Blas, T. (2018). *MODELO PARA DETERMINAR LA AMPLIACION DE LA VIDA UTIL DE RECIPIENTES A PRESION PARA ALMACENAMIENTO DE GLP*. Obtenido de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3330/blas%20cristobal.pdf?sequence=1>
- 6) Cano, I. (2015). Medicion estatica de tanques de almacenamiento. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/8234/1/Tesis%20cano%204%20final.pdf>
- 7) CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB. (2019). *Proceso de Soldadura - SMAW*. Obtenido de <https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso-soldadura-smaw.cfm>
- 8) construyetuingenio. (2013). Obtenido de Soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW): <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-4-soldadura-por-arco-con-nucleo-de-fundente-fcaw>
- 9) construyetuingenio. (2013). Obtenido de Soldadura por arco sumergido (SAW): <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-5-soldadura-por-arco-sumergido-saw>
- 10) construyetuingenio. (2013). *Soldadura por arco de metal y gas (GMAW)*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw>
- 11) Departamento de Loreto. (2006). Obtenido de http://app.seace.gob.pe/mon/ProcesoReporteGrafPb.jsp?tipo_cons=1&dep_codigo=16&pro_codigo=03&tipo_cons_sub=1&anhoentidad=2006&anho_rep=
- 12) Diaz, H. (2015). OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE INSPECCIÓN TOPOGRÁFICA A TANQUES DE ALMACENAMIENTO BASADO EN LA NORMA API 653. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7907/DiazGarciaHectorFabian2016.pdf;jsessionid=CA9D642989BE3C7CC86B883CC6306088?sequence=1>

13) doctorwelding. (2020). *VENTAJAS DEL ENSAYO DE ULTRASONIDO EN LAS UNIONES DE SOLDADURA VENTAJAS DEL ENSAYO DE ULTRASONIDO EN LAS UNIONES DE SOLDADURA*. Obtenido de <https://doctorwelding.com/ventajas-del-ensayo-de-ultrasonido-en-las-uniones-de-soldadura/>

14) duoc.c. (2018). Obtenido de Definición y propósito de la investigación aplicada: <http://www.duoc.cl/biblioteca/crai/definicion-y-proposito-de-la-investigacion-aplicada>

15) Ecopetrol. (2011). *MANUAL DE INSPECCION, MANTENIMIENTO Y REPARACION DE TANQUES ATMOSFERICOS API 653*. Obtenido de <https://vdocuments.mx/manual-de-inspeccion-mantenimiento-y-reparacion-de-tanques-atmosfericos-api-5681d8d49e79a.html>

16) Guevara, A., & Silva, R. (2018). Obtenido de “Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para el cultivo de espárrago en el fundo Bobadilla – Ferreñafe“: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/29181/Guevara_BAP-Silva_DRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

17) iperú.org. (2019). *Distrito de Trompeteros*. Obtenido de <https://www.iperu.org/distrito-de-trompeteros-provincia-de-loreto>

18) ITPSA. (2019). Obtenido de Pruebas Hidrostáticas: <https://itpsa.com.ec/pruebas-hidrostaticas/>

19) kalitebelgesi. (2018). *Prueba de Vacío*. Obtenido de <https://www.kalitebelgesi.com/es/muayene-hizmetleri/tahribatsiz-muayene/vakum-testi>

20) Loayza, R. (2003). Corrosión en tanques de almacenamiento de hidrocarburos - Refinería Talara. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/8113>

21) lovslideorg. (2017). Obtenido de PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA CONDIESEL CALIENTE: https://loveslide.org/view-doc.html?utm_source=prueba-con-diesel-caliente-rev-1

22) Mayorga, M. (2013). “Inspección Física y Análisis Estructural para determinar operatividad de un tanque cilíndrico vertical para almacenamiento de Fuel Oil de acuerdo a norma API 653 luego de un siniestro”. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/25223/Tesis%20de%20Graduaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

23) Mayorga, M. (2013). Inspección física y análisis estructural para determinar operatividad de un tanque cilíndrico vertical para almacenamiento de fuel oil de acuerdo a norma api 653 luego de un siniestro. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/25223>

24) Mayorga, M. (2013). Inspección Física y Análisis Estructural para determinar operatividad de un tanque cilíndrico vertical para almacenamiento de Fuel Oil de acuerdo a norma API 653 luego de un siniestro. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89744/D-79845.pdf>

25) MUNICIPALIDAD DISTRIAL DE TROMPETEROS Dirección de Obras e Infraestructura MDT. (2015). ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO INTEGRAL SISTEMA.

26) Naranjo, M. (2017). Estaciones de Combustibles para la Aviación en México, Destacando las Características de la Zona de Combustibles del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de

- México. (*Tesis pregrado*). Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6719/1/15T00658.pdf>
- 27) Pejerrey Zegarra, G. E. (2017). “Diseño y Cálculo de un Tanque de Almacenamiento Atmosférico de 60,000 Barriles para Almacenaje de Gasolina de 90 Octanos en la Selva”. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/912/1/Giafranco%20Pejerrey_Tesis_Titulo%20Profesional_2017.pdf
- 28) PRODIESEL. (2019). Obtenido de Limpieza de tanques: <http://www.prodieselcorp.com.ec/>
- 29) Quintero Mora, G. (2017). *METODOLOGÍA PARA LA INSPECCION MECÁNICA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO EL ESTÁNDAR API 653*. Obtenido de <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/38624/1/165974.pdf>
- 30) Quiñones, G. (2013). “Preparación y recubrimiento de tanques de almacenamiento de superficies metálicas expuestas a corrosión”. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_0b1d70da04d3684d17e5512b6e6ccb89
- 31) Renovetec. (2018). *TIPOS DE MANTENIMIENTO*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
- 32) rrpnet. (2000). Obtenido de TECNICAS DE INVESTIGACION: <http://www.rrpnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>
- 33) Sanaguano, E. (2012). “MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN LA REFINERÍA ESTATAL ESMERALDAS”. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3064/1/25T00198.pdf>
- 34) Sanaguano, E. (2012). “MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN LA REFINERÍA ESTATAL ESMERALDAS”. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3064/1/25T00198.pdf>
- 35) Serrano, R. (2015). Obtenido de ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS: LIQUIDOS PENETRANTES.: http://www.raquelserrano.com/wp-content/files/ciencias_t8.3_liq_penetrantes.pdf
- 36) Silvestre, V. (2019). “INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD APLICANDO UN PLAN DE MCC PARA TANQUES DE TECHO FIJO PARA ALMACENAMIENTO DE DERIVADOS DEL PETRÓLEO EN REFINERÍA TALARA – PETROPERÚ”. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13331/Silvestre%20Ramos%20de%200V%20adctor%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 37) Soldadura por arco de metal y gas (GMAW). (2013). *Suèrvision dde estructuras de concreto y acero*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw>
- 38) Soldadura y Estructuras. (2019). *Proceso GTAW*. Obtenido de <http://soldadurayestructuras.com/proceso-gtaw.html>

ANEXOS

ANEXO N°01. EVALUACION DE INTEGRIDAD DEL TANQUE 50M45S DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS

ANEXO N°02. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ANEXO N°03. PRESUPUESTO

ANEXO N°04. PLANOS DEL TANQUE 50M45S DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS

**ANEXO N°01. EVALUACION DE INTEGRIDAD DEL
TANQUE 50M45S DE ALMACENAMIENTO DE
HIDROCARBUROS**

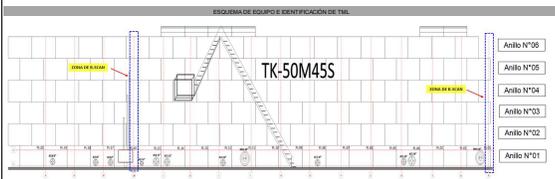


Figura 1. Esquema de distribución de planchas de carcasa de tanque

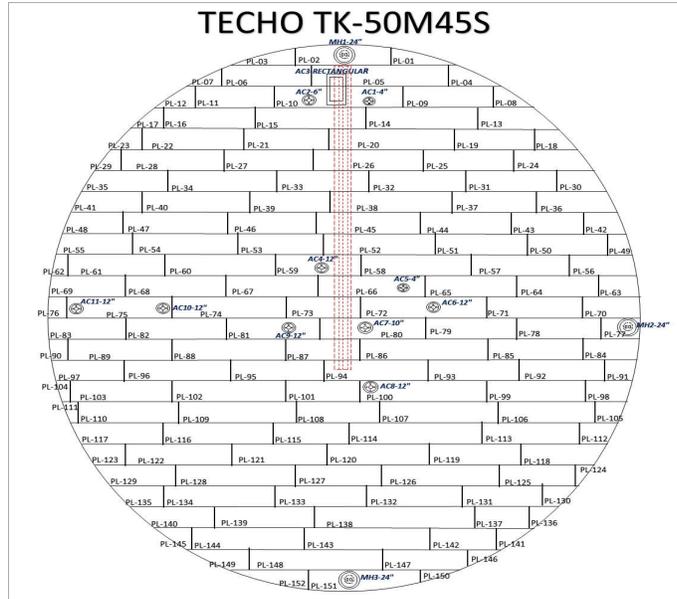
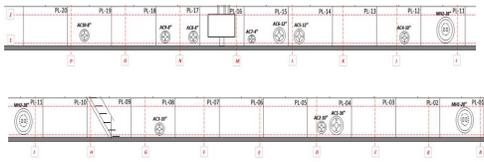
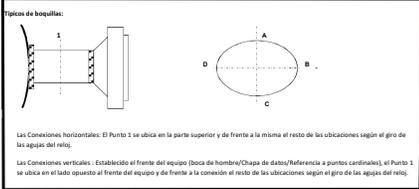
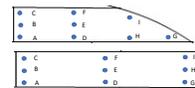


Figura 2. Esquema de distribución de planchas del techo del tanque

Tipo de mediciones en tanque



ANEXO N°02. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ANEXO N°03. PRESUPUESTO



UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO ES

ORDEN DE TRABAJO (OT)

CODIGO : MVI-CYP-RE-191
VERSION : 02
FECHA : 06-08-16

ST N°	:	
OT N°	:	
Fecha	:	

NOMBRE OBRA : REPARACION DE TANQUE 50M45S

CTA. SERVICIO :
SUBLIBRO/ N°AFE
AREA / CLIENTE **Producción**

MODALIDAD	POR RECURSOS	
MONTO DE PRESUPUESTO	401 350,79	DOLARES AMERICANOS NO INCLUYE IGV
PLAZO DE EJECUCION	118	DIAS Calendarios
LOCACION	TROMPETEROS	

DESCRIPCION DE TRABAJOS Y ACTIVIDADES	<p>Descripción: REPARACION DE TANQUE 50M45S</p> <ul style="list-style-type: none"> - TRABAJOS PREVIOS - REPARACIONES INTERNAS AL TANQUE - REPARACIONES EXTERNAS AL TANQUE - TRABAJOS GENERALES - PRUEBAS DE PRESIÓN - FACILIDADES PARA PUESTA EN MARCHA <p>NOTA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Este es un presupuesto estimado de acuerdo a una inspección realizada por INMAC. Se complementará de acuerdo al informe que presente Bureau Veritas después de su inspección. - Se considera trabajos en doble turno con horario extendido a 12h por turno. - Se considera cambio total de fondo de tanque - Se considera Pl 5/16" para el nuevo fondo del tanque - Se incluye además la fabricación e instalación de barandas en el perímetro del techo en cumplimiento de disposición de Osinergmin indicada el D.S. No. 052-93-EM.- Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos artículo 42 ac - Se considera desmontaje y montaje de andamios durante el avance - El llenado del tanque estará a cargo de Producción PPN
---------------------------------------	---

Supervisor Solicitante: _____ Emitido por: _____ Fecha: _____
Superintend Autorizante: _____

Presentado por	Revisado por	Autorizado por
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Representante INMAC	Construcciones PPN	Usuario PPN

PRESUPUESTO

OBRA REPARACION DE TANQUE 50M45S
MANTTO INDUSTRIAL
CLIENTE PLUSPETROL NORTE S.A.
MONEDA DOLARES AMERICANOS

LOCACIÓN TROMPETEROS
PLAZO 118 DÍAS
MODALIDAD POR RECURSOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	CUADRILLA	DIAS	PU	PARCIAL	TOTAL (\$/.)	REFERENCIA
A	PERSONAL Y EQUIPOS					1 119 768,70	
01,00	TRABAJOS PREVIOS					62 521,72	
01,01	Enmaderado de área para acopio de planchas de acero (protección de recubrimiento de geomembrana)	OC1	2,00	6	1 514,58	18 175,00	
01,02	Secado de arena	OC9	1,00	25	1 178,24	29 456,05	
01,03	Secado de granalla	OC9	1,00	11	1 178,24	12 960,66	
01,04	Apoyo inspección a GIE	OM9	1,00	1	1 930,01	1 930,01	
02,00	REPARACIONES INTERNAS AL TANQUE					915 632,31	
02,01	Apertura de 02 ventanas laterales para acceso interior	OM1	1,00	2	2 823,16	5 646,32	
02,02	Fabricación e instalación de cartelas en exterior de envoltente para mantener altura	OM1	1,00	2	2 823,16	5 646,32	
02,03	Arriostramiento interior de envoltente y columna central y perimetrales	OM1	2,00	6	2 823,16	33 877,93	
02,04	Emplantillado de fondo de tanque	OC10	1,00	2	1 310,63	2 621,26	
02,05	Corte y retiro de planchas de fondo de tanque	OM8	1,00	20	7 101,48	140 056,94	
02,06	Retiro de suelo contaminado bajo fondo de tanque (0.5 m de profundidad)	OC2	1,00	16	4 126,80	66 591,48	
02,07	Limpieza de estructura de concreto	OC1	1,00	4	1 514,58	6 058,33	
02,08	Relleno y compactación de primer lecho de arena al interior del anillo de concreto	OC2	1,00	11	4 126,80	45 781,65	
02,09	Relleno y compactación de segundo lecho de arena al interior del anillo de concreto	OC2	1,00	11	4 126,80	45 781,65	
02,10	Habilitación de planchas de 5/16" de nuevo fondo de tanque	OM5	2,00	22	3 710,32	163 254,05	
02,11	Fabricación de sumideros de fondo de acuerdo a API 650	OM1	1,00	4	2 823,16	11 292,64	
02,12	Instalación y soldeo de planchas y sumidero de nuevo fondo de tanque	OM7	2,00	12	11 809,10	291 291,25	
02,13	Fabricación e instalación de patin de soporte para columnas interiores y tapón en difusor	OM1	2,00	10	2 823,16	56 463,22	
02,14	Fabricación e instalación de soporte de ánodos de sacrificio	OM4	2,00	5	2 844,14	28 441,35	
02,15	Apoyo para protección catódica	OM6	1,00	7	219,32	1 535,27	
02,16	Cerrado de ventana lateral	OM1	1,00	4	2 823,16	11 292,64	
03,00	REPARACIONES EXTERNAS AL TANQUE					46 855,77	
03,01	Fabricación e instalación de parches para envoltente de acuerdo a API 653	OM1	1,00	2	2 823,16	5 646,32	
03,02	Retiro de cartelas del exterior de envoltente	OM1	1,00	2	2 823,16	5 646,32	
03,03	Reparación de anillo de concreto en zonas fisuradas	OC1	1,00	2	1 514,58	3 029,17	
03,04	Fabricación e instalación de pestaña en exterior de fondo de tanque (Drip Ring)	OM1	2,00	4	2 823,16	22 585,29	
03,05	Fabricación e instalación de parches en techo de acuerdo a API 653	OM1	1,00	2	2 823,16	5 646,32	
03,06	Fabricación de soportes para regleta	OM1	1,00	1	2 823,16	2 823,16	
03,07	Instalación de soportes y de regleta	OC5	1,00	1	1 479,19	1 479,19	
04,00	TRABAJOS GENERALES - PRUEBAS DE PRESIÓN					14 170,10	
04,01	Prueba de vacío a fondo de tanque	OC7	1,00	4	849,13	3 396,53	
04,02	Prueba de diesel caliente a unión fondo - envoltente	OC6	1,00	3	693,37	2 080,10	
04,03	Apoyo en facilidades para llenado de agua en tanque para PH	OC1	1,00	3	1 514,58	4 543,75	
04,04	Prueba hidrostática con control de asentamientos	OC8	1,00	1	1 120,55	1 120,55	
04,05	Apoyo en facilidades para drenaje de agua de tanque	OC1	1,00	2	1 514,58	3 029,17	
05,00	GRANALLADO Y PINTADO DE TANQUE					70 128,29	
05,01	Limpieza general y acopio de granalla	OC12	1,00	11	901,68	9 918,49	
05,02	Granallado y pintado de fondo de tanque	OM2	1,00	14	3 010,49	42 146,86	
05,03	Granallado y pintado interior de envoltente 1er anillo	OM2	1,00	4	3 010,49	12 041,96	
05,04	Granallado y pintado interior de estructuras (altura hasta el 1er anillo)	OM2	1,00	2	3 010,49	6 020,98	
06,00	FACILIDADES PARA PUESTA EN MARCHA					10 460,50	
06,01	Instalación de ánodos de sacrificio	OC5	1,00	4	1 479,19	5 916,75	
06,02	Retiro de platos ciegos y cerrado de manholes.	OC1	1,00	1	1 514,58	1 514,58	
06,03	Apoyo en facilidades para puesta en marcha	OC1	1,00	2	1 514,58	3 029,17	
					COSTO DIRECTO \$/.	1 119 768,70	SOLES
					COSTO DIRECTO US\$	401 350,79	DOLARES

RECURSOS

OC1 Cuadrilla de facilidades		Costo Directo Unitario		S/.1 514,58	DIA		
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 1 001,38
1,01	Operario	D-H	2,00	8,50	200,4300	400,8600	
1,02	Oficial	D-H	1,00	8,50	162,3100	162,3100	
1,03	Ayudante	D-H	3,00	8,50	146,0700	438,2100	
2,00	EQUIPOS						S/. 7,70
2,01	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	1,00		7,7004	7,7004	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 50,07
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	1001,38		5%	50,07	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 455,43
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	1059,15		20%	211,83	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	1059,15		9%	95,32	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	1059,15		9%	95,32	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	1059,15		5%	52,96	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 1 514,58

OC2 Cuadrilla de excavación		Costo Directo Unitario		S/.4 126,80	DIA		
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 2 192,96
1,01	Operario	D-H	1,00	8,50	200,4300	200,4300	
1,02	Oficial	D-H	1,00	8,50	162,3100	162,3100	
1,03	Operador de Equipo Pesado	D-H	1,00	8,50	369,5200	369,5200	
1,04	Ayudante	D-H	10,00	8,50	146,0700	1 460,7000	
2,00	EQUIPOS						S/. 583,26
2,01	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	0,00		7,7004	-	
2,02	Minicargador	D-M	1,00	6,00	87,4595	524,7572	
2,03	Reflectores Antiexplosivos	D-M	3,00		2,9853	8,956	
2,04	Extractor de aire Industrial a prueba de explosión	D-M	3,00		16,5168	49,550	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 109,65
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	2192,96		5%	109,65	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 1 240,92
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	2885,87		20%	577,17	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	2885,87		9%	259,73	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	2885,87		9%	259,73	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	2885,87		5%	144,29	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 4 126,80

OC3 Cuadrilla de relleno y compactación		Costo Directo Unitario		S/.4 164,30	DIA		
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 2 702,29
1,01	Operario	D-H	1,00	15,00	200,4300	353,7000	
1,02	Oficial	D-H	1,00	15,00	162,3100	286,4294	
1,03	Ayudante	D-H	8,00	15,00	146,0700	2 062,1647	
2,00	EQUIPOS						S/. 74,69
2,01	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	0,00		7,7004	-	
2,02	Plancha compactadora	D-M	1,00		16,1820	16,1820	
2,03	Reflectores Antiexplosivos	D-M	3,00		2,9853	8,956	
2,04	Extractor de aire Industrial a prueba de explosión	D-M	3,00		16,5168	49,550	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 135,11
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	2702,29		5%	135,11	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 1 252,20
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	2912,10		20%	582,42	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	2912,10		9%	262,09	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	2912,10		9%	262,09	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	2912,10		5%	145,60	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 4 164,30

OC4 Movimiento de suelo con equipo		Costo Directo Unitario		S/.1 594,35	DIA		
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 346,50
1,01	Operario	D-H	1,00	8,50	200,4300	200,4300	
1,02	Ayudante	D-H	1,00	8,50	146,0700	146,0700	
2,00	EQUIPOS						S/. 751,11
2,01	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	1,00		7,7004	7,7004	
2,02	Minicargador	D-M	1,00		87,4595	743,406	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 17,33
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	346,50		5%	17,33	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 479,42
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	1114,93		20%	222,99	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	1114,93		9%	100,34	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	1114,93		9%	100,34	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	1114,93		5%	55,75	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 1 594,35

OC5 Cuadrilla de instalación de regleta		Costo Directo Unitario		S/.1 479,19	DIA		
---	--	------------------------	--	-------------	-----	--	--

RECURSOS

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 985,14
1,01	Operario	D-H	2,00	8,50	200,4300	400,8600	
1,02	Ayudante	D-H	4,00	8,50	146,0700	584,2800	
2,00	EQUIPOS						S/. 0,00
2,01	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	0,00		7,7004	-	
2,02	Juegos (Cuerpos) de ANDAMIOS certificados - ULMA, PE	D-M	0,00		92,8791	-	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 49,26
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	985,14		5%	49,26	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 444,79
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	1034,40		20%	206,88	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	1034,40		9%	93,10	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	1034,40		9%	93,10	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	1034,40		5%	51,72	
	COSTO CUADRILLA x DIA.						S/. 1 479,19

RECURSOS

OC6 Cuadrilla de apoyo a pruebas QA/QC		Costo Directo Unitario			S/. 693,37	DIA	
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 454,45
1,01	Oficial	D-H	1,00	8,50	162,3100	162,3100	
1,02	Ayudante	D-H	2,00	8,50	146,0700	292,1400	
2,00	EQUIPOS						S/. 7,70
2,01	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	1,00		7,7004	7,7004	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 22,72
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	454,45		5%	22,72	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 208,50
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	484,87		20%	96,97	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	484,87		9%	43,64	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	484,87		9%	43,64	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	484,87		5%	24,24	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 693,37

OC7 Cuadrilla prueba de vacío		Costo Directo Unitario			S/. 849,13	DIA	
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 308,38
1,01	Oficial	D-H	1,00	8,50	162,3100	162,3100	
1,02	Ayudante	D-H	1,00	8,50	146,0700	146,0700	
2,00	EQUIPOS						S/. 270,00
2,01	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	0,00		7,7004	-	
2,02	Vacuum Box	D-M	1,00		270,0000	270,0000	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 15,42
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	308,38		5%	15,42	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 255,33
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	593,80		20%	118,76	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	593,80		9%	53,44	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	593,80		9%	53,44	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	593,80		5%	29,69	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 849,13

OC8 Cuadrilla de topografía		Costo Directo Unitario			S/. 1 120,55	DIA	
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 667,13
1,01	Topografo	D-H	1,00	8,50	521,0600	521,0600	
1,02	Ayudante	D-H	1,00	8,50	146,0700	146,0700	
2,00	EQUIPOS						S/. 83,11
2,01	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	0,00		7,7004	-	
2,02	Equipo de Topografía / Estación Total	D-M	1,00		83,1141	83,1141	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 33,36
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	667,13		5%	33,36	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 336,95
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	783,60		20%	156,72	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	783,60		9%	70,52	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	783,60		9%	70,52	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	783,60		5%	39,18	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 1 120,55

OC9 Cuadrilla de secado de granalla		Costo Directo Unitario			S/. 1 178,24	DIA	
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 784,71
1,01	Operario	D-H	1,00	8,50	200,4300	200,4300	
1,02	Ayudante	D-H	4,00	8,50	146,0700	584,2800	
2,00	EQUIPOS						S/. 0,00
2,01	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	0,00		7,7004	-	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 39,24
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	784,71		5%	39,24	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 354,30
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	823,95		20%	164,79	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	823,95		9%	74,16	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	823,95		9%	74,16	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	823,95		5%	41,20	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 1 178,24

OC10 Cuadrilla de topografía		Costo Directo Unitario			S/. 1 310,63	DIA	
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 813,20
1,01	Topografo	D-H	1,00	8,50	521,0600	521,0600	
1,02	Ayudante	D-H	2,00	8,50	146,0700	292,1400	
2,00	EQUIPOS						S/. 62,66
2,01	Estación Total Completa con Nivel	D-M	1,00		62,6634	62,6634	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 40,66
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	813,20		5%	40,66	

RECURSOS

RECURSOS							S/. 394,11
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	916,52		20%	183,30	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	916,52		9%	82,49	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	916,52		9%	82,49	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	916,52		5%	45,83	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 1 310,63

OC11 Construcción de anillo para polylock

Costo Directo Unitario

S/.1 763,68

DIA

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 1 163,69
1,01	Operario	D-H	2,00	8,50	200,4300	400,8600	
1,02	Oficial	D-H	2,00	8,50	162,3100	324,6200	
1,03	Ayudante	D-H	3,00	8,50	146,0700	438,2100	
2,00	EQUIPOS						S/. 8,08
2,01	Mezcladoras 11 pie3	D-M	1,00		16,1541	8,0771	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 61,57
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	1163,69		5%	58,18	
3,02	Motosierra	D-M	1,00		6,7797	3,3899	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 530,34
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	1233,34		20%	246,67	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	1233,34		9%	111,00	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	1233,34		9%	111,00	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	1233,34		5%	61,67	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 1 763,68

OC12 Acopio y limpieza de granalla

Costo Directo Unitario

S/.901,68

DIA

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 600,52
1,01	Oficial	D-H	1,00	8,50	162,3100	162,3100	
1,02	Ayudante	D-H	3,00	8,50	146,0700	438,2100	
2,00	EQUIPOS						S/. 0,00
2,01						-	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 30,03
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	600,52		5%	30,03	
3,02						-	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 271,13
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	630,55		20%	126,11	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	630,55		9%	56,75	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	630,55		9%	56,75	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	630,55		5%	31,53	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 901,68

RECURSOS

OM1 Cuadrilla Metalmeccánica				Costo Directo Unitario		S/.2 823,16	DIA
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 1 649,72
1,01	Armador estructural - Soldador 3G	D-H	1,00	8,50	364,8500	364,8500	
1,02	Soldador 6G	D-H	1,00	8,50	640,6300	640,6300	
1,03	Oxigenista	D-H	1,00	8,50	176,0500	176,0500	
1,04	Esmerilador	D-H	1,00	8,50	176,0500	176,0500	
1,05	Ayudante	D-H	2,00	8,50	146,0700	292,1400	
2,00	EQUIPOS						S/. 242,03
2,01	Motosoldadora SAE 400 c/ carreta certificada y 100 mts c	D-M	1,00		95,0832	95,0832	
2,02	Esmeriles eléctricos portátiles	D-M	2,00		2,3994	4,799	
2,03	Equipo de oxicorte (propano, acetileno).	D-M	1,00		5,1057	5,106	
2,04	Generador 5kw - Monofasico - Diesel	D-M	1,00		70,8381	70,838	
2,05	Reflectores Antiexplosivos	D-M	3,00		2,9853	8,956	
2,06	Extractor de aire Industrial a prueba de explosión	D-M	3,00		16,5168	49,550	
2,07	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	1,00		7,7004	7,7004	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 82,49
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	1649,72		5%	82,49	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 848,92
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	1974,24		20%	394,85	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	1974,24		9%	177,68	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	1974,24		9%	177,68	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	1974,24		5%	98,71	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 2 823,16
OM2 Cuadrilla de granallado y pintado				Costo Directo Unitario		S/.3 010,49	DIA
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 1 273,53
1,01	Pintor	D-H	2,00	8,50	409,5400	819,0800	
1,02	Oficial	D-H	1,00	8,50	162,3100	162,3100	
1,03	Ayudante	D-H	2,00	8,50	146,0700	292,1400	
2,00	EQUIPOS						S/. 768,03
2,01	Equipo de Granallado - 2 boquillas (Rendimiento 100m2) y	D-M	1,00		73,4328	73,4328	
2,02	Compresor CF-750 Sullair o similar	D-M	1,00		628,3917	628,3917	
2,03	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	1,00		7,7004	7,7004	
2,04	Reflectores Antiexplosivos	D-M	3,00		2,9853	8,956	
2,05	Extractor de aire Industrial a prueba de explosión	D-M	3,00		16,5168	49,550	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 63,68
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	1273,53		5%	63,68	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 905,25
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	2105,24		20%	421,05	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	2105,24		9%	189,47	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	2105,24		9%	189,47	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	2105,24		5%	105,26	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 3 010,49
OM3 Cuadrilla de resane de pintura				Costo Directo Unitario		S/.1 422,64	DIA
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 877,73
1,01	Pintor	D-H	1,00	8,50	409,5400	409,5400	
1,02	Esmerilador	D-H	1,00	8,50	176,0500	176,0500	
1,03	Ayudante	D-H	2,00	8,50	146,0700	292,1400	
2,00	EQUIPOS						S/. 73,24
2,01	Esmeriles eléctricos portátiles	D-M	1,00		2,3994	2,3994	
2,02	Generador 5kw - Monofasico - Diesel	D-M	1,00		70,8381	70,838	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 43,89
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	877,73		5%	43,89	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 427,79
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	994,85		20%	198,97	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	994,85		9%	89,54	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	994,85		9%	89,54	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	994,85		5%	49,74	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 1 422,64
OM4 Fabricación e instalación de soportes de anodos				Costo Directo Unitario		S/.2 844,14	DIA
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 1 398,32
1,01	Armador estructural - Soldador 3G	D-H	1,00	8,50	364,8500	364,8500	
1,02	Soldador 3G	D-H	1,00	8,50	364,8500	364,8500	
1,03	Operario	D-H	1,00	8,50	200,4300	200,4300	
1,04	Esmerilador	D-H	1,00	8,50	176,0500	176,0500	
1,05	Ayudante	D-H	2,00	8,50	146,0700	292,1400	
2,00	EQUIPOS						S/. 520,67
2,01	Motosoldadora SAE 400 c/ carreta certificada y 100 mts c	D-M	1,00		95,0832	95,0832	
2,02	Esmeriles eléctricos portátiles	D-M	2,00		2,3994	4,799	
2,03	Equipo de oxicorte (propano, acetileno).	D-M	1,00		5,1057	5,106	
2,04	Generador 5kw - Monofasico - Diesel	D-M	1,00		70,8381	70,838	
2,05	Reflectores Antiexplosivos	D-M	3,00		2,9853	8,956	
2,06	Extractor de aire Industrial a prueba de explosión	D-M	3,00		16,5168	49,550	
2,07	Juegos (Cuerpos) de ANDAMIOS certificados - ULMA, PE	D-M	3,00		92,8791	278,6373	
2,08	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	1,00		7,7004	7,7004	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 69,92

RECURSOS

3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	1398,32		5%	69,92	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 855,23
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	1988,91		20%	397,78	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	1988,91		9%	179,00	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	1988,91		9%	179,00	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	1988,91		5%	99,45	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 2 844,14

OM5 Cuadrilla de corte de planchas **Costo Directo Unitario S/.3 710,32 DIA**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 2 296,29
1,01	Armador estructural - Soldador 3G	D-H	1,00	15,00	364,8500	643,8529	
1,02	Oxigenista	D-H	1,00	15,00	176,0500	310,6765	
1,03	Esmerilador	D-H	1,00	15,00	176,0500	310,6765	
1,04	Ayudante	D-H	4,00	15,00	146,0700	1 031,0824	
2,00	EQUIPOS						S/. 183,53
2,01	Motosoldadora SAE 400 c/ carreta certificada y 100 mts c	D-M	1,00		95,0832	95,0832	
2,02	Esmeriles eléctricos portátiles	D-M	2,00		2,3994	4,799	
2,03	Equipo de oxicorte (propano, acetileno).	D-M	1,00		5,1057	5,106	
2,04	Generador 5kw - Monofasico - Diesel	D-M	1,00		70,8381	70,838	
2,05	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	1,00		7,7004	7,7004	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 114,81
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	2296,29		5%	114,81	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 1 115,69
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	2594,63		20%	518,93	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	2594,63		9%	233,52	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	2594,63		9%	233,52	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	2594,63		5%	129,73	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 3 710,32

OM6 Apoyo trabajos de protección catódica **Costo Directo Unitario S/.219,32 DIA**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 146,07
1,01	Ayudante	D-H	1,00	8,50	146,0700	146,0700	
2,00	EQUIPOS						S/. 0,00
2,01	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	0,00		7,7004	-	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 7,30
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	146,07		5%	7,30	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 65,95
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	153,37		20%	30,67	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	153,37		9%	13,80	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	153,37		9%	13,80	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	153,37		5%	7,67	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 219,32

OM7 Cuadrilla Metalmecánica piso tk **Costo Directo Unitario S/.11 809,10 DIA**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 7 446,11
1,01	Armador estructural - Soldador 3G	D-H	1,00	15,00	364,8500	643,8529	
1,02	Soldador 6G	D-H	3,00	15,00	640,6300	3 391,5706	
1,03	Oxigenista	D-H	3,00	15,00	176,0500	932,0294	
1,04	Esmerilador	D-H	3,00	15,00	176,0500	932,0294	
1,05	Ayudante	D-H	6,00	15,00	146,0700	1 546,6235	
2,00	EQUIPOS						S/. 439,70
2,01	Motosoldadora SAE 400 c/ carreta certificada y 100 mts c	D-M	3,00		95,0832	285,2496	
2,02	Esmeriles eléctricos portátiles	D-M	3,00		2,3994	7,198	
2,03	Equipo de oxicorte (propano, acetileno).	D-M	2,00		5,1057	10,211	
2,04	Generador 5kw - Monofasico - Diesel	D-M	1,00		70,8381	70,838	
2,05	Reflectores Antiexplosivos	D-M	3,00		2,9853	8,956	
2,06	Extractor de aire Industrial a prueba de explosión	D-M	3,00		16,5168	49,550	
2,07	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	1,00		7,7004	7,7004	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 372,31
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	7446,11		5%	372,31	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 3 550,99
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	8258,12		20%	1 651,62	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	8258,12		9%	743,23	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	8258,12		9%	743,23	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	8258,12		5%	412,91	
COSTO CUADRILLA x DIA.							S/. 11 809,10

OM8 Retiro de planchas tk **Costo Directo Unitario S/.7 101,48 DIA**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 4 499,08
1,01	Armador estructural - Soldador 3G	D-H	0,00	15,00	364,8500	-	
1,02	Oficial	D-H	2,00	15,00	162,3100	572,8588	
1,03	Oxigenista	D-H	2,00	15,00	176,0500	621,3529	
1,04	Esmerilador	D-H	4,00	15,00	176,0500	1 242,7059	
1,05	Ayudante	D-H	8,00	15,00	146,0700	2 062,1647	
2,00	EQUIPOS						S/. 242,03
2,01	Motosoldadora SAE 400 c/ carreta certificada y 100 mts c	D-M	1,00		95,0832	95,0832	
2,02	Esmeriles eléctricos portátiles	D-M	2,00		2,3994	4,799	

RECURSOS

2,03	Equipo de oxicorte (propano, acetileno).	D-M	1,00		5,1057	5,106	
2,04	Generador 5kw - Monofasico - Diesel	D-M	1,00		70,8381	70,838	
2,05	Reflectores Antiexplosivos	D-M	3,00		2,9853	8,956	
2,06	Extractor de aire Industrial a prueba de explosión	D-M	3,00		16,5168	49,550	
2,07	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	1,00		7,7004	7,7004	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 224,95
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	4499,08		5%	224,95	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 2 135,41
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	4966,07		20%	993,21	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	4966,07		9%	446,95	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	4966,07		9%	446,95	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	4966,07		5%	248,30	
	COSTO CUADRILLA x DIA.						S/. 7 101,48

OM9 Apoyo a inspección a GIE

Costo Directo Unitario

S/.1 930,01

DIA

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Duración	P.Unit.	P.Parc.	P.Total
1,00	MANO DE OBRA						S/. 1 059,74
1,01	Oficial	D-H	1,00	15,00	162,3100	286,4294	
1,02	Ayudante	D-H	3,00	15,00	146,0700	773,3118	
2,00	EQUIPOS						S/. 236,93
2,01	Motosoldadora SAE 400 c/ carreta certificada y 100 mts c	D-M	1,00		95,0832	95,0832	
2,02	Esmeriles eléctricos portátiles	D-M	2,00		2,3994	4,799	
2,03	Generador 5kw - Monofasico - Diesel	D-M	1,00		70,8381	70,838	
2,04	Reflectores Antiexplosivos	D-M	3,00		2,9853	8,956	
2,05	Extractor de aire Industrial a prueba de explosión	D-M	3,00		16,5168	49,550	
2,06	RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGP 8550	D-M	1,00		7,7004	7,7004	
3,00	HERRAMIENTAS						S/. 52,99
3,01	% Herramientas manuales (%MOD)	%	1059,74		5%	52,99	
4,00	GASTOS DISTRIBUIBLES						S/. 580,35
4,01	% Personal Administrativo (%CD)	%	1349,66		20%	269,93	
4,02	% Personal de soporte (%CD)	%	1349,66		9%	121,47	
4,03	% Equipos Operativos (%CD)	%	1349,66		9%	121,47	
4,04	% Actualizacion de Tarifa (%CD)	%	1349,66		5%	67,48	
	COSTO CUADRILLA x DIA.						S/. 1 930,01

MATERIALES

OBRA REPARACION DE TANQUE 50M45S
MANTTO INDUSTRIAL
CLIENTE PLUSPETROL NORTE S.A.
MONEDA DOLARES AMERICANOS

A **MATERIALES A REQUERIR** **Peso (Kg)** **743 849,80** **Precio total \$** **121 700,58**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Peso unit. (Kg)	Peso Total (kg)	P.Unit.	SUBTOTAL
1,00	Obras Cíviles						
1,01	Arena	m3	355,00	1 600,00	568 000,00	0,00	0,00
1,02	Madera 2"*10"x4m	ea	100,00	46,00	4 600,00	20,00	2 000,00
1,03	Pintura base Sigmaguard 720 Marfil (Interior) RAL 1014	Gal	55,00	7,00	385,00	75,00	4 125,00
1,04	Pintura base Sigmaguard 720 Gris (Interior)	Gal	55,00	7,00	385,00	75,00	4 125,00
1,05	Aurothinner Epoxico (Solvente)	Gal	55,00	5,50	302,50	20,00	1 100,00
1,06	Pintura SIGMAFAST 205 EPOXI POLIAMIDA BEIGE	Gal	34,00	7,00	238,00	40,00	1 360,00
1,07	Pintura SIGMADUR 550 POLIURETANO GRIS ALUMINIO RAL 9006	Gal	29,40	12,00	352,80	60,00	1 764,00
1,08	Pintura SIGMADUR 550 POLIURETANO NEGRO RAL 9005	Gal	5,80	12,00	69,60	60,00	348,00
1,09	AUROTHINNER POLIURETANO NF (SOLVENTE) - Exterior	Gal	17,60	5,50	96,80	20,00	352,00
1,10	AUROTHINNER EPOXICO (SOLVENTE) - Exterior	Gal	55,00	5,50	302,50	20,00	1 100,00
1,11	Anodos de sacrificio 20 KG	ea	180,00	20,00	3 600,00	105,00	18 900,00
1,12	Granalla	Bolsa	1 750,00	50,00	87 500,00	12,00	21 000,00
1,13	Tubería HDP	ML	0,00	10,00	0,00	12,00	0,00
1,14	Cemento	Bolsa	40,00	42,50	1 700,00	10,00	400,00
1,15	Acero corrugado 3/8"	var	20,00	5,00	100,00	8,00	160,00
2,00	Obras Metalmecánicas						
2,01	Plancha A36 1.20x2.40x3/16"	ea	2,00	108,00	216,00	265,00	530,00
2,02	Plancha A36 1.50mx6.00mx5/16" para cambio de fondo y sumidero	ea	110,00	562,50	61 875,00	400,00	44 000,00
2,03	Plancha A36 1.20x2.40x1" para cartelas de arriostamiento exterior	ea	3,00	576,00	1 728,00	375,00	1 125,00
2,04	Tubing 3 1/2" para arriostamiento (Condición 4)	ea	40,00	125,00	5 000,00	0,10	4,00
2,05	Tubería STD Ø1 1/2"x6.00m	ea	60,00	25,00	1 500,00	35,00	2 100,00
2,06	Platina 2"x1/4"x6.00m	ea	30,00	15,24	457,20	16,00	480,00
2,07	Platina 4"x1/4"x6.00m	ea	30,00	30,48	914,40	30,00	900,00
2,08	Plancha 1.20mx2.40mx1/4"	ea	3,00	144,00	432,00	270,00	810,00
2,09	Perfil W8x21 (9m)	ea	12,00	285,00	3 420,00	300,00	3 600,00
2,10	Angulo 3"x3"x1/4"x6m	ea	15,00	45,00	675,00	60,00	900,00
3,00	Consumibles						
3,01	Consumibles	Glb	1,00	0,00	0,00	3 850,92	3 850,92
3,02	Reembolsables	Glb	1,00	0,00	0,00	6 666,67	6 666,67

ALOJAMIENTO Y ALIMENTACION

OBRA REPARACION DE TANQUE 50M45S

MANITO INDUSTRIAL

CLIENTE PLUSPETROL NORTE S.A.

MONEDA DOLARES AMERICANOS

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unit.	SUBTOTAL
1,00	Cambio de 453 m de tubería Ø4" de PT-107 - Corrientes				
1,10	Personal MOD / MOI	D-H	3 150,00	\$ 13,00	40 950,00

ESTIMADO TRANSPORTES

OBRA REPARACION DE TANQUE 50M45S
MANTO INDUSTRIAL
CLIENTE PLUSPETROL NORTE S.A.
MONEDA DOLARES AMERICANOS

TRANSPORTE FLUVIAL DE MATERIALES	29 212,47
TRANSPORTE FLUVIAL DE PAX	2 800,00
	\$ 32 012,47

1. ESTIMADO DE TRANSPORTE FLUVIAL DE MATERIALES

DESCRIPCION	Unidad	Viajes	CANT	\$/Ton	Total
FLUVIAL CARGA (VÍVERES)	TN	5	3,78	150	2 835,00
FLUVIAL CARGA (MATERIALES / HERRAMIENTAS / EQUIPOS)	TN	1	175,85	150	26 377,47
SUB TOTAL					29 212,47

2. ESTIMADO DE TRANSPORTE DE PERSONAL FLUVIAL

DESCRIPCION	Unidad	Viajes	CANT	\$/Transp.	Total
FLUVIAL PRIMARIO PAX	EA	7	4	100	2 800,00
FLUVIAL SECUNDARIO PAX	EA	0	0	70	0,00
SUB TOTAL					2 800,00

DESCRIPCIÓN	UNID.	PU	PU HN	PU H60%	PU HN100%	
RECURSOS UTILIZADOS						
Personal de Staff						
Superintendente de Campo	D-H	S/. 1 563,07	S/. 183,890588	S/. 294,224941	S/. 367,781176	Mano de Obra Indirecta
Ingeniero Coordinador General de EHS	D-H	S/. 901,71	S/. 106,083529	S/. 169,733647	S/. 212,167059	Mano de Obra Indirecta
Ingeniero Residente	D-H	S/. 885,40	S/. 104,164706	S/. 166,663529	S/. 208,329412	Mano de Obra Indirecta
Supervisor EHS	D-H	S/. 572,58	S/. 67,362353	S/. 107,779765	S/. 134,724706	Mano de Obra Indirecta
Monitor EHS	D-H	S/. 281,71	S/. 33,142353	S/. 53,027765	S/. 66,284706	Mano de Obra Directa
Ing. Control de Calidad	D-H	S/. 679,70	S/. 79,964706	S/. 127,943529	S/. 159,929412	Mano de Obra Indirecta
Asistente Social	D-H	S/. 609,48	S/. 71,703529	S/. 114,725647	S/. 143,407059	Mano de Obra Indirecta
Médico	D-H	S/. 667,44	S/. 78,522353	S/. 125,635765	S/. 157,044706	Mano de Obra Indirecta
Operador de Equipo Pesado	D-H	S/. 369,52	S/. 43,472941	S/. 69,556706	S/. 86,945882	Mano de Obra Directa
Operador de Equipo Liviano	D-H	S/. 265,41	S/. 31,224706	S/. 49,959529	S/. 62,449412	Mano de Obra Directa
Enfermero	D-H	S/. 299,35	S/. 35,217647	S/. 56,348235	S/. 70,435294	Mano de Obra Directa
Técnico en Enfermería	D-H	S/. 228,02	S/. 26,825882	S/. 42,921412	S/. 53,651765	Mano de Obra Directa
Rigger	D-H	S/. 488,39	S/. 57,457647	S/. 91,932235	S/. 114,915294	Mano de Obra Directa
Administrador	D-H	S/. 371,92	S/. 43,755294	S/. 70,008471	S/. 87,510588	Mano de Obra Indirecta
Asistente Administrativo	D-H	S/. 263,94	S/. 31,051765	S/. 49,682824	S/. 62,103529	Mano de Obra Indirecta
Coordinador Logístico	D-H	S/. 667,44	S/. 78,522353	S/. 125,635765	S/. 157,044706	Mano de Obra Indirecta
Asistente Logístico	D-H	S/. 298,01	S/. 35,060000	S/. 56,096000	S/. 70,120000	Mano de Obra Indirecta
Almacenero	D-H	S/. 298,01	S/. 35,060000	S/. 56,096000	S/. 70,120000	Mano de Obra Indirecta
Jefe de Oficina Técnica	D-H	S/. 866,78	S/. 101,974118	S/. 163,158588	S/. 203,948235	Mano de Obra Indirecta
Ing. de Planeamiento	D-H	S/. 640,81	S/. 75,389412	S/. 120,623059	S/. 150,778824	Mano de Obra Indirecta
Cadista	D-H	S/. 269,14	S/. 31,663529	S/. 50,661647	S/. 63,327059	Mano de Obra Indirecta
Coordinador/ Ing. Mantto. DdV con CCNN	D-H	S/. 749,83	S/. 88,215294	S/. 141,144471	S/. 176,430588	Mano de Obra Indirecta
Coordinador/ Ing. Protección catódica	D-H	S/. 749,83	S/. 88,215294	S/. 141,144471	S/. 176,430588	Mano de Obra Indirecta
Ing. Proyectista	D-H	S/. 749,83	S/. 88,215294	S/. 141,144471	S/. 176,430588	Mano de Obra Indirecta
Tecnico en Mecánica de suelos y Concreto	D-H	S/. 519,05	S/. 61,064706	S/. 97,703529	S/. 122,129412	Mano de Obra Indirecta
Ing. Integridad de Ductos - Protección Catódica	D-H	S/. 1 118,35	S/. 131,570588	S/. 210,512941	S/. 263,141176	Mano de Obra Indirecta
Ing. Integridad de Ductos - Protección Catódica	D-H	S/. 1 087,94	S/. 127,992941	S/. 204,788706	S/. 255,985882	Mano de Obra Indirecta
Ing. Especialista en Inspección de Oleoductos	D-H	S/. 1 057,51	S/. 124,412941	S/. 199,060706	S/. 248,825882	Mano de Obra Indirecta
Personal de Campo						
Capataz MM	D-H	S/. 654,53	S/. 77,003529	S/. 123,205647	S/. 154,007059	Mano de Obra Directa
Capataz Civil	D-H	S/. 350,71	S/. 41,260000	S/. 66,016000	S/. 82,520000	Mano de Obra Directa
Capataz Mantenimiento de Vías	D-H	S/. 384,64	S/. 45,251765	S/. 72,402824	S/. 90,503529	Mano de Obra Directa
Soldador 6G	D-H	S/. 640,63	S/. 75,368235	S/. 120,589176	S/. 150,736471	Mano de Obra Directa
Soldador 3G	D-H	S/. 364,85	S/. 42,923529	S/. 68,677647	S/. 85,847059	Mano de Obra Directa
Oxigenista	D-H	S/. 176,05	S/. 20,711765	S/. 33,138824	S/. 41,423529	Mano de Obra Directa
Operario	D-H	S/. 200,43	S/. 23,580000	S/. 37,728000	S/. 47,160000	Mano de Obra Directa
Esmerilador	D-H	S/. 176,05	S/. 20,711765	S/. 33,138824	S/. 41,423529	Mano de Obra Directa
Oficial	D-H	S/. 162,31	S/. 19,095294	S/. 30,552471	S/. 38,190588	Mano de Obra Directa
Ayudante	D-H	S/. 146,07	S/. 17,184706	S/. 27,495529	S/. 34,369412	Mano de Obra Directa
Pintor	D-H	S/. 409,54	S/. 48,181176	S/. 77,089882	S/. 96,362353	Mano de Obra Directa
Mecánico de Mantenimiento	D-H	S/. 352,71	S/. 41,495294	S/. 66,392471	S/. 82,990588	Mano de Obra Directa
Electricista	D-H	S/. 268,58	S/. 31,597647	S/. 50,556235	S/. 63,195294	Mano de Obra Directa
Topografo	D-H	S/. 521,06	S/. 61,301176	S/. 98,081882	S/. 122,602353	Mano de Obra Directa
Capataz General	D-H	S/. 888,64	S/. 104,545882	S/. 167,273412	S/. 209,091765	Mano de Obra Directa
Operario Tubero	D-H	S/. 640,63	S/. 75,368235	S/. 120,589176	S/. 150,736471	Mano de Obra Directa
EQUIPOS						
Equipos Menores						
Taller de carpintería (Equipo básico: Cepillado	D-M	S/. 51,6150				Equipos Menores
Motoguadañas	D-M	S/. 6,9750				Equipos Menores
Mezcladoras 9 pie3	D-M	S/. 13,1688				Equipos Menores
Mezcladoras 11 pie3	D-M	S/. 16,1541				Equipos Menores
Vibradora de 1"	D-M	S/. 9,5418				Equipos Menores
Plancha compactadora	D-M	S/. 16,1820				Equipos Menores
Martillo rompe pavimento neumático	D-M	S/. 4,8825				Equipos Menores
Martillo rompe pavimento eléctrico	D-M	S/. 21,6225				Equipos Menores
Cizalla para corte de fierro corrugado hasta 1/2"	D-M	S/. 1,2555				Equipos Menores
TALADRO ELÉCTRICO MANUAL HASTA BROCA 1"	D-M	S/. 4,8267				Equipos Menores
Taladro eléctrico de banco para taller	D-M	S/. 28,6254				Equipos Menores
Motosoldadora SAE 400 c/ carreta certificada	D-M	S/. 95,0832				Equipos Menores
Máquina de soldar tipo inversor de 400 Amperes	D-M	S/. 28,0674				Equipos Menores
Equipo de Granallado - 2 boquillas (Rendimiento 100%)	D-M	S/. 73,4328				Equipos Menores
Equipo de corte tipo plasma	D-M	S/. 29,9925				Equipos Menores
Equipo de oxicorte (propano, acetileno).	D-M	S/. 5,1057				Equipos Menores
Esmeriles eléctricos portátiles	D-M	S/. 2,3994				Equipos Menores
Esmeriles eléctricos de banco para taller	D-M	S/. 19,2789				Equipos Menores
Juegos (Cuerpos) de ANDAMIOS certificados	D-M	S/. 92,8791				Equipos Menores
Explosímetro - Oxímetro calibrado	D-M	S/. 14,6475				Equipos Menores
Radio portátil	D-M	S/. 5,6916				Equipos Menores
Extractor de aire Industrial a prueba de explosivos	D-M	S/. 16,5168				Equipos Menores
Motobomba 17 HP	D-M	S/. 52,7310				Equipos Menores

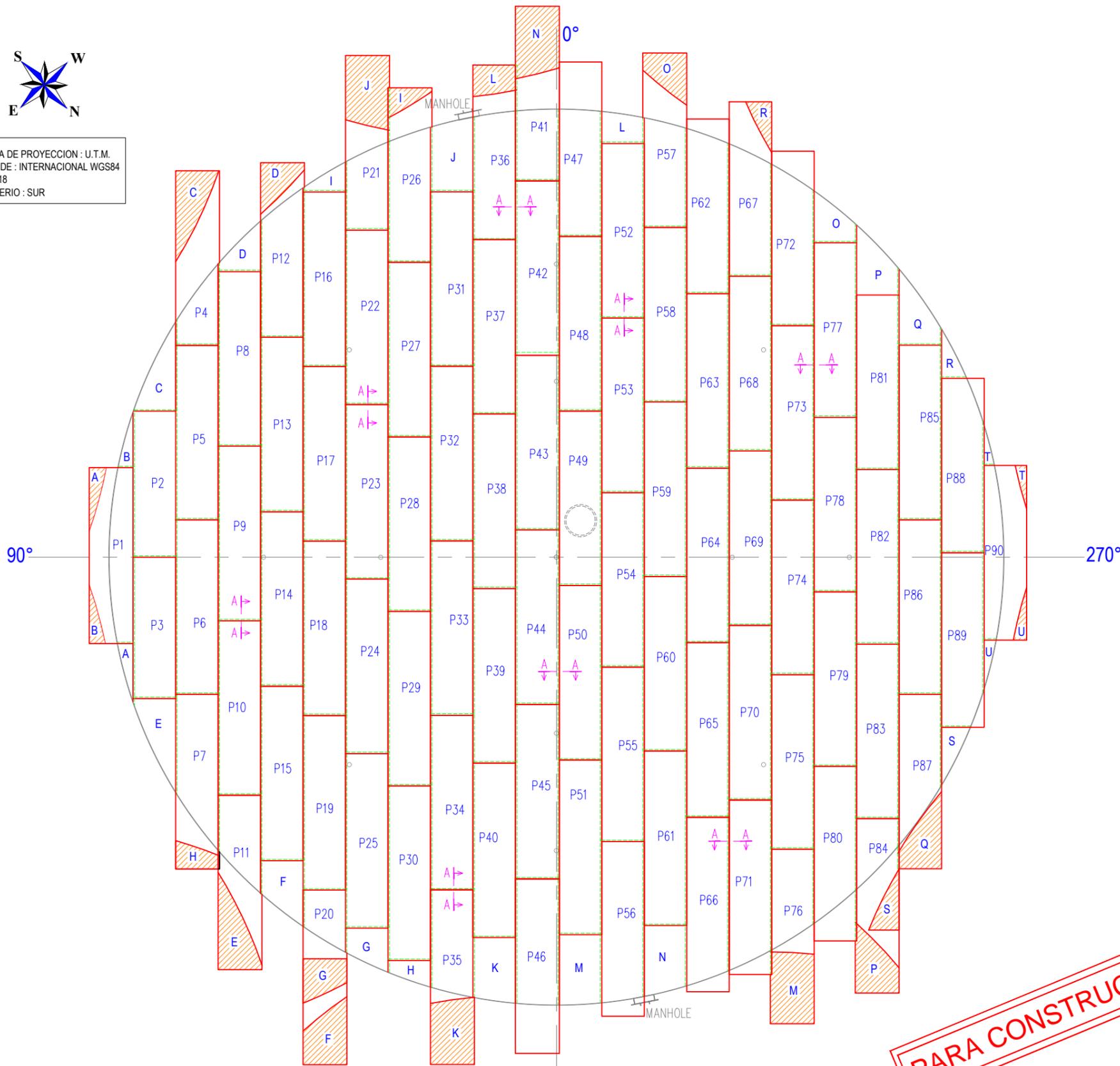
DESCRIPCIÓN	UNID.	PU	PU HN	PU H60%	PU HN100%	
RECURSOS UTILIZADOS						
Equipo de Topografía / Estación Total	D-M	S/. 83,1141				Equipos Menores
Camioneta 4 x 4 Diesel. Equipados con radio	D-M	S/. 147,5352				Equipos Menores
BUS TIPO CUSTER 4x4 (MÍNIMO18 Persona	D-M	S/. 403,4898				Equipos Menores
DRUM UAV	D-M	S/. 1 042,5114				Equipos Menores
Compresor Aire A Correa Industrial 500l 10hp	D-M	S/. 11,0484				Equipos Menores
Compresor CF-750 Sullair o similar	D-M	S/. 628,3917				Equipos Menores
Luminaria Auto transportable Terex RL04 o sim	D-M	S/. 83,0304				Equipos Menores
Martillo Hidráulico-Atlas copco MB 1200 o Sim	D-M	S/. 451,1709				Equipos Menores
Hidrolavadora de Atta Presión Agua-Fria-Calie	D-M	S/. 58,3668				Equipos Menores
Aspiradora Industrial	D-M	S/. 10,7136				Equipos Menores
Manometro de Presión hasta 115 PSI	D-M	S/. 1,2834				Equipos Menores
Reflectores Antiexplosivos	D-M	S/. 2,9853				Equipos Menores
Escalera Telecopica de Aluminio	D-M	S/. 4,7151				Equipos Menores
Estación Total Completa con Nivel	D-M	S/. 62,6634				Equipos Menores
RADIO PORTATIL DIGITAL MOTOROLA DGF	D-M	S/. 7,7004				Equipos Menores
Termómetro infrarrojo	D-M	S/. 9,0117				Equipos Menores
Inversora Tipo Kempí = a la del Lote 1-AB	D-M	S/. 28,7370				Equipos Menores
Bomba Hidráulica para prueba hidrostática	D-M	S/. 30,0204				Equipos Menores
Wincha laser	D-M	S/. 4,7151				Equipos Menores
Medidor digital de superficie	D-M	S/. 3,4317				Equipos Menores
Medidor de espesor de película seca	D-M	S/. 9,0117				Equipos Menores
Medidor automático de adherencia	D-M	S/. 22,7385				Equipos Menores
Peines para película húmeda (superficies pinta	D-M	S/. 2,1204				Equipos Menores
Kit para inspección visual de soldadura	D-M	S/. 12,4434				Equipos Menores
Torqui metro de 0 a 100 Libras	D-M	S/. 5,1336				Equipos Menores
Torqui metro de 100 a 550 Libras - pie	D-M	S/. 6,4170				Equipos Menores
Torqui metro de 300 a 1000 Libras - pie	D-M	S/. 12,8619				Equipos Menores
Registrador de temperatura y presión Barton	D-M	S/. 37,7487				Equipos Menores
GPS GARMIN	D-M	S/. 4,7151				Equipos Menores
Detector de cables energizados	D-M	S/. 66,9600				Equipos Menores
Generador 15kw - Trifásico - Diesel	D-M	S/. 49,6899				Equipos Menores
Generador 5kw - Monofásico - Diesel	D-M	S/. 70,8381				Equipos Menores
Generador 6.5kw - Monofásico - Diesel	D-M	S/. 96,3945				Equipos Menores
Cuña Caliente - Equipo de soldadura geomem	D-M	S/. 159,0300				Equipos Menores
Extrusora Manual	D-M	S/. 63,9747				Equipos Menores
Herramientas						
Carretillas	D-M					Herramientas
Palas	D-M					Herramientas
Machetes	D-M					Herramientas
Motosierra	D-M	S/. 6,7797				Herramientas
Cortatubos 2" a 4"	D-M	S/. 2,1204				Herramientas
Cortatubos 6" a 10"	D-M	S/. 2,8179				Herramientas
Hot tape manual 1" a 2"	D-M	S/. 59,5665				Herramientas
Tecla 3 Ton	D-M	S/. 3,5712				Herramientas
Tecla 5 Ton	D-M	S/. 7,7841				Herramientas
Tirfor	D-M	S/. 6,8355				Herramientas
Equipos Pesados						
Tractor sobre orugas CAT D6Go similar	D-M	S/. 1 058,61	S/. 176,43			Equipos Pesados
Tractor sobre orugas Sideboom CAT D5 o sim	D-M	S/. 1 318,00	S/. 219,67			Equipos Pesados
Cargador frontal sobre ruedas CAT 950F o sim	D-M	S/. 898,83	S/. 149,80			Equipos Pesados
Motoniveladora CAT 135 o similar	D-M	S/. 789,37	S/. 131,56			Equipos Pesados
Excavadora sobre orugas CAT 322 o Similar	D-M	S/. 754,50	S/. 125,75			Equipos Pesados
Compactador con rodillos liso CAT CP533 o si	D-M	S/. 404,35	S/. 67,39			Equipos Pesados
Volquete Kenworth T800 de 15 m3 o similar	D-M	S/. 464,67	S/. 77,45			Equipos Pesados
Retroexcavadora Cargadora CAT 416	D-M	S/. 392,11	S/. 65,35			Equipos Pesados
Vacuum truck de 100 Barriles. (Limpieza de S	D-M	S/. 559,65	S/. 93,27			Equipos Pesados
Cisterna de agua (Bombeo y Regado de vías)	D-M	S/. 369,76	S/. 61,63			Equipos Pesados
Carreta cama baja 30 Ton (Movimiento de equ	D-M	S/. 168,04	S/. 28,01			Equipos Pesados
Camión Tipo Hiab - capacidad 30 ton (Hidrogru	D-M	S/. 680,73	S/. 113,46			Equipos Pesados
Consumibles						
Cuchilla Cepilladora	D-M	S/. 16,52				Consumibles
Faja de sierra circular	D-M	S/. 23,10				Consumibles
Hojas de sierra	D-M	S/. 19,81				Consumibles
Oxígeno / Balón	Und	S/. 297,47				Consumibles
Gas Propano / Balón	Und	S/. 198,31				Consumibles
Soldadura / Kg.	Und	S/. 24,58				Consumibles
Discos de esmeril	Und	S/. 9,90				Consumibles
Escobillas de copa	Und	S/. 28,07				Consumibles
Respirador doble vía	Und	S/. 100,27				Consumibles
Filtro para partículas	Und	S/. 46,43				Consumibles
Traje Tibet	Und	S/. 21,68				Consumibles

DESCRIPCIÓN	UNID.	PU	PU HN	PU H60%	PU HN100%	
RECURSOS UTILIZADOS						
Guantes de nitrilo	Par	S/. 47,43				Consumibles
Kit de tintes penetrantes	Kit	S/. 73,71				Consumibles
Trapo industrial	Kg	S/. 5,27				Consumibles
Reembolsables	Glb		Reembolsables			

**ANEXO N°04. PLANOS DEL TANQUE 50M45S DE
ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS**



SISTEMA DE PROYECCION : U.T.M.
 ELIPSOIDE : INTERNACIONAL WGS84
 ZONA : 18
 HEMISFERIO : SUR



DISTRIBUCION PLANCHAS DE FONDO- PLANTA 180°

PARA CONSTRUCCION

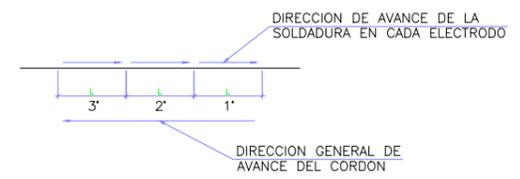
LISTA DE MATERIALES PL FONDO			
ITEM	DESCRIPCION	CANT. PIEZAS	CANT. PLANCHAS
1	PLANCHA 6000x1500x8mm	111	90
TOTAL PLANCHAS DE 6000x1500x8			90

LEYENDA

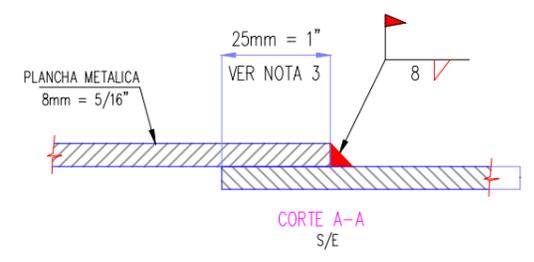
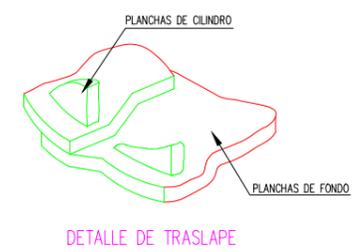
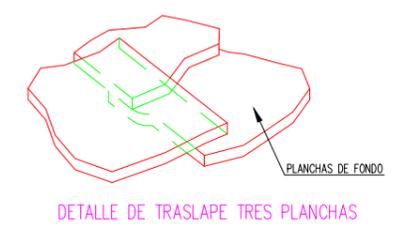
- SOLDADURA PREVIA A LA COLOCACION DEL PRIMER ANILLO
- ~ PRIMERA SOLDADURA
- - - SEGUNDA SOLDADURA
- TERCERA SOLDADURA

NOTA:

- 1.-CADA SOLDADURA DEL FONDO SE HARA POR EL METODO DE "PASO DE PEREGRINO" COMO SE MUESTRA.



- L=LONGITUD SOLDADA CON UN ELECTRODO
- 2.-TODAS LAS JUNTAS SE SOLDARAN CON PENETRACION TOTAL, ESTAS UNIONES PODRAN SOLDARSE TAMBIEN POR EL EXTERIOR.
- 3.-LAS UNIONES SOLDADAS POR TRASLAPE EN FONDO DEL TANQUE ES DEACUERDO A LA NORMA API 650 EN EL PUNTO 5.1.3.5



N°	FECHA	REVISION	POR	REV	APR	No	FECHA	REVISION	POR	REV	APR
						2	20.03.19	EMITIDO PARA CONSTRUCCION ACTUALIZADO			
						1	21.02.19	EMITIDO PARA CONSTRUCCION			
						0	20.02.19	EMITIDO PARA CONSTRUCCION			
						A	14.02.19	EMITIDO PARA REVISION			

LOTE 8 - YACIMIENTO CORRIENTES
 DISTRIBUCION DE PLANCHAS METALICAS FONDO DE TANQUE 50M45S
 PLANO PLANTA Y DETALLES

DIGITALIZADO: H. VILLACREZ
 FECHA: 21.02.19

DISEÑADO: CONSTRUCCIONES
 FECHA: 21.02.19

REVISADO: CONSTRUCCIONES
 APROBADO: PRODUCCION

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

ESCALA: - ARCHIVO: PLO8-2101-PL-M-001-1-0

PLANO No: PLO8-2101-PL-M-001-1-0

PLANO: 1 DE 1



SISTEMA DE PROYECCION : U.T.M.
 ELIPSOIDE : INTERNACIONAL WGS84
 ZONA : 18
 HEMISFERIO : SUR

270°

0°

180°

90°

MANHOLE

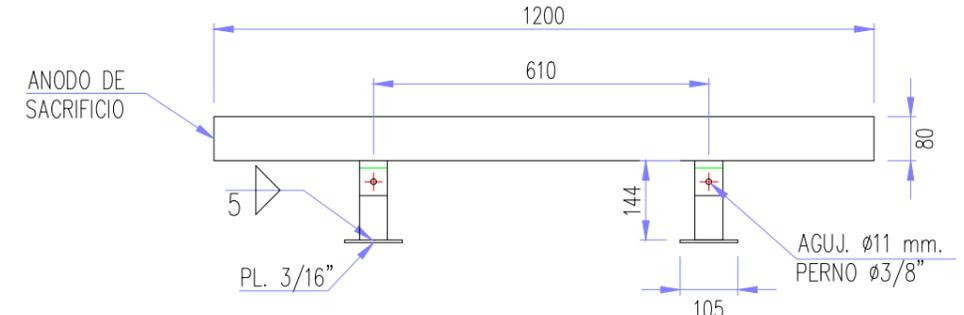
MANHOLE

VISTA EN PLANTA FONDO DE TK
 DISTRIBUCION DE ANODOS
 Esc: 1/100

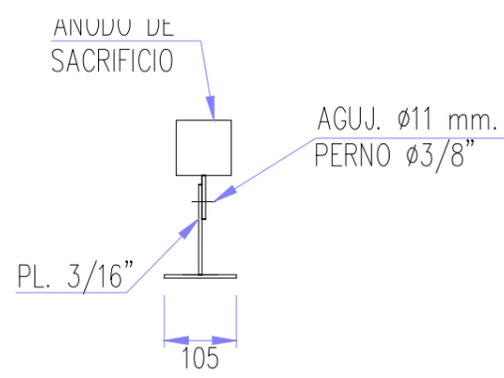
PARA CONSTRUCCION

TK N° 50M45S
 CAPACIDAD 50,000 BLS
 DIAMETRO 100'02"
 ALTURA 35'04"
 PRODUCTO CRUDO

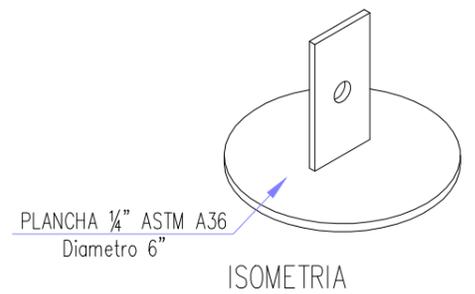
ANODES
 ANODO AL-IN 20 Kgs
 SIZE : 48"x3"x3"
 WEIGHT : 100 POUNDS
 CORE : 2"x6"x1/2"
 CODE : 78-050-100
 TOTAL : 64 ANODES



DETALLE DE ANODO
 ESC.: 1:25



ELEVACION FRONTAL



ISOMETRIA

N°	FECHA	REVISION	POR	REV	APR	No	FECHA	REVISION	POR	REV	APR
						0	22.02.19	EMITIDO PARA CONSTRUCCION			
						A	20.02.19	EMITIDO PARA REVISION			

LOTE 8 - YACIMIENTO CORRIENTES
 DISTRIBUCION DE ANODOS EN FONDO
 DE TANQUE 50M45S
 PLANO PLANTA Y DETALLES

DIGITALIZADO: H. VILLACREZ
 DISEÑADO: CONSTRUCCIONES
 REVISADO: CONSTRUCCIONES
 FECHA: 22.02.19
 FECHA: 22.02.19
 APROBADO: PRODUCCION

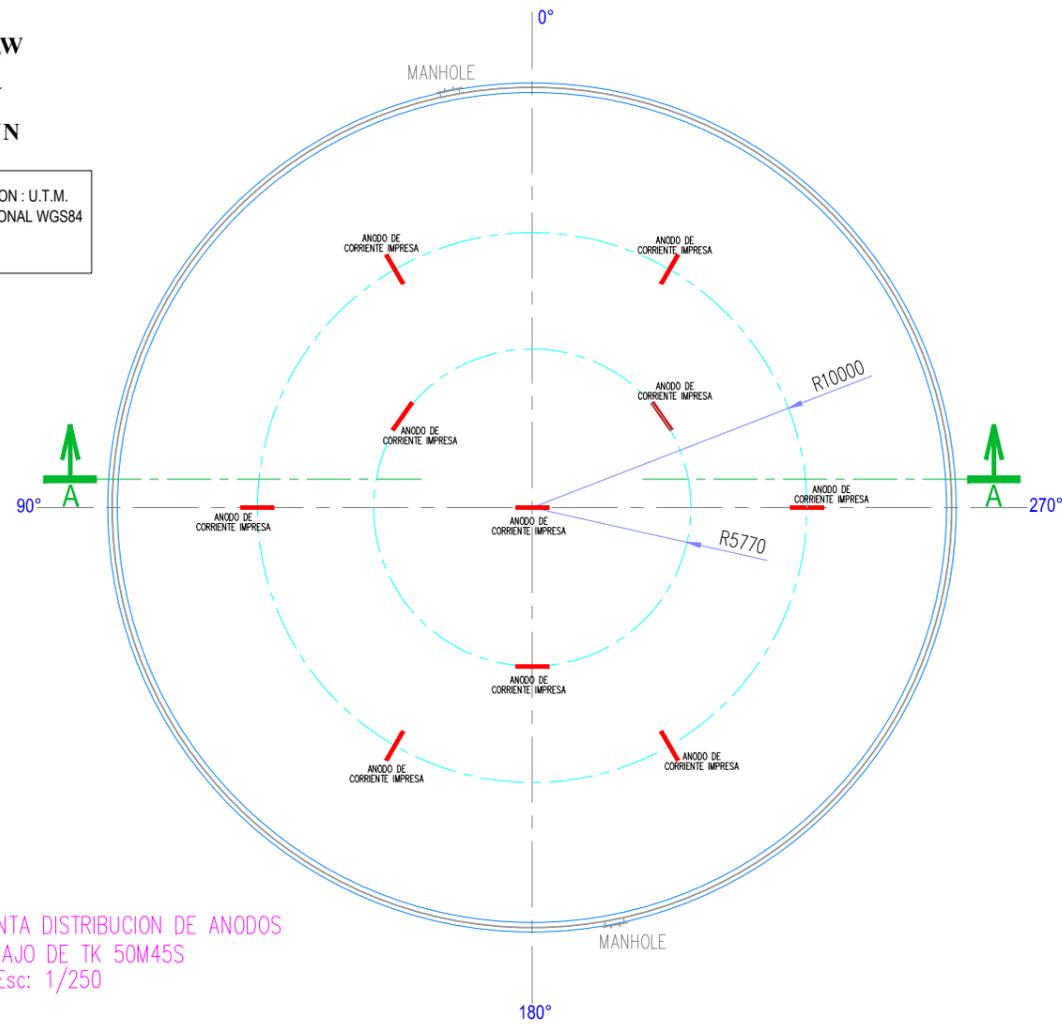
UNIVERSIDAD NACIONAL
 PEDRO RUIZ GALLO

ESCALA: - ARCHIVO: PLO8-2101-PL-M-002-1-0
 PLANO No: PLO8-2101-PL-M-002-1-0
 PLANO: 1 DE 1

REV: 0

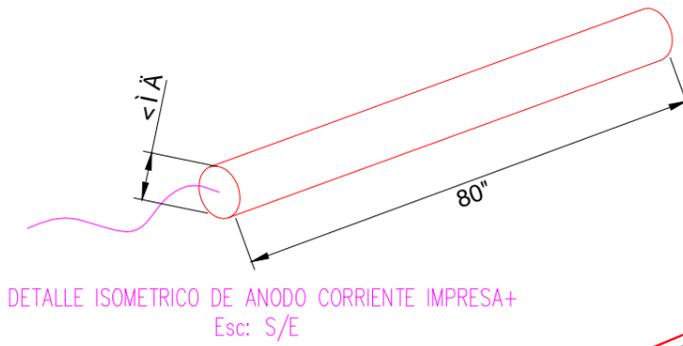


SISTEMA DE PROYECCION : U.T.M.
 ELIPSOIDE : INTERNACIONAL WGS84
 ZONA : 18
 HEMISFERIO : SUR

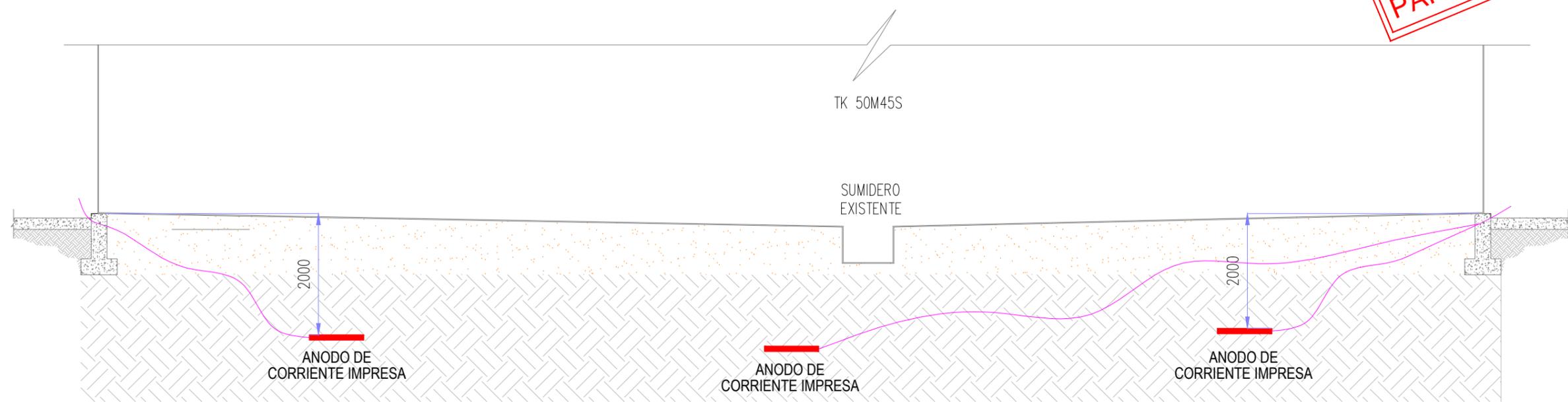


TK N° 50M45S	
CAPACIDAD	50,000 BLS
DIAMETRO	100'02"
ALTURA	35'04"
PRODUCTO	CRUDO

ITM	DESCRIPCION	CODIGO	CANTIDAD
01	ÁNODO C.I. C/BACKFILL D/COKE MALLA 16	36.04.0147	10
TOTAL ANODOS			10



PARA CONSTRUCCION



N°	FECHA	REVISION	POR	REV	APR	No	FECHA	REVISION	POR	REV	APR
						0	22.02.19	EMITIDO PARA CONSTRUCCION			
						A	20.02.19	EMITIDO PARA REVISION			

LOTE 8 - YACIMIENTO CORRIENTES
 DISTRIBUCION DE ANODOS DE GRAFITO
 EN TANQUE 50M45S
 PLANO PLANTA Y DETALLES

DIGITALIZADO: H. VILLACREZ
 DISEÑADO: CONSTRUCCIONES
 REVISADO: CONSTRUCCIONES
 FECHA: 22.02.19
 FECHA: 22.02.19
 APROBADO: PRODUCCION

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

ESCALA: - ARCHIVO: PLO8-2101-PL-M-004-1-0

PLANO No: PLO8-2101-PL-M-004-1-0

PLANO: 1 DE 1

REV: 0



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL N°050-2022-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 09:00 a.m. del día viernes 19 de agosto de 2022. Se reunieron vía plataforma virtual <http://meet.google.com/kho-posn-fmx>, los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°153-2022-D-VIRTUAL-FIME, de fecha 15 de agosto de 2022, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ
M.Sc. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ
M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA
Dr. Ing. ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA

PRESIDENTE
SECRETARIO
MIEMBRO
ASESOR

Se recibió la tesis titulada:

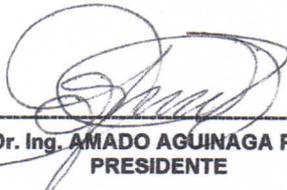
“INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TANQUE 50M45S DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS ALINEADO A LA NORMA API 653 EN EL LOTE 8 – UBICADO EN CORRIENTES TROMPETEROS - LORETO.”

Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **CÁLDERON MEGO LUIS ENRIQUE.**

Finalizada la sustentación virtual de la Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (16) en la escala vigesimal, mención **BUENO**.

Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

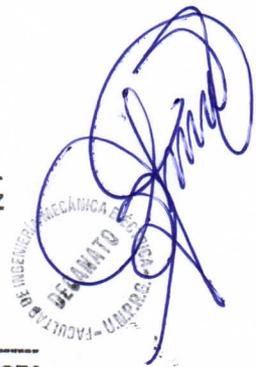
Siendo las 10:00 a.m. del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:


Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ
PRESIDENTE


M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA
MIEMBRO


M.Sc. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ
SECRETARIO


Dr. Ing. ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA
ASESOR



ANEXO 01

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Aníbal Jesús Salazar Mendoza, Docente / Jefe de Investigación, del estudiante, Br. Calderón Mego Luis Enrique, con su trabajo de investigación Titulada **INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TANQUE 50M45S DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS ALINEADO A LA NORMA API 653 EN EL LOTE 8 - UBICADO EN CORRIENTES TROMPETEROS - LORETO**, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud del 12 % verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 21 de Diciembre del 2022



.....
ANÍBAL JESÚS SALAZAR MENDOZA
DNI: 16720249
JEFE INVESTIGACION

Se adjunta:

CALDERON - MEGO

INFORME DE ORIGINALIDAD

12 %	11 %	0 %	5 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	idoc.pub Fuente de Internet	2 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %
3	hybridpetroleum.com Fuente de Internet	1 %
4	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	1 %
5	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %
6	vsip.info Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	documents.mx Fuente de Internet	1 %
9	www.prodieselcorp.com.ec Fuente de Internet	<1 %



Resumen del Reporte (Con porcentaje y parámetros de configuración)

Recibo digital.



turnitin
Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de sus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Calderon Mego
Título del ejercicio:	TESIS
Título de la entrega:	CALDERON - MEGO
Nombre del archivo:	Informe_final_-_Calder_n_Mego_Luis_E_1.docx
Tamaño del archivo:	26.49M
Total páginas:	101
Total de palabras:	14,682
Total de caracteres:	82,435
Fecha de entrega:	21-dic-2022 02:41p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	1985617670



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
Escuela de Ingeniería de Sistemas y Gestión
Programa de Ingeniería de Sistemas

TESIS
Para optar al título de Ingeniero en
Ingeniería de Sistemas Electrónicos

INFORMACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL TRABAJO
GRACIAS AL APOYO TECNOLÓGICO DE TURNITIN
REVISADO A LA VEZ POR LOS SERVIDORES DE TURNITIN Y
VALIDADO A LA VEZ POR LOS SERVIDORES DE LA U.N.P.R.G.

Por:
MSc. LUIS ALBERTO CALDERON MEGO

Por:
Dr. ANÍBAL JESÚS SALAZAR MENDOZA

UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
Lima - Perú
Fecha: 21/12/2022

Derechos de autor © 2022 Turnitin. Todos los derechos reservados.



ANÍBAL JESÚS SALAZAR MENDOZA
DNI: 16720249
JEFE UNIDAD DE INVESTIGACION