UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TANQUES Y SISTEMAS DE TUBERÍAS PARA LA EMPRESA SERGEAR S.A.C.

TESIS

Presentada por:

Bach. JUAN CARLOS CHAMBILLA RIVERA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TANQUES Y SISTEMAS DE TUBERÍAS PARA LA EMPRESA SERGEAR S.A.C.

Tesis sustentada el 05 de febrero del 2021, estando integrado el jurado calificador por:

PRESIDENTE .....
Dr. Jesús Plácido Medina Salas

SECRETARIO .....
Mgr. Reynaldo Clemente Telles Ríos

VOCAL .....
Mgr. Wilson García Mamani

ASESOR .....
MSc. Avelino Godofredo Pari Pinto

DEDICATORIA

A mis padres, Vicente Chambilla

Chambi y Rosalía Rivera Mamani,

por su apoyo y amor incondicional

A mi tío Fortunato

Chambilla Chambi

A mi abuelito

Mariano Chambilla

AGRADECIMIENTO

A Dios por sostenerme

aún con vida

A los docentes de la Escuela Profesional de

Ingeniería Mecánica de la UNJBG.

A la empresa SERGEAR S.A.C.

por darme la oportunidad de poder

desenvolverme en mi carrera profesional

ÍNDICE

DEDICATORIA iii

AGRADECIMIENTO iv

ÍNDICE DE TABLAS x

ÍNDICE DE FIGURAS xiv

LISTADO DE ANEXOS xvii

ABREVIATURAS xxvi

RESÚMEN xxvii

ABSTRACT xxix

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema 3

1.1.1. Presentación de la empresa 3

1.1.2. Ubicación geográfica 3

1.1.3. Visión 4

1.1.4. Misión 4

1.1.5. Antecedentes y problemática de la investigación 5

1.2. Formulación del problema 8

1.3. Justificación e importancia 9

1.4. Alcances y limitaciones 10

1.5. Objetivos 12

1.5.1. Objetivo general 12

1.5.2. Objetivos específicos 12

1.6. Hipótesis 13

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio 14

2.2. Bases teóricas 17

2.2.1 Tanques de almacenamiento fabricados bajo el estándar API 650 17

2.2.2. Estándar API 650 18

2.2.3. Inspección visual de soldadura en Tanques norma API 650 23

2.2.4. Placa de identificación en tanques según API 650 25

2.2.5 Tuberías de proceso fabricados bajo el estándar ASME B31.3 25

2.2.6. Tipos de imperfecciones en soldadura 33

2.2.7. Tuberías de acero al carbono ASTM A53 36

2.2.8. Tuberías HDPE (Polietilenos de alta densidad) 36

2.2.9. Estándar ASME sección V 51

2.2.10. Estándar ASME sección VIII División 1 57

2.2.11. Importancia de la calidad 58

2.2.12. Objetivos de la calidad **59**

2.2.13. Sistema de gestión de calidad **60**

2.2.14. Desarrollo de un sistema de gestión de calidad **60**

2.2.15. Estructura de los sistemas de gestión **61**

2.2.16. Principios de la gestión de la calidad **62**

2.3. Definición de términos **63**

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación **67**

3.2. Población y muestra **67**

3.3. Operacionalización de variables **68**

3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos **70**

3.5. Procesamiento y análisis de datos **71**

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Realización del diagnóstico de calidad **72**

4.1.1. Identificación de los procesos en la empresa Sergear S.A.C. **72**

4.1.1.1. Mapa de procesos para la empresa Sergear S.A.C. **74**

4.1.2. Toma de encuestas **75**

4.1.3. Revisión base de datos (Tanques) **79**

4.1.4. Revisión base de datos (Sistema de Tuberías) 85

4.1.5. Análisis de proyectos ejecutados sin un SCC (Tanques) 91

4.1.6. Análisis de proyectos ejecutados sin un SCC (sistemas de tuberías) 102

4.2. Elaboración del manual de calidad (Tanques) 123

4.3. Elaboración del manual de calidad (sistemas de tuberías) 132

4.4. Análisis de proyectos ejecutados con un SCC (Tanques) 143

4.5. Análisis de proyectos ejecutados con un SCC (sistemas de tuberías) 162

4.6. Diagrama de Operaciones del proceso (DOP) Fabricación de Tanques 182

4.6.1. Equipos y herramientas para la fabricación de tanques 184

4.6.2. Fuerza laboral necesaria para la fabricación de tanques 188

4.7. Diagrama de Operaciones del proceso (DOP) Fabricación de S. de tuberías 189

4.7.1. Equipos y herramientas para la fabricación de S. de tuberías 191

4.7.2. Fuerza laboral necesaria para la fabricación de S. de tuberías 197

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados en general 198

5.2. Discusión de resultados con y sin un SCC para la fabricación de tanques 200

5.3. Discusión de resultados con y sin un SCC para la fabricación de sistemas de tuberías 202

5.4. Discusión de resultados en cuanto a la Mejora de tiempos perdidos 205

5.5. Contrastación de hipótesis 208

CONCLUSIONES 214

RECOMENDACIONES 217

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 219

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tolerancias de redondez en tanques según su diámetro 21

Tabla 2 Máximo espesor de reforzamiento de soldadura en tanques 24

Tabla 3 Mínimo espesor de soldadura tipo filete en tanques 24

Tabla 4 Grupo de materiales en tuberías HDPE. 37

Tabla 5 Presión de prueba en tuberías HDPE según tipo de material 38

Tabla 6 Velocidad requerida para ensayo de tracción en tuberías HDPE. 45

Tabla 7 Mínimo tiempo de penetración para ensayo PT. 52

Tabla 8 Requerimientos para elaboración de procedimientos en ensayo por partículas magnéticas MT. 53

Tabla 9 Requerimientos para elaboración de procedimientos en ensayo por líquidos penetrantes PT. 55

Tabla 10 Encuesta sobre SCC en la empresa Sergear SAC 75

Tabla 11 Revisión base de datos para tanques 79

Tabla 12 Revisión base de datos tuberías 85

Tabla 13 Datos proyecto OT-718 92

Tabla 14 Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-718 93

Tabla 15 Resultados análisis proyecto OT-718 97

Tabla 16 Resumen de análisis proyecto OT-718 100

Tabla 17 Datos proyectos OT-700 y OT-665 103

Tabla 18 Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-665 104

Tabla 19 Resultados análisis proyecto OT-665 109

Tabla 20 Resumen de análisis proyecto OT-665 112

Tabla 21 Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-700 113

Tabla 22 Resultado análisis proyecto OT-700 118

Tabla 23 Resumen de análisis proyecto OT-700 121

Tabla 24 Log procedimientos elaborados tanques 124

Tabla 25 Log registros elaborados tanques 127

Tabla 26 Log procedimientos sistema de tuberías 133

Tabla 27 Log registros sistemas de tuberías 136

Tabla 28 Datos proyectos OT-737 y OT-749 144

Tabla 29 Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-737 145

Tabla 30 Resultados análisis proyecto OT-737 149

Tabla 31 Resumen de análisis proyecto OT-737 152

Tabla 32 Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-749 153

Tabla 33 Resultados análisis proyecto OT-749 157

Tabla 34 Resumen de análisis proyecto OT-749 160

Tabla 35 Datos proyectos OT-725 y OT-716 163

Tabla 36 Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-725 164

Tabla 37 Resultados análisis proyecto OT-725 169

Tabla 38 Resumen de análisis proyecto OT-725 172

Tabla 39 Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-716 173

Tabla 40 Resultados análisis proyecto OT-716 177

Tabla 41 Resumen de análisis proyecto OT-716 180

Tabla 42 DOP proceso de fabricación de tanques 182

Tabla 43 Equipos y herramientas para la F. de tanques (Habilitado y armado) 184

Tabla 44 Equipos y herramientas para la F. de tanques (soldadura) 185

Tabla 45 Equipos y herramientas para la F. de tanques (P. superficial) 186

Tabla 46 Equipos y herramientas para la F. de tanques (pintado) 186

Tabla 47 Equipos y herramientas para la F. de tanques (Inspecciones) 187

Tabla 48 Fuerza laboral para la Fabricación de tanques 188

Tabla 49 DOP proceso de fabricación de S. de tuberías 189

Tabla 50 Equipos y herramientas para la F. de S. de tuberías (P. superficial) 191

Tabla 51 Equipos y herramientas para la F. de S. de tuberías (Habilitado y armado) 192

Tabla 52 Equipos y herramientas para la F. de S. de tuberías (Soldadura) 193

Tabla 53 Equipos y herramientas para la F. de S. de tuberías (Pintura) 194

Tabla 54 Equipos y herramientas para tuberías HDPE termofusión 195

Tabla 55 Equipos y herramientas para la F. de S. de tuberías (Inspecciones) 196

Tabla 56 Fuerza laboral para el proceso de fabricación de S. de tuberías 197

Tabla 57 Análisis comparativo entre proyectos tanques 200

Tabla 58 Inspecciones no realizadas tanques 202

Tabla 59 Análisis comparativo entre proyectos (Tuberías) 202

Tabla 60 Inspecciones no realizadas (Tuberías) 204

Tabla 61 Tiempos perdidos reducidos en el proceso de F. de tanques 206

Tabla 62 Tiempos perdidos reducidos en el proceso de F. de S. de tuberías 207

Tabla 63 Distribución Chi cuadrado x^2 tabulado 209

Tabla 64 Datos de frecuencias observadas en la fabricación de tanques 210

Tabla 65 Datos de frecuencias esperadas en la fabricación de tanques 210

Tabla 66 Datos de frecuencias observadas en la fabricación de sistemas de tuberías 212

Tabla 67 Datos de frecuencias esperadas en la fabricación de sistemas de tuberías 212

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa SERGEAR SAC 4

Figura 2. Tanque para agua fabricado por la empresa Sergear SAC bajo API 650 18

Figura 3. Tanque para NaSH fabricado por la empresa Sergear SAC bajo API 650 20

Figura 4. Pruebas radiográficas en tanques de almacenamiento verticales. 22

Figura 5. Placa de identificación para tanques de almacenamiento. 25

Figura 6. Tuberías (spools) fabricados en planta Sergear SAC. 26

Figura 7. Diagrama ilustrativo de aplicación de B31.3 para tuberías en equipo 27

Figura 8. Guía para clasificar Servicios de fluidos según ASME B31.3 30

Figura 9. Sistema de tuberías fabricados por Sergear SAC (Toquepala-SPCC) 31

Figura 10. Sistema de tuberías fabricados por Sergear SAC (Cuajone-SPCC) 32

Figura 11. Sistema de tuberías fabricados por Sergear SAC (Toquepala-SPCC) 32

Figura 12. Sistema de tuberías fabricados por Sergear SAC (Patio Puerto ILO-SPCC) 33

Figura 13. Imperfecciones típicas de soldadura en tuberías 35

Figura 14. tuberías HDPE PE 4710 - SERGEAR SAC 36

Figura 15. Equipo de Termofusión McElroy #618 HF 40

Figura 16. Dimensiones de probeta para ensayo de doblez en tuberías HDPE. 41

Figura 17. Dimensiones de probeta para ensayo de doblez en tuberías HDPE, espesor de pared menor o igual a 25,4 mm 42

Figura 18. Dimensiones de probeta para ensayo de doblez en tuberías HDPE, espesor de pared mayor a 25,4 mm 43

Figura 19. Ensayo de doblez en tuberías HDPE realizado en Sergear SAC 44

Figura 20. Dimensiones de probeta para ensayo de tracción en tuberías HDPE 46

Figura 21. Muestras extraídas para ensayo de doblez y tracción en tuberías HDPE 46

Figura 22. Criterios de aceptación para 47

Figura 23. Tuberías enterradas Ø6” HDPE para transporte de ácido débil – proyecto realizado por la empresa SERGEAR SAC 48

Figura 24. Tuberías Ø6” expuestas HDPE para transporte de ácido débil – proyecto realizado por la empresa SERGEAR SAC 49

Figura 25. Tuberías Ø36” HDPE para transporte de agua fresca– proyecto realizado por la empresa SERGEAR SAC en Cuajone SPCC 50

Figura 26. Datalogger DL6 McELROY– proyecto realizado por la empresa Sergear SAC en Cuajone SPCC. 50

Figura 27. Prueba hidrostática en sistemas de tuberías – proyecto realizado por la empresa SERGEAR SAC en Cuajone SPCC. 51

Figura 28. Welding map para ensayo de partículas magnéticas según ASME VIII DIV. 1 57

Figura 29. Análisis comparativo entre proyectos tanques 200

Figura 30. Análisis comparativo entre proyectos (Tuberías) 203

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO 1

Documentos generales elaborados para el sistema de control de calidad en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías

1. Plan de calidad elaborado para el SCC
2. Procedimiento de control y elaboración de documentos

ANEXO 2

Procedimientos elaborados para la inspección en la fabricación de tanques de almacenamiento

1. Procedimiento de recepción de materiales, codificación de materiales e instrumentos
2. Procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado en tanques
3. Procedimiento de inspección visual de soldadura en tanques de almacenamiento
4. Procedimiento de inspección por tintes penetrantes en tanques de almacenamiento

5. Procedimiento para prueba neumática en planchas de refuerzo en tanques

6. Procedimiento para prueba de vacío en tanques

7. Procedimiento de inspección por partículas magnéticas en tanques de almacenamiento

8. Procedimiento de inspecciones radiográficas en tanques de almacenamiento bajo api-650

9. Procedimiento de control de verticalidad, redondez, desviaciones, fundamentos, boquillas y manholes en tanques de almacenamiento

10. Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas

11. Procedimiento para pruebas hidrostáticas en tanques de almacenamiento

12. Procedimiento para preparación superficial en tanques

13. Procedimiento para aplicación de recubrimientos en tanques

14. Procedimiento para prueba de adherencia en recubrimientos en tanques

ANEXO 3

Formatos de registros elaborados para la inspección en la fabricación de tanques de almacenamiento

1. Registro recepción de material y/o equipos (para tanques)

2. Registro de control de instrumentos de medición

3. Registro fotográfico

4. Registro de control dimensional en el habilitado

5. Registro de control dimensional en el armado

6. Registro de control de rolado en planchas

7. Registro de soldadores calificados

8. Registro de inspección visual de soldadura

9. Registro de reparación de soldadura

10. Registro *welding book* para juntas en tanques

11. Registro de inspección por líquidos penetrantes

12. Registro de prueba neumática en planchas de refuerzo

13. Registro de prueba de vacío en tanques de almacenamiento

14. Registro de inspección por partículas magnéticas

15. Registro de inspección radiográfica en tanques de almacenamiento.

16. Registro de control de verticalidad, redondez y fundación en tanques.

17. Registro de control dimensional en boquillas, manholes, y desviaciones

18. Registro de ajuste de pernos y torqueo

19. Registro de prueba hidrostática en tanques de almacenamiento

20. Registro de preparación superficial

21. Registro de preparadores, arenadores y pintores homologados

22. Registro de inspección de aplicación de pintura

23. Registro de inspección final de recubrimiento

24. Registro de prueba de adherencia en recubrimientos

ANEXO 4

Procedimientos elaborados para la inspección en la fabricación de sistemas de tuberías de acero y HDPE

1. Procedimiento de recepción de materiales e instrumentos de medición y codificación

2. Procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado en sistemas de tuberías

3. Procedimiento de inspección visual de soldadura

4. Procedimiento de inspección por líquidos penetrantes

5. Procedimiento de inspecciones radiográficas en tuberías de acero

6. Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas

7. Procedimiento para pruebas hidrostáticas y *Flushing*

8. Procedimiento para preparación superficial

9. Procedimiento para prueba de adherencia en recubrimientos

10. Procedimiento para aplicación de recubrimientos

11. Procedimiento de montaje de sistemas de tuberías

12. Procedimiento para habilitación e instalación de tuberías HDPE

ANEXO 5

Formatos de Registros elaborados para la inspección en la fabricación de sistemas de tuberías de acero y HDPE

1. Registro recepción de material y/o equipos
2. Registro de recepción de tuberías
3. Registro de recepción de accesorios para tuberías
4. Registro de control de instrumentos de medición
5. Registro fotográfico
6. Registro control dimensional en el habilitado
7. Registro control dimensional en el armado
8. Registro de lista de soldadores
9. Registro de inspección visual de soldadura
10. Registro de reparación de soldadura
11. Registro *welding book* para tuberías
12. Registro de inspección por líquidos penetrantes
13. Registro de inspección radiográfica en tuberías de acero
14. Registro general de ajuste y torque
15. Registro de *Flushing* en tuberías
16. Registro de prueba hidrostática
17. Registro de preparación superficial
18. Registro de preparadores, arenadores y pintores homologados

19. Registro de inspección de aplicación de pintura

20. Registro de inspección final de recubrimiento

21. Registro de prueba de adherencia en recubrimientos

22. Registro de control topográfico

23. Registro de liberación *spools*

24. Registro de inspección de montaje e instalación de equipos

25. Registro de montaje y liberación de líneas

26. Registro de montaje de soportes

27. Registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión

28. Registro de calificación de operador soldadura por termofusión

29. Registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión

30. Registro de inspección visual de juntas de HDPE

31. Registro de instalación de tuberías HDPE

32. Registro *welding book* – tuberías HDPE termofusión

ANEXO 6

Plan de puntos de inspección y matriz de calidad elaborados para el sistema de control de calidad en la fabricación de tanques

1. Plan de puntos de inspección para la fabricación de tanques
2. Matriz de control de calidad para la fabricación de tanques

ANEXO 7

Plan de puntos de inspección y matriz de calidad elaborados para el sistema de control de calidad en la fabricación de sistemas de tuberías

1. Plan de puntos de inspección para la fabricación de sistemas de tuberías
2. Matriz de control de calidad para la fabricación de sistemas de tuberías

ANEXO 8

Análisis del control de calidad en la fabricación de Tanques y sistemas de tuberías sin contar con un sistema de control de calidad

1. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-718 (Tanque de 25000 galones)

2. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-700 (Sistema de tuberías de acero)

3. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-665 (Sistema de tuberías de acero y HDPE)

ANEXO 9

Análisis del control de calidad en la fabricación de Tanques y sistemas de tuberías teniendo como propuesta un sistema de control de calidad

1. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-737 (Tanque de 38 000 galones)

2. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-749 (Tanque de 2 000 galones)

3. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-716 (Sistema de tuberías de acero y HDPE)

4. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-725 (Sistema de tuberías de acero y HDPE)

ANEXO 10

1. Matriz de consistencia

ANEXO 11

1. Mapa de procesos realizado para la empresa SERGEAR S.A.C.

ANEXO 12

1. Diagrama de operaciones del proceso (DOP) en la fabricación de tanques verticales en la empresa SERGEAR S.A.C.
2. Diagrama de operaciones del proceso (DOP) en la fabricación de sistemas de tuberías en la empresa SERGEAR S.A.C.

ABREVIATURAS

ASME *The American Society of Mechanical Engineers* (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)

ASTM *American Society of Testing Materials* (Asociación Americana de Ensayo de Materiales)

API *American Petroleum Institute* (Instituto Americano del Petróleo)

HDPE *High Density Polyethylene* (polietileno expandido de alta densidad)

SCC Sistema de control de calidad

SGA Empresa Servicios Generales Aragón S.A.C.

ISO *International Organization for Standardization* (Organización Internacional de Estandarización)

VT Ensayo visual de soldadura

PT Ensayo por líquidos penetrantes

MT Ensayo por partículas magnéticas

RT Ensayo radiográfico

SPOOL Juegos completos de tuberías, bridas, válvulas y accesorios

DOP Diagrama de operaciones del proceso

RESUMEN

La presente tesis, muestra como propuesta el diseño de herramientas como parte de un sistema de control de calidad para mejorar los procesos de inspección técnica en la fabricación de tanques cilíndricos verticales de fondo plano bajo la norma API 650 y sistemas de tuberías de acero ASTM A53 Gr. B de servicio de fluidos designadas por el propietario como categoría D bajo el estándar ASME B31.3. Además, también se incluye sistemas de tuberías HDPE (polietileno de alta densidad) unidos por termofusión bajo el estándar ASME BPVC IX, ARTICLE XXI y ASTM-F2620.

Todo esto debido a que se viene suscitando y detectando no conformidades, reprocesos y falta de planificación en cuanto al control de calidad en fabricaciones en la empresa SERGEAR S.A.C. ubicada en la ciudad de Ilo, la cual se encarga de brindar servicios a favor de la industria ejecutando proyectos de gran envergadura en los sectores mineros, pesqueros, etc.

El trabajo abarca también la elaboración de un manual de calidad, que contiene un plan de calidad, una matriz de control de inspecciones, un plan de puntos de inspección, procedimientos para realizar las

inspecciones técnicas en cada etapa y proceso durante la fabricación de los elementos mencionados y sus respectivos formatos de registros a ser llenados como evidencia de haber realizado un control adecuado evitando así los reprocesos o fallas durante la fabricación de tanques y sistemas de tuberías.

El aporte indicado permitirá que la organización de la empresa en general pueda definir una estructura donde se pueda tener el control de todos los procesos durante cada etapa de fabricación impulsando el mejoramiento continuo y suministrando de manera efectiva los bienes y servicios que satisfagan y superen las expectativas de nuestros clientes, haciendo que los trabajadores de la empresa SERGEAR S.A.C. involucrados en la fabricación estén debidamente capacitados y tengan las herramientas documentarias necesarias para realizar una correcta inspección técnica durante cada proceso de fabricación.

Palabras clave: Calidad**,** Inspecciones, Tanques, Tuberías**.**

ABSTRACT

This thesis shows as a proposal the design of tools as part of a quality control system to improve technical inspection processes in the manufacture of flat-bottom vertical cylindrical tanks under the API 650 standard and ASTM A53 steel pipe systems. Gr. B for service of fluids designated by the owner as category D under the ASME B31.3 standard. In addition, it also includes HDPE (high-density polyethylene) piping systems joined by thermofusion under the ASME BPVC IX, ARTICLE XXI and ASTM-F2620 standards.

All this due to the fact that non-conformities, reprocesses and lack of planning regarding quality control in manufacturing have been raised and detected in the company SERGEAR S.A.C. located in the city of Ilo, which is responsible for providing services in favor of the industry executing large-scale projects in the mining, fishing, etc.

The work also includes the preparation of a quality manual, which contains a quality plan, an inspection control matrix, a plan of inspection points, procedures to carry out technical inspections at each stage and process during the manufacture of the elements. mentioned and their respective record formats to be filled as evidence of having carried out an

adequate control, thus avoiding reprocessing or failures during the manufacture of tanks and piping systems.

The indicated contribution will allow the organization of the company in general to define a structure where it can have control of all processes during each manufacturing stage, promoting continuous improvement and effectively supplying goods and services that meet and exceed expectations. of our clients, making the workers of the company SERGEAR SAC involved in manufacturing are properly trained and have the necessary documentary tools to perform a correct technical inspection during each manufacturing process.

Keywords: Quality, Inspections, Tanks, Pipes.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la empresa SERGEAR S.A.C. no cuenta con herramientas que sean parte de un sistema de control de calidad para las inspecciones técnicas que definan todos los controles que se debe hacer durante cada proceso y etapa en la fabricación e instalación de tanques de almacenamiento verticales con fondos planos, ni en sistemas de tuberías en los diferentes proyectos que lleva a cabo. En la actualidad, en el mundo de la elaboración de proyectos pequeños, medianos y grandes en el sur del Perú, está creciendo a pasos agigantados, generando un ambiente de competitividad entre varias empresas, lo cual, está conllevando a que las empresas que se dedican a este rubro creen herramientas que faciliten el trabajo y que minimicen los errores, haciendo que los proyectos que logren concretar cuenten con todos los estándares de calidad logrando así la satisfacción de sus clientes y el buen funcionamiento del mismo.

Es por este motivo, que el presente estudio está abocado al análisis y evaluación de la situación actual en la que se encuentra la empresa en cuanto a las inspecciones técnicas que realiza en sus procesos de fabricación, para diseñar herramientas que mejoren el control en cada etapa evitando así la mayor cantidad de errores y reprocesos que generen

pérdidas a la empresa, además de lograr que esta sea reconocida por la calidad que logra en la ejecución de sus diferentes proyectos.

Los conductores de la empresa SERGEAR S.A.C. en el transcurso de los años, se dieron cuenta de que la industria de la ingeniería en proyectos es cada vez más exigente en cuanto al control de calidad, es por ello, que se debe mejorar la competitividad de la empresa haciendo que su personal esté capacitado y cuente con las herramientas necesarias, para facilitar a la empresa a ubicarse en la vanguardia del mundo actual y seguir creciendo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

1.1.1. Presentación de la empresa

SERGEAR S.A.C. como empresa transformadora fundada el 19 de febrero de 1999, tiene como objetivo el desarrollo de proyectos en distintos rubros de la industria minero metalúrgica, pesquera energética, construcción y demás sectores de la producción; para ello, en forma permanente busca nuevos conocimientos y mejores medios para innovar en forma sostenida. Como resultado de la suma de esfuerzos SERGEAR S.A.C. es la empresa líder en la región sur del país, e incorpora en sus trabajos, ingeniería, control de calidad, seguridad y cuidado a nuestro medio ambiente.

1.1.2. Ubicación geográfica

La empresa SERGEAR S.A.C. se ubica en el departamento de Moquegua, provincia: Ilo, Parque industrial Mz. R Lt. 10 y 11 Pampa Inalámbrica.

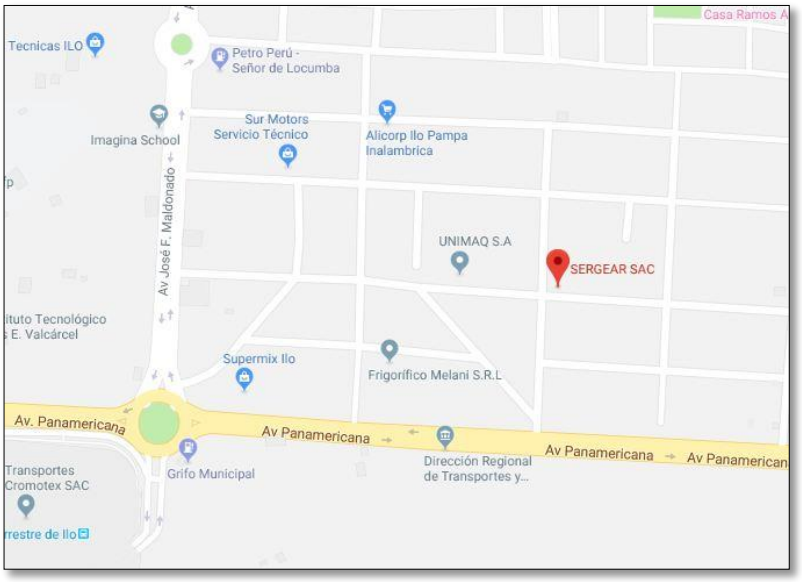


Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa SERGEAR SAC.
Fuente: Google Maps

1.1.3. Visión

Seremos un grupo empresarial líder basado en exigentes criterios de calidad, proyectándonos al ámbito nacional, en un entorno que promueve el trabajo de una red de colaboradores, con mayor experiencia, generando confianza para desarrollar el proceso de innovación, lo que permite brindar un servicio más eficiente que los competidores.

1.1.4. Misión

El fin de la empresa es ofrecer a los usuarios un producto eficiente, confiable, basado en una constante innovación que ubica a la firma como

líder de la tecnología de transformación, capaz de satisfacer las necesidades de la industria.

1.1.5. Antecedentes y problemática de la investigación

A lo largo de estos años, en los diferentes proyectos en la empresa se viene detectando no conformidades, reprocesos y falta de planificación en cuanto al control de calidad en las inspecciones técnicas en fabricaciones. Es así, que se detectó en octubre del 2017 en el proyecto "Transporte de ácido débil de fundición a Lesde - Área Toquepala" cliente empresa minera *Southern Peru Copper Corporation*, en la instalación de tuberías para transporte de aire con códigos SPL-001/ SPL-002/ SPL-003 durante el montaje del *Spool*, se identificó desalineación y descuadre, afectando las elevaciones con respecto al equipo secador de aire que se encuentra 0,0762 m (3 pulg) por debajo del *Spool* que se fabricó en planta Ilo. Se concluyó que hubo mala inspección de control dimensional e inspección de soldadura. También en el mismo mes, y en el citado proyecto se hizo la recepción de moldes cilíndricos metálicos para briquetas de concretos fabricados en planta al momento de realizar la inspección visual y controles dimensionales, estos no cumplían con las normas nacionales y especificaciones que el proyecto demandaba. En noviembre del 2017 en el mismo proyecto se identificó *spools* con código SPL-04 y SPL-10 con orientación diferente a los que indicaba al plano, generando reprocesos de

trabajo y mayor consumo de insumos. Cabe resaltar que este proyecto contractualmente tenía una duración de 4 meses, pero se realizó en 6 meses generando multas por penalidad e incumplimiento de contrato, debido a falta de control de calidad en planta de fabricación.

En mayo del 2017 en el proyecto: “Almacenamiento, recepción, mezcla y despacho de H2SO4 – Área Refinería”, cliente empresa minera *Southern Peru Copper Corporation*. Al momento de fabricar dos tanques para almacenamiento de ácido sulfúrico estos contenían en la parte inferior de su base una boquilla de salida para drenaje, los cuales, tenían una diferente posición en cada tanque, resultando que, en uno de ellos se colocó está salida en la posición opuesta a la cual tenía que ser instalada todo esto ocurrió debido a que hubo una confusión en la emisión de revisiones de plano por parte del área de ingeniería, por falta de información, control del área de calidad de la empresa, generando reprocesos y demora en el tiempo de fabricación. Tampoco se entregó el dossier de calidad por completo al cliente, ni se logró demostrar que se cumplió con todos los requisitos de la norma API 650. En diciembre del 2017 en el proyecto: “Reemplazo y recolocación de Tubería de Agua Fresca de Viña Blanca – Área Cuajone”, cliente empresa minera *Southern Peru Copper Corporation*, se detectó que los accesorios para sistemas de tuberías comprados a una empresa externa tenían defectos en los

cordones de soldadura como: sobremontas, overlap, salpicaduras de soldadura, desuniformidad, desalineamiento, además de daños en el material base (esmerilado). También se descubrió que en los codos de 0,7112 m x 90° (28 pulg x 90°) el cordón interior estaba solo con soldadura de raíz faltando el acabado respectivo, en consecuencia, presentaba defectos como falta de uniformidad y salpicaduras de soldadura. Con un control de calidad adecuado para realizar la recepción de estos, apenas llegaron a planta debieron ser rechazados para evitar contratiempos, tampoco el área de logística contaba con un procedimiento para comprar a proveedores confiables y detectar productos malos antes de que estos sean enviados a Planta. Todo esto, generó reproceso y pérdida de tiempo a la empresa. En noviembre del 2018 en el proyecto “Reemplazo tanque de agua potable en Q. Honda – Concentradora Toquepala” durante la fabricación de un tanque para almacenamiento de agua, al realizar las pruebas radiográficas a los cordones de soldadura ubicados en varios puntos del cuerpo del tanque se encontró defectos, los que tenían que ser reparados, esta dificultad causó retraso en el término de la fabricación según cronograma, también ocasionó pérdidas económicas a la empresa porque se reinició el trabajo de unión por soldadura y de los ensayos de placas radiográficas hasta que las uniones soldadas en el tanque no presentaran defecto alguno.

En julio del 2018 en el proyecto “Reubicación de facilidades Sur Fase I -Arequipa”, cliente empresa Sociedad Minera Cerro Verde – SMCV, durante la realización de ensayos radiográficos en sistemas de tuberías en juntas soldadas en la tubería con código MK-SPL-21 de 0,2032 m (8 pulg) de diámetro se encontró que estas tenían indicaciones agrupadas, socavación, conllevando a que fueran rechazadas y se tuvo que proceder a su reparación, para la unión en acabado se utilizó material de aporte según AWS A5.1 E7018, una vez retirado de su respectiva bolsa de fábrica tenía que encontrarse almacenado en un horno a 398,15 K – 423,15 K (125°C - 150°C), pero resulta que no se cumplió con esta especificación por falta de procedimientos claros de parte del área de calidad, tampoco se cumplió el encapsulado correspondiente para comenzar a soldar la junta ya que la humedad relativa del ambiente en ese momento era alta. Estas deficiencias causaron imperfecciones al momento de soldar y que las juntas fueran rechazadas en las pruebas radiográficas, en consecuencia, causó reprocesos y mayores costos a la empresa.

1.2. Formulación del problema

¿Será posible mejorar el proceso de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías de acero ASTM A53 grado B y HDPE mejorando el proceso de inspección técnica en la empresa SERGEAR S.A.C.?

1.3. Justificación e importancia

La elaboración de un sistema de control de calidad para la fabricación de tanques y sistemas de tuberías es sumamente importante tanto para el presente como el futuro de la empresa, ya que debido a los diferentes problemas de no conformidades y reprocesos durante los diferentes procesos de fabricación en planta se tuvo pérdidas monetarias tanto por mano de obra como por insumos utilizados para el levantamiento de dichas observaciones. Con un sistema de control de calidad se evitará las inconformidades en los tanques y sistemas de tuberías que fabrica la empresa para sus diversos clientes, mejorando así los procesos de inspección técnica en dichas fabricaciones.

En las diferentes etapas del presente proyecto, primero se hizo un diagnóstico a la empresa respecto a las inspecciones técnicas insatisfactorias y satisfactorias en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías para conocer la situación real en la que se encuentra la empresa, posteriormente, se tomó acciones para mejorar cada proceso, de esta manera, al lograr reducir los reprocesos se logrará utilizar los recursos naturales de manera racional.

Al realizar está propuesta de diseñar un sistema de control de la calidad para mejorar los procesos en las inspecciones técnicas en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías, permitirá que la organización

pueda tener el control de todos los procesos mediante asignación de responsabilidades, elaboración de procedimientos, registros, métodos de prevención y corrección para mejorar la eficiencia y competitividad de planta de fabricación de la empresa con el objetivo de lograr que la organización logre satisfacer las necesidades y requerimientos de sus clientes garantizando la calidad antes, durante y después de los procesos de producción, impulsando el mejoramiento continuo y cumpliendo los plazos establecidos para la fabricación mediante las dos partes por medio del contrato inicial pactado, suministrando de manera efectiva los bienes y servicios que satisfagan y superen las expectativas del cliente y las comunidades cercanas al proyecto.

1.4. Alcances y limitaciones

El presente trabajo solo se abocará en mejorar el proceso de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías mejorando el proceso de inspección técnica, ya que en el diagnóstico realizado se pudo encontrar que el problema principalmente se encuentra en el control.

El manual de control de calidad diseñado solo estará conformado por el plan de calidad, matriz de control para inspecciones técnicas, plan de puntos de inspección, procedimientos para realizar las inspecciones y

formatos de registros para llenar en cada proceso de fabricación como evidencia del control realizado.

El presente trabajo se aplicará en la empresa SERGEAR S.A.C., ya que esta se realiza según la realidad y previo estudio de la situación, en la cual, se encuentra la empresa respecto al control de calidad en las inspecciones técnicas.

Asimismo, solo aplicará a los procesos de fabricación de tanques cilíndricos verticales de fondo plano fabricados bajo el estándar API-650 donde el alcance de esta norma se limita a los tanques fabricados para almacenar fluidos líquidos principalmente agua no potable que están diseñados para soportar una operación a presión atmosférica o menor a 18 kPa (2,6 psi), siempre que las presiones internas no excedan el peso del techo del tanque, donde también la temperatura no es superior a 366,15 K (93 °C). Las temperaturas internas podrían llegar a 533,15 K (260 °C) con ciertas restricciones. Cabe resaltar que las únicas variables que podrán variar cuando se fabrique este tipo de tanques y así aún aplique el trabajo realizado en la presente tesis serán su altura y diámetro, todo lo demás se delimitará a los parámetros mencionados líneas arriba.

Los alcances de la presente tesis, solo aplicará a los procesos de fabricación de sistemas de tuberías de servicio de fluidos designadas por el propietario como categoría D (presión de diseño manométrica que no

exceda a 1035 KPa (150 PSI)) fabricados bajo el estándar ASME B31.3. utilizando tubería de tipo ASTM A53 grado B Y tuberías de HDPE (polietileno de alta densidad) unidos por termofusión bajo el estándar ASME BPVC. IX, ARTICLE XXI y ASTM-F2620.

No se analizará costos, el trabajo se encuentra directamente centrado en el tema técnico en cuanto a la inspección durante la fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías, además se tomó en cuenta tiempos, equipos y herramientas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Mejorar el proceso de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías de acero ASTM A53 grado B y HDPE mejorando el proceso de inspección técnica en la empresa SERGEAR S.A.C.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar los procesos que se llevan a cabo en la empresa y realizar un diagnóstico de los resultados de inspección técnica obtenidos antes y

después de la implementación del sistema de control de calidad en los procesos de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías en la empresa SERGEAR S.A.C.

- Elaborar el manual de control de calidad para la fabricación de tanques verticales e implementar como propuesta en la empresa SERGEAR S.A.C.
- Elaborar el manual de control de calidad para la fabricación de sistemas de tuberías e implementar como propuesta en la empresa SERGEAR S.A.C.

1.6. Hipótesis

Se mejorará el proceso de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías de acero ASTM A53 grado B y HDPE mejorando el proceso de inspección técnica en la empresa SERGEAR S.A.C.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedente 1

Ortega Arribas, Borja (2010) en su Tesis: “Implantación de un sistema de calidad en una empresa de fabricación de maquinaria”, señala que: “para lograr el fin de este proyecto se analizó paso a paso cada etapa necesaria para implementar un sistema de gestión de calidad en una compañía que se dedica al diseño de maquinaria para la fabricación de tuberías y elementos hechos de plástico, todo con el propósito de lograr insertar en el mercado un producto de calidad”. Indica que cuando se comenta sobre un sistema de gestión de calidad se refiere a una agrupación de elementos interrelacionados en una organización para llevar de forma correcta y planificada la calidad de la misma para así lograr uno de los objetivos principales que es la satisfacción de sus clientes. Al respecto, concluye que también es importante conocer que el enfoque de la norma UNE-EN-ISO 9001:2000 se basa en los procesos. Por ello, en esta tesis se identificaron los procesos del sistema de gestión de calidad para relacionarlos entre sí, también se relacionaron los productos, procesos, trabajadores y departamentos. Finalmente, Ortega elaboró el

Manual de calidad, procedimientos, registros y anexos, los cuales, en su conjunto conforman un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2000.

2.1.2. Antecedente 2

Cuestas, Yosbel y Martínez, Luis (2009) en la Tesis: Diseño del Manual de calidad para la empresa Multifín Electrónica S.A., describen que la competitividad creciente en el mundo actual donde el factor económico toma mayor relevancia en el mundo empresarial, es muy importante, que los productos a comercializarse no solo sean vistos de manera local sino con miras al exterior sabiendo que la competencia externa trabaja con calidad y costos a nivel mundial. Es ahí, donde se muestran las compañías de clase mundial, que son capaces de competir con las mejores empresas de su tipo para generar mayores ingresos y un crecimiento con mira hacia el futuro. Todo lo mencionado ha generado que las diferentes empresas estén obligados a buscar nuevas estrategias para entrar con fuerza a este mundo globalizado. Es por ello, que en este trabajo los autores, realizaron un sistema de gestión de calidad, haciendo posible crear una base sólida en cuanto a la toma de decisiones para el crecimiento de la empresa por medio de la reducción de los costos por fallas y pérdidas por reprocesos. Las compañías deben orientar su sistema de gestión de calidad en el

enfoque al cliente, liderazgo, involucrar al personal, base en los procesos, mejora continua, etc. La definición de calidad es aplicable a todo proceso empresarial y a las diferentes empresas. En la elaboración de este trabajo como antecedente se presentaron conceptos generales y definiciones de los principios para respaldar la filosofía de la calidad total. También se elaboró un manual de calidad en el cual se mencionan los diferentes parámetros que ayudan a la mejora continua del sistema de gestión de calidad de la empresa Multifín Electrónica S.A.

2.1.3. Antecedente 3

Kearley, Andrea y Umaña, José (2017) en la Tesis “Diseño de un Modelo de sistema de gestión de la calidad con fundamento en las normas ISO 9001:2015 para las microempresas del sector de metalmecánica de El Salvador”, señalan como parte de la mejora en cuanto a competitividad, es primordial tener todo lo necesario para tomar las mejores decisiones y así de esta forma sobrellevar los diferentes retos que surgen en este mundo globalizado. Es conocida la gran importancia del sector industrial en la economía nacional, ya que esta genera empleos y ayuda al producto bruto interno del país, es por eso, que en este trabajo se resaltó en gran manera la elaboración de un sistema de control de calidad, pues mejora la gestión de la empresa, en este caso, es una metalmecánica específicamente

involucrada en la industria manufacturera que se ha venido viendo afectada debido a que se está notando un reducido grado de tecnificación, personal no capacitado, entre otros aspectos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Tanques de almacenamiento fabricados bajo el estándar API 650

Los tanques de almacenamiento de muchos tipos de recipientes instalados sobre una base son los más utilizados. Mayormente estos almacenan productos como el petróleo crudo, butano, propano, GLP, agua, así como disolventes, etc. En muchos casos, los tanques se almacenan de acuerdo al estado físico del producto: los recipientes a presión son usados para el almacenamiento de gases y líquidos a alta presión. Los tanques de almacenamiento vertical (tanques cilíndricos de fondo plano) son usados para el almacenamiento de líquidos a baja presión, permitiendo el acopio de grandes cantidades volumétricas a un costo reducido, la desventaja es que solo pueden trabajar a presión atmosférica y presiones internas muy pequeñas. Hay una gran variedad de normas aplicables al diseño de tanques de almacenamiento (*Arveng Engineering*: Soluciones de Ingeniería a medida, 2017).



Figura 2. Tanque para agua fabricado por la empresa SERGEAR SAC bajo API 650
Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Estándar API 650

Una de las normas más utilizadas para el diseño de tanques de almacenamiento verticales de fondo plano es la API 650, del Instituto Americano del Petróleo, la misión principal de esta norma mediante todos los requisitos mencionados en sus diferentes secciones es ayudar la

compra y fabricación de estos tipos de tanques sobre el suelo, soldados, y cumpliendo las normas de seguridad. Esta norma abarca el diseño y cálculo de todas las partes que conforman el tanque a fabricar. Cabe mencionar que este código tiene sus bases en las experiencias de los compradores, fabricantes y usuarios de tanques verticales para almacenamiento de muchos tamaños y capacidades. Es muy importante señalar que el API estándar 650 tiene requisitos mínimos, el alcance de esta norma aplica a tanques para almacenar fluidos líquidos, los cuales soportan una operación a presión atmosférica o menos de 18 kPa, donde es muy importante recalcar que las presiones internas no deben sobrepasar el peso del techo y las temperaturas no deben estar por encima a 366,15 K (93 °C). Las temperaturas internas deben tener valores hasta 533,15 K (260 °C) (Arveng Engineering: Soluciones de Ingeniería a medida, 2017).



Figura 3. Tanque para NaSH fabricado por la empresa SERGEAR SAC bajo API 650
Fuente: Elaboración propia

En otras situaciones, primordialmente debido a la naturaleza del fluido o líquido a almacenar, se necesita que los tanques de almacenamiento vertical operen con presiones internas superiores a 18 kPa, por tal motivo, se recomienda seguir el uso de otras normas diferentes a la API 650. La norma API 620 podría ser aplicada ya que esta norma involucra el diseño y la construcción de tanques verticales de mayor tamaño, sobre-suelo, también de fabricación soldada, soportando presiones internas que están entre 18 kPa y 103 kPa, también las

temperaturas de operación no deben superar los 66,15 K (93 ºC) (*Arveng Engineering*: Soluciones de Ingeniería a medida, 2017).

En los procesos de fabricación de un tanque bajo el API 650 se tiene que cumplir una serie de controles de calidad entre ellos está la de control de redondez, ver la siguiente tabla.

Tabla 1

Tolerancias de redondez en tanques según su diámetro

Diámetro del tanque m (ft)	**Tolerancia de radio mm (in)**
<12 (40)	+-13 (½)
Desde 12 (40) a < 45 (150)	+-19 (¾)
Desde 45 (150) a <75 (250)	+-25 (1)
≥ 75 (250)	+-32 (1 ¼)

Fuente: API Standard 650 (2016)

También se realizan las pruebas de ensayos radiográficos, para corroborar que los cordones de soldadura efectuados se encuentren en perfecto estado, así como estos controles hay una variedad de inspecciones a realizar durante la fabricación de tanques de almacenamiento bajo la API 650.

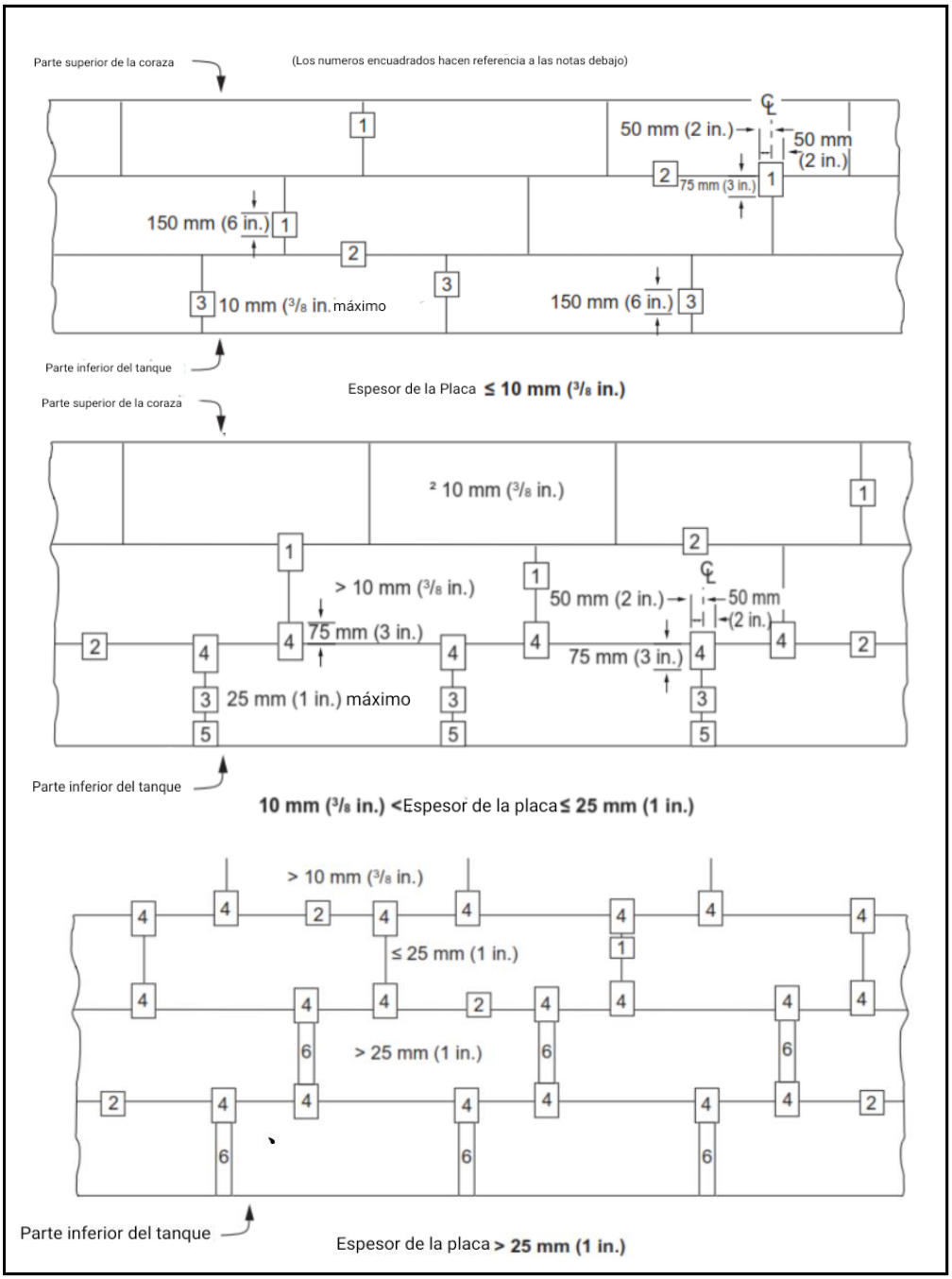


Figura 4. Pruebas radiográficas en tanques de almacenamiento verticales
Fuente: API Standard 650 (2016)

2.2.3. Inspección visual de soldadura en tanques norma API 650

La inspección visual de soldadura en tanques de almacenamiento será aceptable cumpliendo los siguientes requisitos especificados en la norma API 650.

a) No debe haber grietas ni cráteres, tampoco grietas sobre la superficie ni golpes de arco en las juntas soldadas ni adyacentes a los mismos.
b) Es importante tener en cuenta que el corte inferior como máximo permitido es de 0,0004 m (0,4 mm; 1/64 pulg) en cuanto a su profundidad para las juntas verticales soldadas a tope, accesorios que no se mueven en posición vertical, uniones soldadas de accesorios para boquillas y aberturas de forma empotrada. En juntas de tope horizontales, accesorios permanentes orientados de forma horizontal y juntas soldadas a tope de anillo anular, el límite como máximo permitido de corte inferior es de 0,0008 m (0,8 mm; 1/32 pulg) de profundidad.
c) La porosidad en la superficie de la soldadura no debe exceder ni pasar un grupo determinado (uno o más poros) en cualquier longitud de 0,1 m (100 mm; 4 pulg), y el diámetro observado de cada grupo no debe exceder los 0,0025 m (2,5 mm; 3/32 pulg).
d) También es importante señalar que el refuerzo de las soldaduras en todas las juntas soldadas a tope en cada lado de la placa no debe

superar la medida de los siguientes espesores, especificados en la siguiente tabla.

Tabla 2

Máximo espesor de reforzamiento de soldadura en tanques

Espesor de la placa de coraza mm (in)	**Máximo espesor de refuerzo mm (in)**	
	Uniones verticales	**Uniones horizontales**
≤ 13 (½)	2.5 (3/32)	3 (⅛)
> 13 (½) a 25 (1)	3 (⅛)	5 (3/16)
> 25 (1)	5 (3/16)	6 (¼)

Fuente: API Standard 650 (2016)

Tabla 3

Mínimo espesor de soldadura tipo filete en tanques.

Espesor nominal de la placa de coraza		**Tamaño mínimo de soldadura en ángulo**	
(mm)	**(in.)**	**(mm)**	**(in.)**
5	0,1875	5	3/16
>5 a 20	>0,1875 a 0,75	6	1/4
>20 a 32	>0,75 a 1,25	8	5/16
>32 a 45	>1,25 a 1,75	10	3/8

Fuente: API Standard 650 (2016)

2.2.4. Placa de identificación en tanques según API 650

Como parte final en el proceso de fabricación de un tanque de almacenamiento según la norma API 650, se coloca a este una placa de identificación donde se especifica la información más relevante de lo fabricado como: edición, diámetro nominal, máxima capacidad, n° de serie, año de fabricación, altura nominal, máxima temperatura diseñada, etc.

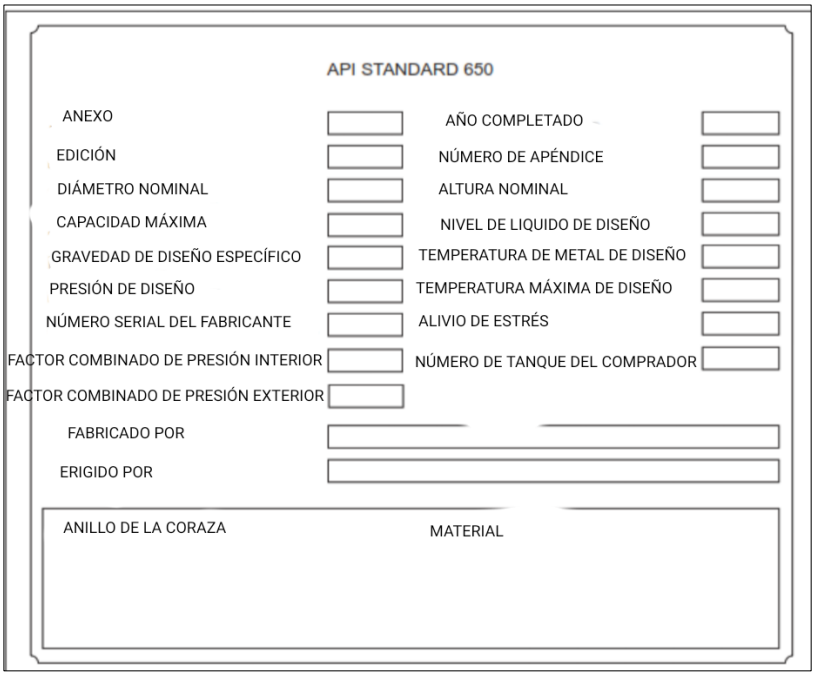


Figura 5. Placa de identificación para tanques de almacenamiento
Fuente: API Standard 650 (2016)

2.2.5 Tuberías de proceso fabricados bajo el estándar ASME B31.3

a) Esta norma da a conocer los requisitos en cuanto a materiales, componentes, todo acerca del diseño, en cuanto a la fabricación, el

ensamblaje, cómo realizar la instalación, los exámenes a realizar, la inspección a llevar a cabo y pruebas de tubería para verificar su funcionamiento.

b) ASME B31.3 se aplica en tuberías de proceso para el traslado de fluidos como: mercancías químicas puras, intermedias y terminadas, producción derivada del petróleo, gas, oxígeno, agua, sólidos fluidizados, refrigerantes, fluidos criogénicos.





Figura 6. Tuberías (spools) fabricados en planta SERGEAR SAC.
Fuente: Elaboración propia

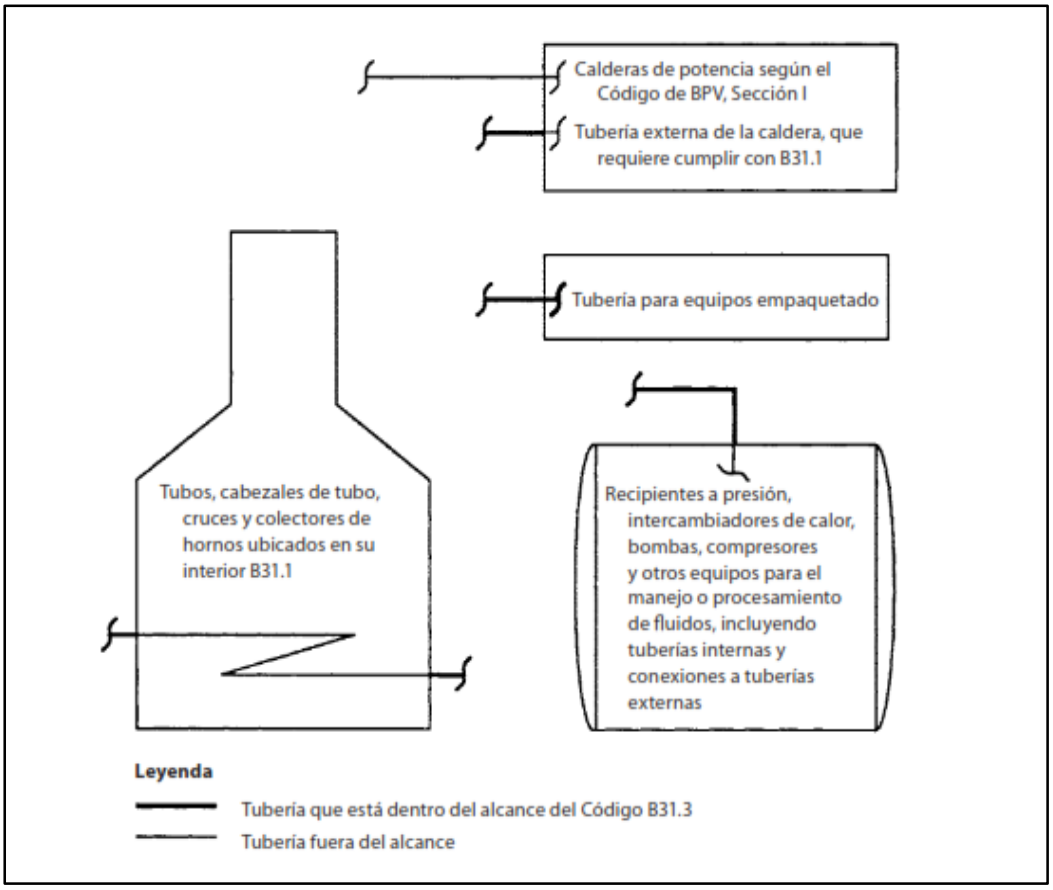


Figura 7. Diagrama ilustrativo de aplicación de B31.3 para tuberías en equipo
Fuente: Estándar ASME B31.3 (2010)

La norma ASME B31.3 se utiliza en tuberías de proceso de:

- Refinerías de petróleo
- Fábricas de papel
- Industrias químicas
- Industrias de semiconductores y criogénicas
- Plantas farmacéuticas
- Industrias textiles

2.2.5.1. Clasificación de sistemas de tuberías según el ASME B31.3

Están clasificados principalmente en los siguientes grupos, según el tipo y clase de fluido que se va a transportar. Cabe resaltar que esta clasificación de tuberías de servicio de fluidos, primordialmente es especificado y designado por el propietario o cliente.

a) Servicio de fluidos categoría D:

- El fluido a transportar no es inflamable, tampoco es tóxico, y no repercute o afecta a la piel humana en general.
- En cuanto a la presión manométrica de diseño no debe exceder los 1035 kPa (150 psi).
- Otro factor importante es que la temperatura de diseño debe ir de 244,15 K (-29 ºC) hasta 459,15 K (186 ºC) para evitar problemas.
- Para esta categoría se aplicarán los capítulos restringidos y especificados al servicio de fluidos Categoría D, señalados entre el capítulo I y el capítulo VII de la norma ASME B31.3, así como los elementos apropiados para otros servicios con fluidos.

b) Servicio de fluidos categoría M:

- En este tipo de servicio de fluidos, el peligro potencial para todo el personal expuesto es de alto riesgo, una simple exposición de pequeña cantidad de algún fluido tóxico, ocasionada por una determinada fuga,

podría producir daños serios e irreversibles en los trabajadores en cuanto a la respiración o en contacto con el cuerpo, incluso cuando se toman diferentes medidas inmediatas de recuperación y auxilio.

- Es muy importante resaltar que en el capítulo VIII de la norma ASME B 31.3, están todos los requisitos necesarios para tuberías de servicio de fluidos designados por el propietario (cliente) como categoría M, previo cálculo en el diseño de trabajo.

c) También hay otros tipos de servicios como: servicio de fluido normal, servicio de fluidos de alta temperatura, servicio de fluidos de alta presión, servicio de fluidos de alta pureza.

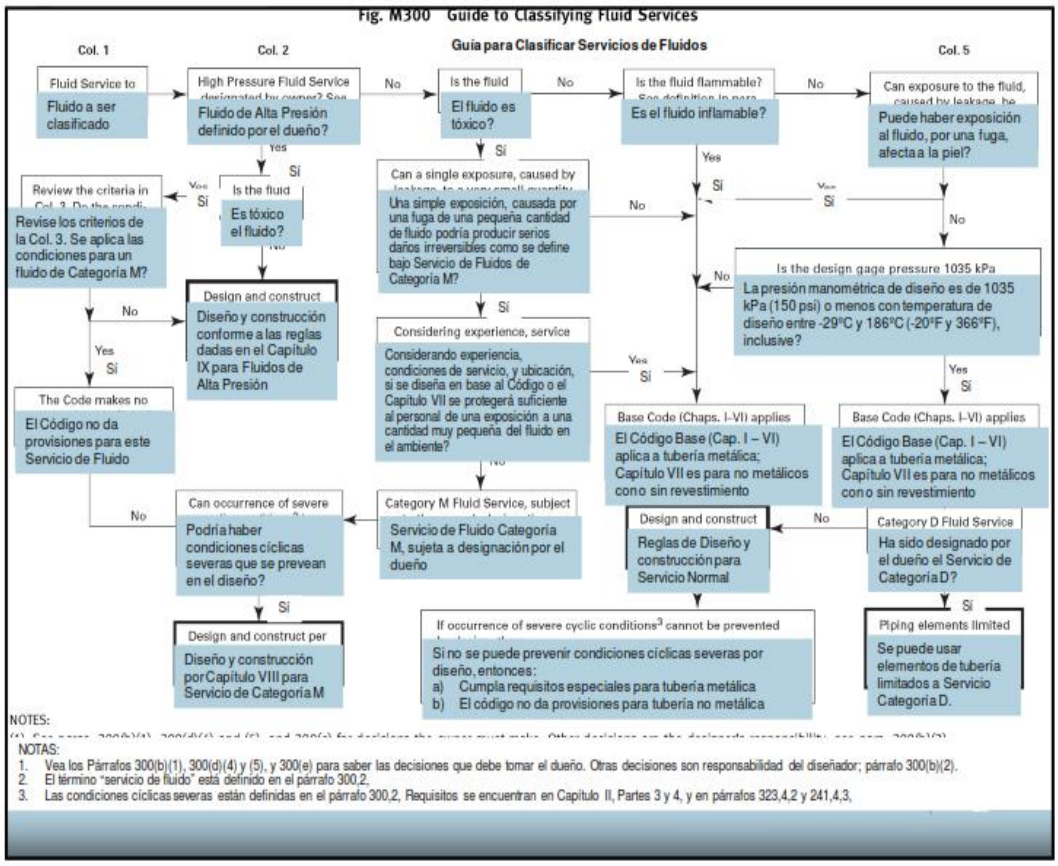


Figura 8. Guía para clasificar servicios de fluidos según ASME B31.3
Fuente: Estándar ASME B31.3 (2010)

2.2.5.2. Sistemas de tuberías

Un sistema de tuberías comprende: accesorios (codos, reducciones, conexiones a ramales, etc.), bridas, empaques, espárragos, válvulas,

soportes de tuberías. Es importante señalar que la norma en mención ASME B31.3 solo aplica con tuberías nuevas.



Figura 9. Sistema de tuberías fabricados por SERGEAR SAC. (Toquepala-SPCC)
Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Sistema de tuberías fabricados por SERGEAR SAC. (Cuajone-SPCC)
Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Sistema de tuberías fabricados por SERGEAR SAC. (Toquepala-SPCC)
Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Sistema de tuberías fabricados por SERGEAR SAC (Patio Puerto ILO-SPCC)
Fuente: Elaboración propia

2.2.6. Tipos de imperfecciones en soldadura

En los ensayos no destructivos también conocido por sus iniciales como END, se suele escuchar con frecuencia de defectos y/o discontinuidades. Confundiendo la definición de estos dos términos por eso es importante recordar que cualquier indicación hallada se le denomina “discontinuidad” hasta que se logre identificar y analizar el efecto que ocasiona sobre la pieza en servicio. Por eso, basado en esto, la discontinuidad es algo inaceptable siguiendo criterios de inspecciones, en cuanto a la definición de defecto se podría decir que esta se da cuando por

magnitud o localización provocan el fallo de las piezas soldadas, en cambio la discontinuidad no afecta el rendimiento de las piezas soldadas en el servicio al que es sometida esta. Es importante recalcar que no existe soldadura perfecta, la mayoría de soldaduras, por no decir todas, tienen discontinuidades. Un determinado defecto es una discontinuidad inaceptable en términos más sencillos, donde a su vez esta puede reparada siguiendo diferentes procedimientos. Seguidamente se mencionan algunos tipos de discontinuidades:

- Discontinuidad inherente: ocasionado durante la producción inicial, en el proceso de fusión.
- Discontinuidad de proceso: generado al final de la elaboración o acabado.
- Discontinuidades de servicio: se produce durante el uso del producto debido a diferentes condiciones como clima o de carga.

Las discontinuidades se pueden también clasificar en:

- Superficiales: Se notan a la vista, no es muy importante su profundidad.
- Internas: Estas se ubican en el interior del material, es difícil observarlas superficialmente ya que no logran alcanzar la superficie.

También es relevante distinguir las diferentes indicaciones:

a) Indicaciones relevantes: Son las que provienen de fallas serias como para generar problemas durante el servicio de la pieza.

b) Indicaciones no relevantes: Vienen a ser las que derivan de discontinuidades que no generarían problemas en el servicio de la pieza.

c) Indicaciones falsas: Vienen a ser las indicaciones provocadas por interferencias eléctricas y electrónicas, también debido a superficies rugosas, etc. (Rosario y Ruiz, 2013).

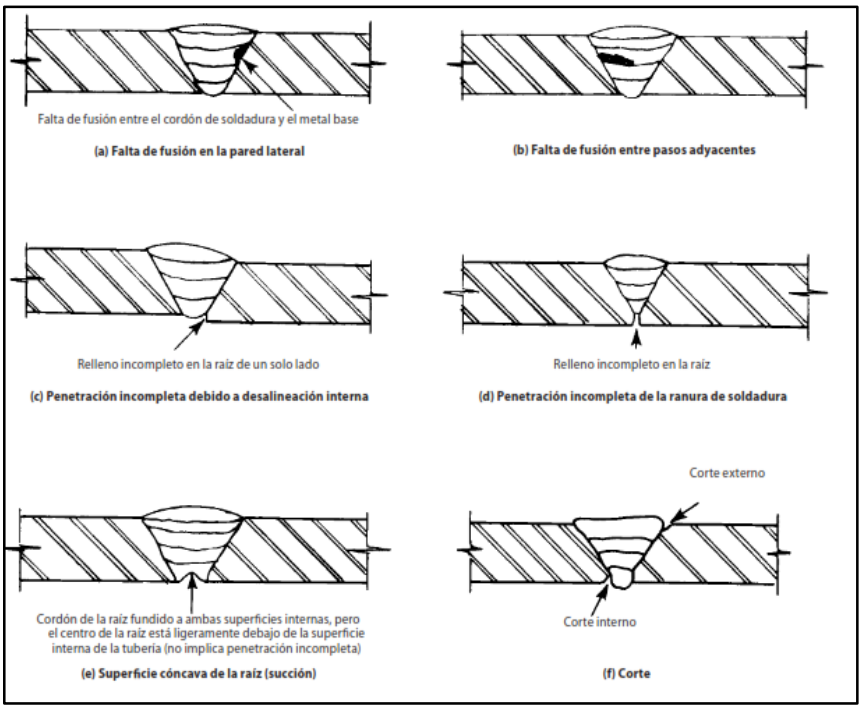


Figura 13. Imperfecciones típicas de soldadura en tuberías
Fuente: Estándar ASME B31.3 (2010)

2.2.7. Tuberías de acero al carbono ASTM A53

Antes de comenzar con la fabricación de sistemas de tuberías, es importante conocer los siguientes datos en cuanto a las tuberías que se utilizarán, diámetro nominal, diámetro exterior, espesor de pared, clase, Schedule, peso del tubo, área de la superficie exterior por metro lineal de tubería.

2.2.8. Tuberías HDPE (Polietilenos de alta densidad)

El polietileno de alta densidad conocido como HDPE, sus iniciales en inglés *High Density Polyethylene,* es un polímero perteneciente a la familia de los polímeros olefínicos así como el polipropileno, o también de los polietilenos. Este polímero se forma a través de unidades repetitivas de etileno. En español también se le conoce con las iniciales PEAD.



Figura 14. tuberías HDPE PE 4710 - SERGEAR SAC
Fuente: Elaboración propia

2.2.8.1. Clasificación de las tuberías de HDPE

a) Por su diámetro, ya que es una variable esencial.

b) Por la designación que se le da según el tipo de material, estas pueden ser PE 100, PE 80, PE 63, PE 4710, etc. Esta denominación nos muestra la mínima tensión en MPa que el material puede resistir para un ciclo de vida durante un tiempo aproximado de 50 años a una temperatura de 293,15 K (20 °C).

c) Es importante conocer la nominación en base a la máxima presión de operación admisible que generalmente se da en bar. Por ejemplo, PN 10, corresponde a la presión máxima de 1000 Kpa (10 bar) y a una temperatura de 293,15 K (20 °C).

Tabla 4

Grupo de materiales en tuberías HDPE.

Especificación	Clasificación	Tipo de producto
D3035	PE 2708 PE 3608	Tubería
F714	PE 4710	
D3261	PE 2708 PE 3608 PE 4710	Encajes

Fuente: ASME SECCIÓN IX (2019)

Tabla 5

Presión de prueba en tuberías HDPE según tipo de material

Material de tubería	Presión de prueba
PE2708	630 psig (4,3 MPa)
PE3608	725 psig (5,0 MPa)
PE4710	725 psig (5,0 MPa)

Fuente: ASME Sección IX, Article XXI (2019)

2.2.8.2. HDPE – Características generales

- Ofrecen buena consistencia a temperaturas bajas.
- Cuentan con valiosa fuerza a la tensión, presión y tracción.
- Tienen baja concentración en comparación con otros materiales.
- Es compacto.
- Es inactivo al contenido, y de reactividad mínima.
- El material no es dañino.

2.2.8.3. HDPE – Características industriales

Tiene baja permeabilidad

- La lixiviación no penetra en los recubrimientos de HDPE.
- No permite fuga alguna de gas en sistemas sellados en HDPE.
- Son impermeables a la lluvia o cualquier otro líquido.

Resistencia química

- La tubería HDPE es muy resistente a agentes químicos.
- Los desechos de lixiviación sólidos o tóxicos no corroen a este tipo de material.

Resistencia a los rayos ultravioleta (UV)

Los productos tales como tuberías de HDPE son resistentes a los rayos ultra violeta, siempre y cuando que a la mezcla final se le añade carbón negro, como pigmentación (https://www.intelseg.cl/tuberia-hdpe/, 2019).



Figura 15. Equipo de termofusión McElroy #618 HF
Fuente: Elaboración propia

2.2.8.4. Práctica estándar para uniones por termofusión de tuberías y accesorios de polietileno ASTM F2620 – 13

Esta norma brinda diferentes procedimientos para la realización de uniones con tuberías y accesorios de polietileno (PE) por medio del proceso de termofusión. Es importante resaltar que esta norma no es la única alternativa para la realización de uniones por termofusión. También se debe tener en cuenta que los parámetros y procedimientos son aplicables solo para unir tuberías y accesorios de polietileno con igual composición química en cuanto a los polímeros. Tomar como referencia otras normas tales como la F714, D3035, etc. para lograr mejores resultados, tener un mayor

respaldo y ayuda al momento de realizar este tipo de trabajos que sirven para agua potable, desagües, etc.

Las indicaciones que señalan las tolerancias indicadas en las especificaciones de esta norma deben producir uniones sólidas entre tuberías y accesorios de polietileno. De otro lado, esta norma no abarca todos los temas de seguridad, el usuario es el responsable de ejecutar las prácticas de seguridad y salud eficaces y de precisar de modo objetivo la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso (https://www.astm.org/Standards/F2620-SP.htm, 2013).

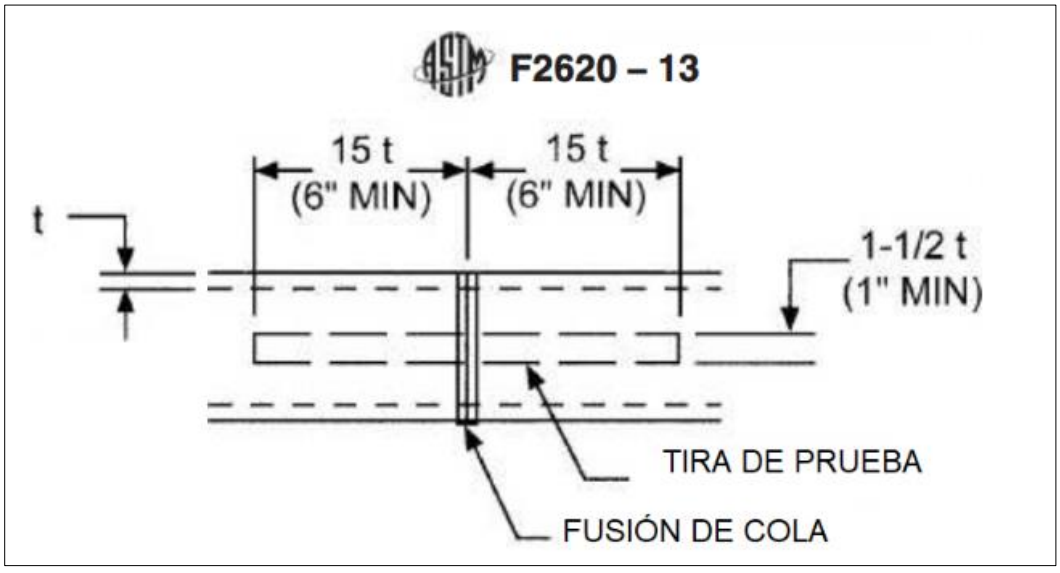


Figura 16. Dimensiones de probeta para ensayo de doblez en tuberías HDPE.
Fuente: Estándar ASTM F2620 – 13 (2013)

2.2.8.5. Ensayo de doblez en tuberías HDPE según ASME SECCIÓN IX

- En la junta de prueba se tomarán dos tiras con las siguientes medidas (según el espesor de pared):

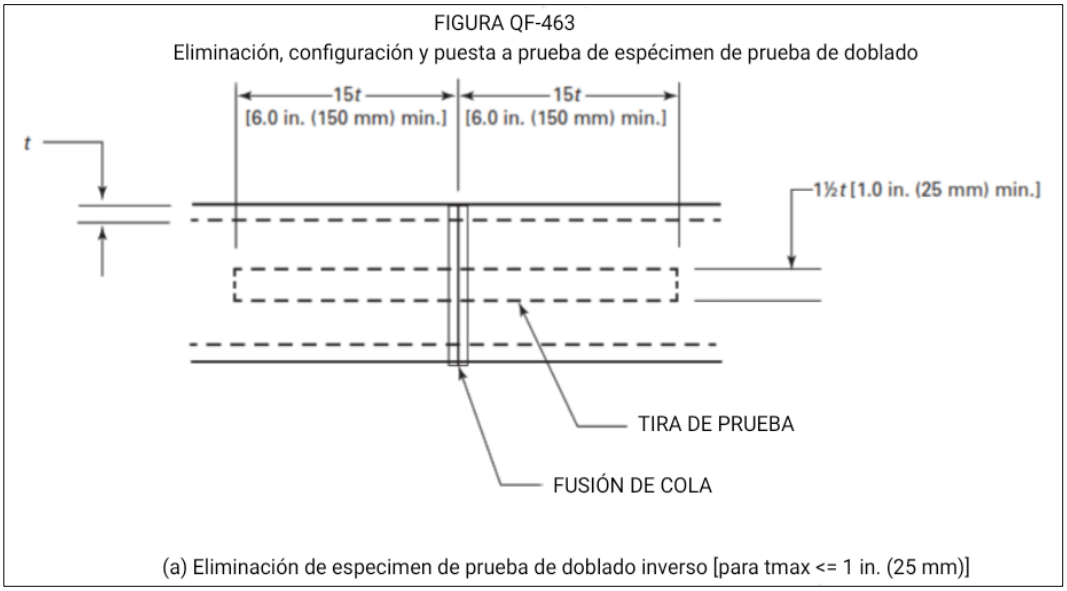


Figura 17. Dimensiones de probeta para ensayo de doblez en tuberías HDPE, espesor de pared menor o igual a 25,4 mm
Fuente: Estándar ASME BPVC sección IX (2019)

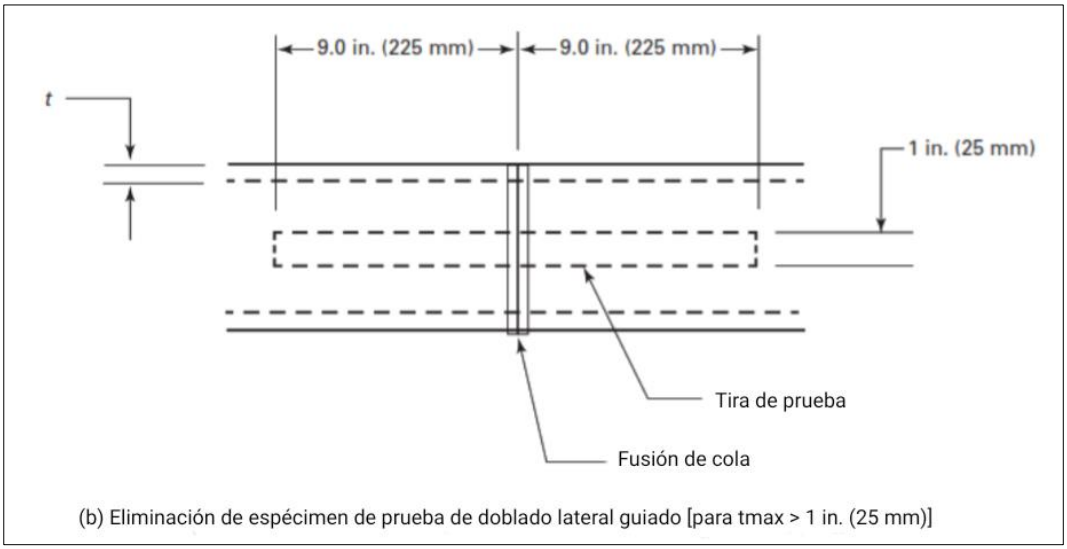


Figura 18. Dimensiones de probeta para ensayo de doblez en tuberías HDPE, espesor de pared mayor a 25,4 mm
Fuente: Estándar ASME BPVC sección IX (2019)

- Se procederá de la siguiente manera:

- Las tiras se doblarán a un ángulo de 180 grados, una se dobla por la parte externa de la tira y la siguiente se dobla por la parte interna.
- Después del doblez se verifica que las costuras no presenten poros, rajaduras y/o imperfecciones visibles.
- Para doblar muestras de tubería con un espesor mayor, porque no se pueden doblar manualmente, se utilizará un equipo para su verificación en campo.



Figura 19. Ensayo de doblez en tuberías HDPE realizado en SERGEAR SAC.
Fuente: Elaboración propia

2.2.8.6. Ensayo de tracción en tuberías HDPE según ASME SECCIÓN IX

El ensayo de tracción se realiza bajo la norma ASME Sección IX, *Asme boiler and Pressure Vessel Code an International Code, PART Q*F *PLASTIC FUSING,* También se podría realizar bajo la norma ASTM D638 *(Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*). El laboratorio encargado emite el informe de aprobación o desaprobación correspondiente.

Tabla 6

Velocidad requerida para ensayo de tracción en tuberías HDPE.

Espesor de pared	Velocidad de prueba
≤ 1,25 in (32 mm)	6 in/sec (150 mm/s)
> 1,25 in (32 mm)	4 in/sec (100 mm/s)

Fuente: ASME Sección IX, Article XXI (2019)

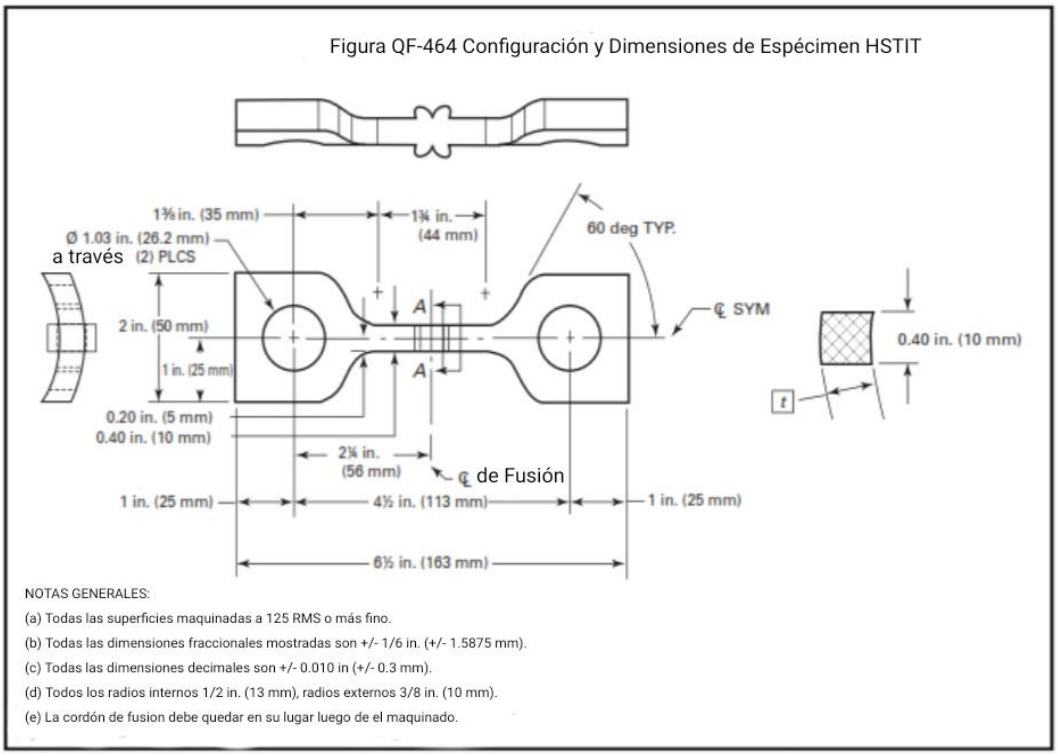


Figura 20. Dimensiones de probeta para ensayo de tracción en tuberías HDPE
Fuente: Estándar ASME BPVC sección IX (2019)



Figura 21. Muestras extraídas para ensayo de doblez y tracción en tuberías HDPE
Fuente: Elaboración propia

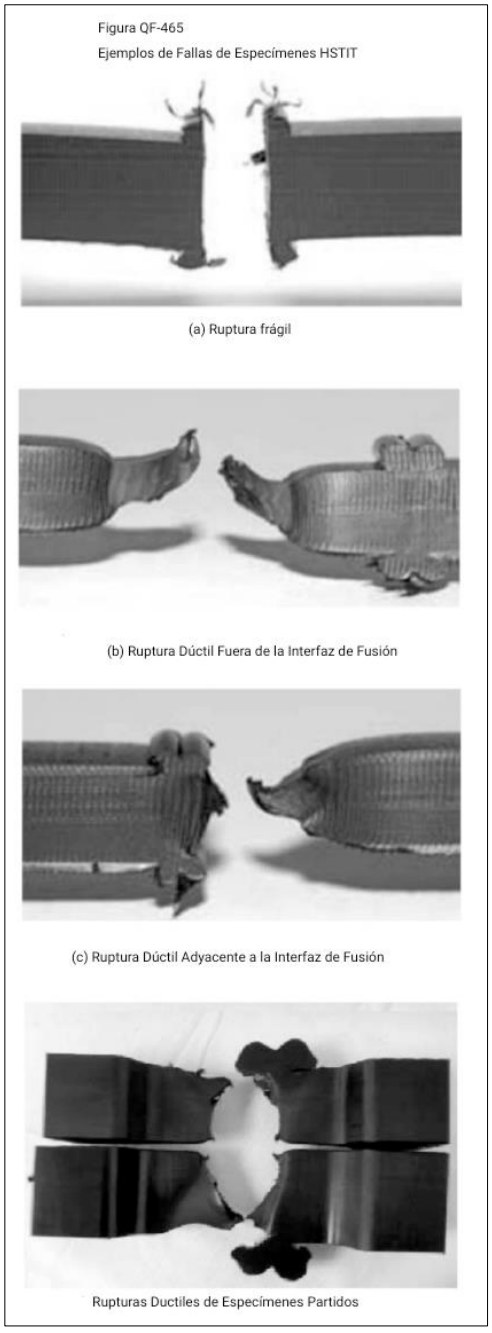


Figura 22. Criterios de aceptación para ensayo de tracción en tuberías HDPE
Fuente: Estándar ASME BPVC Sección IX (2019)

2.2.8.7. Aplicaciones del uso de tuberías HDPE

Minería: Plantas de flotación, lixiviación, biolixiviación, extracción por solventes, conducción de petróleos y gases.

Agricultura: Para el transporte de agua, para bebederos de animales y riego por aspersión, etc.

Industria química: En la conducción de soluciones ácidas y alcalinas, además también para la conducción de productos químicos, sistema contra incendios.

Área sanitaria: Para el transporte de agua potable, conducción de aguas servidas en lo profundo del mar.

Industria en general: Para el transporte de gas, protección de cables eléctricos, también para el transporte de aire comprimido (https://www.cidelsa.com/es/prod2/estructuradas-de-hdpe/).



Figura 23. Tuberías enterradas Ø6" HDPE para transporte de ácido débil – proyecto realizado por la empresa SERGEAR SAC.
Fuente: Elaboración propia

2.2.8.8. Ventajas de utilizar tuberías HDPE

- Buena resistencia a la abrasión
- Estabilidad ante la variación de temperatura constante
- Estabilidad a la intemperie
- No es tóxico, normal puede trasladar agua
- Servicio a largo plazo, tiene buena vida útil
- Tiene buena resistencia química



Figura 24. Tuberías Ø6” expuestas HDPE para transporte de ácido débil – proyecto realizado por la empresa SERGEAR SAC
Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Tuberías Ø36” HDPE para transporte de agua fresca– proyecto realizado por la empresa SERGEAR SAC en Cuajone SPCC
Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Datalogger DL6 McELROY– proyecto realizado por la empresa SERGEAR SAC en Cuajone SPCC.
Fuente: Elaboración propia

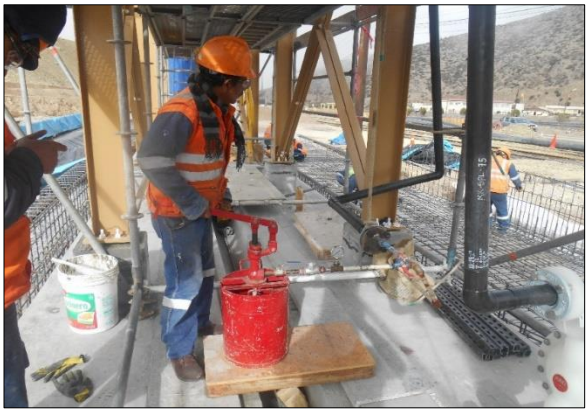


Figura 27. Prueba hidrostática en sistemas de tuberías – proyecto realizado por la empresa SERGEAR SAC en Cuajone SPCC**.**
Fuente: Elaboración propia

2.2.9. Estándar ASME sección V

Esta norma aplicada en el presente trabajo contiene los requisitos y métodos de análisis no destructivos (END), que vendrían a ser los requisitos del Código. Estos procedimientos para la evaluación tienen como objetivo primordial ayudar en la detección de imperfecciones internas y superficiales en soldaduras, diferentes piezas fabricadas, etc. Para esto se realizan diferentes ensayos tales como el examen radiográfico (RT), examen por ultrasonido (UT), el examen de líquidos penetrantes (PT), partículas magnéticas (MT), el examen de Foucault (ET), el examen visual (VT), pruebas de fugas (LT), y el examen de emisión acústica, los cuales están involucrados en la norma ASME V.

(http://proyectopiping.blogspot.com/2014/12/asme-seccion-v-descarga.html, 2014)

Tabla 7

Mínimo tiempo de penetración para ensayo PT.

Material	Forma	Tipo de discontinuidad	Tiempo de pausa [Nota (1)] (minutos) Penetrante
Aluminio, magnesio, acero, latón y bronce, titanio y aleaciones de alta temperatura	Moldes y soldaduras	Enfriamiento, porosidad, falta de fusión, rajaduras (de todo tipo)	5
	Materiales forjados - extrusiones, forjaduras, placas	Vueltas, rajaduras	10
Herramientas con punta de carburo	Soldado	Falta de fusión, porosidad, rajaduras	5
Plástico	Todas las formas	Rajaduras	5
Vidrio	Todas las formas	Rajaduras	5
Cerámica	Todas las formas	Rajaduras	5

Nota: (1) Para rangos de temperatura desde 50° F a 125° F (10°C a 52°C). Para temperaturas desde 40°F (5°C) hasta 50°F (10°C), el tiempo mínimo de pausa de penetrante será 2 veces la cantidad listada.

Fuente: Estándar ASME Sección V (2019)

Tabla 8

Requerimientos para elaboración de procedimientos en ensayo por partículas magnéticas MT.

Requisitos	Variable esencial	Variable no-esencial
Técnica magnetizante	X	-
Magnetizar el tipo actual de amperaje fuera del rango especificado por este Artículo o como previamente calificado	X	-
Preparación de la superficie	X	-
Partículas magnéticas (fluorescentes/ visibles, color, tamaño de la partícula, húmedo/ seco)	X	-
Método de aplicación de partículas	X	-
Intensidad mínima de luz	X	-
Capas existentes, mayores que el espesor demostrado	X	-
Mejora de contraste de superficie no-magnética	X	-
Demostración de funcionamiento, cuando sea requerido	X	-

Continuación de la tabla 8

Requisitos	Variable esencial	Variable no-esencial
Forma o tamaño del objeto de examinación	-	X
Equipamiento del mismo tipo	-	X
Temperatura (entre las especificadas por el fabricante o como previamente calificado)	-	X
Técnica desmagnetizadora	-	X
Técnica de limpieza post-examinación	-	X
Requisitos de calificación del personal	-	X

Fuente: Estándar ASME Sección V (2019)

Tabla 9

Requerimientos para elaboración de procedimientos en ensayo por Líquidos penetrantes PT.

Requisitos	Variable esencial	Variable no-esencial
Identificación de y cualquier cambio en tipo o grupo familiar de materiales penetrantes incluyendo reveladores, emulsificantes, etc.	X	-
Preparación de la superficie (acabado y limpiado, incluyendo el tipo de solvente limpiador)	X	-
Método de aplicado de penetrante	X	-
Método de eliminación de exceso de penetrante de superficie	X	-
Concentración de emulsificador hidrofílico o lipofílico y tiempo de pausa en tanques de inmersión y tiempo de agitado para emulsificantes hidrofílicos	X	-
Concentración de emulsificante hidrofílico en aplicaciones de spray	X	-
Método de aplicar revelador	X	-

Continuación de la tabla 9

Requisitos	Variable esencial	Variable no-esencial
Disminución de tiempo de pausa de penetrante	X	-
Aumento de tiempo de pausa de revelador (Tiempo de Interpretación)	X	-
Intensidad mínima de luz	X	-
Temperatura de superficie fuera de 40°F a 125°F (5°C a 52°C) o como previamente calificado	X	-
Demostración de funcionamiento, cuando sea requerido	X	-
Requisitos de calificación de personal	-	X
Materiales, formas o tamaño a ser examinados y la duración de la examinación	-	X
Técnica de limpieza post-examinación	-	X

Fuente: Estándar ASME Sección V (2019)

2.2.10. Estándar ASME sección VIII División 1

Este estándar es empleado para la fabricación de recipientes a presión, los cuales son contenedores cerrados que tienen la capacidad de acumular un líquido a presión manométrica, que puede ser interna o externa. Esta presión puede ser obtenida desde una fuente interna o externa, o por empleo de calor desde una fuente de manera directa o indirecta, o cualquier combinación de ellas.

Es importante su empleo en la fabricación de tanques de almacenamiento de acuerdo al estándar API 650, principalmente en la técnica de ensayos no destructivos, entre ellos, de partículas magnéticas, y tintes penetrantes.

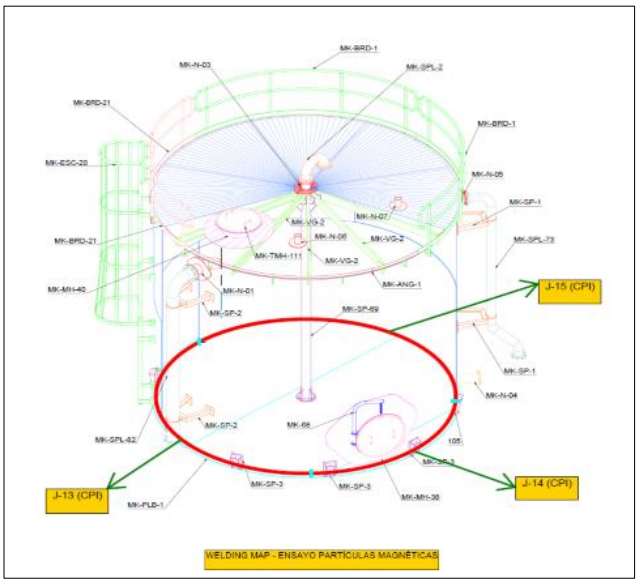


Figura 28. Welding map para ensayo de partículas magnéticas según ASME VIII DIV. 1
Fuente: Elaboración propia

2.2.11. Importancia de la calidad

Es importante conocer que la calidad es una condición que debe tener todo servicio, a fin de lograr mejor producción, para de esta forma ofrecer productos de alta calidad y destacar dentro de la competencia que la globalización impone.

Méndez, Julio (2013) sobre la calidad, menciona que “la importancia de la calidad se traduce como los beneficios obtenidos a partir de una mejor manera de hacer las cosas y buscar la satisfacción de los clientes, como pueden ser: la reducción de costos, presencia y permanencia en el mercado y la generación de empleos”.

- **Reducción de costos**

Otro de los aspectos que es inherente a la calidad, es el costo, por cuanto, al elevarse la eficacia del producto, la empresa tendrá menos reprocesos, y la organización ahorra nuevo presupuesto y tiempo. Las piezas que se descartaban serán utilizadas de manera sostenible y correcta, propiciando mayor utilidad.

- **Disminución en los precios**

Como consecuencia de la reducción de costos, generado por el control de calidad, por cuanto, se reduce el uso de materiales, por evitar los reprocesos, y por el menor desgaste humano debido a que no tienen que

trabajar en sobre tiempos, también favorece a que el nivel de productividad crezca considerablemente. El conjunto de lo expuesto, hará que la empresa pueda reducir su precio de oferta sin perder la calidad y se podrá obtener licitaciones a favor.

- **Presencia en el mercado**

Con un control estricto de calidad superior, sumando un precio competitivo, con productos innovadores, con mejores acabados, el mercado abrirá nuevas puertas y oportunidades a la marca, desarrollando un nivel alto de confianza hacia los productos fabricados o servicios que la empresa brinda, creando un marketing favorable a favor de la empresa.

- **Permanencia en el mercado**

La empresa tiene una mayor probabilidad de permanecer y mantenerse competitiva en el mercado con una cartera amplia de clientes fieles por la confianza que estas depositan en el producto ofertado, en base a productos de calidad.

2.2.12. Objetivos de la calidad

Colunga (1995) afirma “el objetivo fundamental y la motivación por el que se podría decir que la calidad existe, es el cumplimiento a cabalidad de todas las expectativas y necesidades de los clientes”. Por su parte, Mendez, Julio (2013) lo establece de la siguiente manera: “calidad es

satisfacer al cliente. ¿Cómo? Cumpliendo con los requerimientos y prestando un buen servicio. ¿Hasta dónde? Hasta donde la acción tomada ayude a la permanencia de la empresa en el mercado. Ese es el límite".

2.2.13. Sistema de gestión de calidad

Si una empresa tiene como objetivo permanecer en lugar expectante dentro del mercado, tiene que adoptar dentro de sus actividades de organización, el sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9001:2015 mediante el cual, podrá identificar sus objetivos y establecer los procesos y recursos necesarios para lograr mejores resultados. Además, quienes tienen a su cargo la dirección de la empresa, lograrán optimizar el uso de los recursos de forma racional, considerando las proyecciones a largo y corto plazo.

2.2.14. Desarrollo de un sistema de gestión de calidad

Un sistema de gestión de calidad tiene un sistema dinámico que va creciendo y mejorando a través del tiempo. Cada organización tiene tareas de gestión de la calidad, las cuales pueden estar planificadas o no formalmente. La norma ISO 9001:2015 facilita a una empresa al brindar pautas sobre cómo llevar a cabo un sistema correcto y formal para gestionar estas actividades donde es necesario establecer las diversas actividades previamente planificadas en la organización y su adecuación

relacionada siempre con el contexto de la misma. Para la aplicación del ISO 9001:2015 será necesario planificar y realizar trabajos que soporten peligros y oportunidades, exigencias que coadyuvan al logro de óptimos resultados, evitando resultados negativos. La orientación basada en esta norma proporcionará la adopción de decisiones considerando las amenazas, posibilidad de contingencias futuras y las consecuencias negativas en los objetivos de la empresa, que pueden afectar gravemente su economía.

2.2.15. Estructura de los sistemas de gestión

Los sistemas de gestión de calidad según la ISO 9001:2015, ya sea de manera individual o integrada, deben estructurarse y adaptarse al tipo, necesidades y a las características de cada empresa. Para ello, es importante poder definir claramente:

- La estructura organizativa de la empresa (incluyendo funciones, responsabilidades, líneas de autoridad y de comunicación).
- Los resultados que se pretende lograr como meta.
- Los procesos y actividades que realizan para cumplir con dicha finalidad.
- Establecer los procedimientos donde se explica cómo se van a ejecutar las actividades y las tareas para lograr cada objetivo.
- Tener conocimiento de todos los recursos con los cuales se dispone.

2.2.16. Principios de la gestión de la calidad

La norma internacional ISO 9001:2015 se basa en los principios de la gestión de la calidad mencionados en la norma ISO 9000. Estas delineaciones implican una manifestación de las normas, adicionalmente cuentan con un sustento fundado sobre la importancia de cada principio en el desarrollo de las empresas. ISO 9001 es una norma que cuenta con el respaldo de muchas organizaciones exitosas, que tienen como base los fundamentos para los sistemas de gestión de la calidad que marcan pautas para el avance de las organizaciones. Según la ISO 9001:2015 los principios de la gestión de la calidad vendrían a ser los siguientes:

- El enfoque al cliente, brindando satisfacción y superando sus expectativas.
- El liderazgo para el logro de objetivos.
- El compromiso de las personas competentes para alcanzar resultados.
- El enfoque a procesos gestionando actividades por procesos.
- La mejora reaccionando a los cambios e identificando oportunidades.
- La toma de decisiones basada en la evidencia, analizando datos e información confiable y cabal del sistema.
- La gestión de las relaciones (Traducción oficial ISO 9001:2015, 2015).

2.3. Definición de términos

Calidad

La calidad es traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente (Deming, W. 2013).

Juran, J. (2013) afirma que la calidad consiste en aquellas características de producto que se basan en las necesidades del cliente y que por eso brindan satisfacción del producto. Calidad consiste en libertad después de las deficiencias.

Ishikawa, K. (2013) sostiene: de manera somera calidad significa calidad del producto. Más específico, calidad es calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad de proceso, calidad de la gente, calidad del sistema, calidad de la compañía, calidad de objetivos, etc.

Trazabilidad:

Real Academia Española (2018) Posibilidad de identificar el origen y las diferentes etapas de un proceso de producción y distribución de bienes de consumo.

WPS

WPS es la abreviatura de *Welding Procedure Specification*, que traducido al español significa “Especificación del Procedimiento de Soldadura”, que es básicamente el documento escrito donde nos indica de forma completa de cómo realizar una exitosa unión soldada (variables como material base, material de aporte, posición, diseño de junta, temperaturas de pre y post calentamiento, progresión, técnica, etc. (http://soldaduracursos.blogspot.com/2018/02/significado-de-wps-pqr-y-wpqr.html, 2018)

PQR

PQR es la abreviatura de *Procedure Qualification Record*, que traducido al español significa “Registro de Calificación del Procedimiento”, para indicar que significa este documento, primero vamos a indicar que solo se utiliza cuando se realizan WPS que son calificados por ensayos, entonces iniciamos con lo que significa, como su nombre lo dice es un registro de calificación, es la etapa previa antes de desarrollar el procedimiento final WPS, aquí es donde proponemos las diferentes variables que se utilizan en la soldadura (material base, material de aporte, posición, diseño de junta, temperaturas de pre y post calentamiento, progresión, técnica, etc), todas estas propuestas salen del conocimiento y

experiencia de o las personas que están elaborando el PQR, una vez que se tiene una exitosa soldadura visual es que se extraen probetas para que sean ensayadas en un laboratorio, el tipo y cantidad de ensayos lo define el código o norma que están utilizando, después de obtener un resultado satisfactorio de estos ensayos, es que se procede a plasmar en un documento escrito estas variables utilizadas que inicialmente eran propuestas, ahora ya se vuelven las variables de soldadura calificadas que dicho de otro manera es el Registro de Calificación del Procedimiento PQR las cuales han generado una unión de soldadura exitosa.

(http://soldaduracursos.blogspot.com/2018/02/significado-de-wps-pqr-y-wpqr.html, 2018)

WPQR

WPQR es la abreviatura de *Welder Performance Qualification Record*, que traducido al español significa “Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador”, en términos simples es el documento escrito que demuestra que un soldador es calificado (conocido comúnmente como Homologado), este documento se obtiene después de que el soldador ha pasado satisfactoriamente una prueba práctica de habilidad para desarrollar un determinado WPS.

(http://soldaduracursos.blogspot.com/2018/02/significado-de-wps-pqr-y-wpqr.html, 2018).

Prueba hidrostática

Se da cuando se aplica una presión determinada a una línea de tuberías o s*pools* los cuales se encuentran fuera de operación, el valor de prueba se obtiene del diseño realizado por el área de ingeniería, todo esto con el fin de comprobar la hermeticidad de las tuberías, de todos los accesorios bridados y la soldadura en general, mayormente para esta prueba se utiliza agua u otro liquido no corrosivo. Existen diferentes códigos y normas que nos ayudan a establecer de forma precisa las prácticas recomendadas de cómo se debe realizar la prueba hidrostática (https://www.monografias.com/docs/Prueba-hidrost%C3%A1tica-F3DZVJUPJDG2Z, 2019).

Preparación de superficie

Es un tipo de limpieza superficial que utiliza una clase de abrasivo a presión para limpiar la superficie de un metal, mediante este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material que cubre dicho elemento. Al realizar este tratamiento sobre una superficie, ligeramente se crea una rugosidad sobre esta, el cual permite una correcta adherencia del recubrimiento a aplicar como protección debido al anclaje creado gracias a la preparación de superficie realizada (https://www.psm-dupont.com.mx/es/axalta/servicios/preparacion-de-superficies.html, 2019).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de la investigación

El tipo de estudio es descriptivo aplicado a la tecnología dentro del campo de calidad en la inspección técnica en la fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías.

El diseño de la presente investigación es de campo, de tipo observacional (no experimental), dado que no se modificará ninguna variable. Es longitudinal dado que los cambios se verán en el transcurso del tiempo es decir en un tiempo determinado, luego de implementar el sistema de control de calidad como propuesta.

3.2 Población y muestra

Población: La presente investigación se llevó a cabo en el taller planta de fabricación perteneciente a la empresa SERGEAR S.A.C., lo cual constituye la población de estudio en la investigación planteada, es importante destacar que la empresa fabrica diferentes elementos necesarios para varios proyectos que tiene en ejecución en los diferentes sectores minería, pesquería, metalmecánica, etc.

Muestra: Siendo estas las características de la población, se tomó como unidades de estudio solo las áreas de fabricación de tanques

verticales y sistemas de tuberías según se especifica en los límites y alcances del presente trabajo. Por consiguiente, en esta investigación, no se aplicarán criterios muestrales, se analizará y desarrollará el trabajo en base a los antecedentes exclusivamente en la fabricación de estos dos elementos.

3.3 Operacionalización de variables

3.3.1. Identificación de las variables

A. Variable dependiente

Inspecciones técnicas satisfactorias en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías.

B. Variable independiente

- Plan de control de calidad
- Procedimientos de control de calidad en la fabricación
- Registros de control de calidad en la fabricación
- Plan de puntos de inspección
- Matriz de control de calidad

3.3.2. Caracterización de las variables

A. Variable dependiente

La variable dependiente es el objeto de estudio sobre el cual se desarrolló el proyecto:

Inspecciones técnicas satisfactorios en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías. - Es una variable dependiente ya que es el objeto de estudio, de la cual dependerán otras variables.

B. Variable independiente

- **Plan de control de calidad. -** Es una variable independiente ya que establecer un correcto plan de control de calidad desde el inicio de la fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías asegurada los procedimientos de trabajo, recursos que están asociados y deben llevarse a cabo en cada proceso, quiénes son las personas responsables y cuándo deben aplicarse a un proyecto, proceso o contrato especifico.
- **Procedimientos de control de fabricación. -** Es una variable independiente ya que establecer un correcto procedimiento de control de calidad asegurada paso a paso las inspecciones técnicas en cada proceso de fabricación, ayudando a evitar en un gran porcentaje las inspecciones insatisfactorias.
- **Registros de control de calidad en la fabricación. -** Es una variable independiente ya que establecer un correcto Registro de control de calidad asegurada cada control específico en los procesos de fabricación, ayudando a tener una evidencia de la inspección técnica realizada, lo cual, ayudará poder continuar de forma segura con la siguiente actividad planificada.
- **Plan de puntos de inspección. -** Se considera variable independiente dado que una buena selección de puntos de inspección permite asegurar una correcta secuencia y orden en los controles de calidad a realizar en los procesos de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías.

- **Matriz de control de calidad. -** Es una variable independiente dado que una correcta elaboración de la matriz de control de calidad permitirá verificar el cumplimiento de cada inspección técnica programada en los procesos de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías.

3.4 Técnicas e instrumentos para recolección de datos

a) **Recopilación de la información:** Para verificar la realidad en la cual se encuentra la empresa SERGEAR S.A.C. en cuanto a la fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías, se acopió información sobre los resultados de las inspecciones técnicas realizadas en diferentes proyectos anteriores, viendo y restaurando errores e información que se detectaron en las matrices de control desarrolladas en la presente tesis, para de esta forma plantear mejores soluciones a tomar en cuenta para el sistema de control de calidad a desarrollar. También se tomó en cuenta las experiencias vividas por mi persona como supervisor de control de calidad, a lo largo de estos años se fue recopilando y creando herramientas necesarias para mejorar el control de calidad en la fabricación de estos elementos, gracias también a los conocimientos proporcionados por otros profesionales en el área, los cuales, fueron importantes para mi desarrollo profesional, teniendo en consideración

que se localizaron errores, pero estos sirvieron como lecciones aprendidas, además de mostrar los puntos que fueron optimizados, toda esta información fue seleccionada para lograr el objetivo final de la presente tesis.

b) **Observación directa de los procesos:** Seguidamente se observó cada uno de los procesos que se llevan a cabo en el taller de fabricación de la empresa para la fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías, hecho que ayudó a tener una visión más amplia de los pasos que se sigue para el control de calidad en la fabricación de los mismos, viendo las deficiencias y buscando las mejores soluciones oportunas para el sistema de control de calidad elaborado.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

- Software Microsoft Excel Versión 2016
- Análisis estadístico mediante el Chi cuadrado
- Diagramas de Operaciones del proceso (DOP)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Realización del diagnóstico de calidad

4.1.1. Identificación de los procesos en la empresa SERGEAR S.A.C.

Como parte inicial del presente trabajo se identificó todos los procesos que se realizan en planta de fabricación en la organización SERGEAR S.A.C., siendo los siguientes:

Procesos de dirección:

- Dirección estratégica
- Planificación gerencial
- Revisión gerencial
- Gestión de mejora

Procesos de operación:

- Comercialización
- Presupuestos
- Planeamiento y control de producción
- Oficina técnica
- Fabricación de tanques verticales
- Fabricación de sistemas de tuberías
- Fabricación de naves y plataformas estructurales

- Fabricaciones arquitectónicas estructurales
- Fabricaciones puentes estructurales
- Fabricación misceláneos
- Etapas de fabricación:
    - Recepción de material
    - Habilitado de piezas
    - Armado de piezas
    - Soldadura
    - Preparación superficial
    - Aplicación de recubrimientos
    - Montaje
    - Torqueo
- Inspección técnica (control de calidad)
    - Verificación de material
    - Control dimensional
    - Inspección de soldadura
    - Verificación de torque
    - Pruebas hidrostáticas/*flushing*
    - Inspección preparación superficial
    - Control de recubrimientos
    - Pruebas de adherencia

- Verificación topográfica
- Ensayos destructivos
- Ensayos no destructivos
- Verificación montaje e instalación

- Entrega de obra

Procesos de apoyo:

- Gestión administrativa financiera
- Gestión logística
- Gestión de recursos humanos
- Soporte de sistema de información (DTI)
- Control de documentos y registros
- Gestión y administración de equipos y herramientas
- Gestión y supervisión SSOMA
- Gestión de mantenimiento
- Gestión de almacenes

4.1.1.1. Mapa de procesos para la empresa SERGEAR S.A.C.

Luego de haber identificado cada proceso llevado a cabo en la empresa SERGEAR S.A.C. se procedió a elaborar el respectivo mapa de procesos para poder identificar las interrelaciones que existe entre cada uno de ellos, representada de forma gráfica **(Ver anexo 11).**

4.1.2. Toma de encuestas

Como parte del presente trabajo se realizó una encuesta con varias preguntas relacionadas a la presente investigación, donde se constató la falta de un sistema de control de calidad para la fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías en la empresa SERGEAR S.A.C.

Tabla 10

Encuesta sobre SCC en la empresa SERGEAR SAC

Encuesta- empresa Sergear SAC				
Nº	Pregunta	Jefe control de calidad	Encargado del área de producción	Comentarios encuestador
1	¿Durante la fabricación de tanques hay problemas de re-procesos por falta de un adecuado control de calidad?	si	si	no se tiene los procedimientos adecuados para el control de calidad
2	¿Durante la fabricación de spools (tuberías) hay problemas de re-procesos por falta de un adecuado control de calidad?	si	si	no se tiene los procedimientos adecuados para el control de calidad

Continuación de la tabla 10

Encuesta- empresa Sergear SAC				
Nº	Pregunta	Jefe control de calidad	Encargado del área de producción	Comentarios encuestador
3	¿La empresa cuenta con procedimientos de inspección de control de calidad para cada proceso de inspección en la fabricación de tanques y spools?	No en su totalidad, cuanta con algunos procedimientos pero no están completamente actualizados según normas	No	Solo se cuenta con escasos procedimientos los cuales no están actualizados, respecto a tanques no se tiene una base de dato, en tuberías es mínimo
4	¿La empresa cuenta con registros de inspección de control de calidad actualizados?	No en su totalidad	No en su totalidad	En cuanto a tanques y sistemas de tuberías, la empresa no cuenta con los formatos de registros para inspecciones en su totalidad
5	¿La empresa cuenta con una matriz de control de inspecciones estandarizado para sus fabricaciones?	No	No	No se encontró matriz estandarizada alguna en la empresa

Continuación de la tabla 10

Encuesta- empresa Sergear SAC				
Nº	Pregunta	Jefe control de calidad	Encargado del área de producción	Comentarios encuestador
6	¿La empresa cuenta con planes de puntos de inspección y ensayos en los diferentes procesos de fabricación de tanques?	No	No	-
7	¿La empresa cuenta con planes de puntos de inspección en los diferentes procesos de fabricación de sistemas de tuberías?	No	No	-
8	¿La empresa cuenta con un manual de calidad el cuál comprende los diferentes documentos para realizar un adecuado control de calidad (plan de calidad, procedimientos, etc.)?	No	No	No

Continuación de la tabla 10

Encuesta- empresa Sergear SAC				
Nº	Pregunta	Jefe control de calidad	Encargado del área de producción	Comentarios encuestador
9	¿La empresa cuenta con los equipos de medición necesarios para realizar todo tipo de control de calidad y estos se encuentran debidamente calibrados?	Sí, pero algunos están descalibrados	Si	Hace falta un mayor control, ya que hay algunos instrumentos que su calibración ya venció
10	¿La empresa cuenta con una biblioteca virtual y/o física de normas y estándares para la fabricación y control de tanques y tuberías de proceso?	No	No	No existe información en cuanto normas nacionales e internacionales para que el supervisor de calidad pueda investigar y realizar mejor el control

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se verificó que no existe un sistema de control de calidad en la empresa se comenzó con la revisión de la base de datos ya que, si bien, no se cuenta con el sistema de control integrado y completo, la empresa si cuenta con algunos documentos que son parte de este sistema, porque sí se viene realizando algunas inspecciones con algunos procedimientos y registros en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías, por lo cual, se obtuvo los siguientes resultados:

4.1.3. Revisión base de datos (Tanques)

Tabla 11

Revisión base de datos para tanques

Revisión de base de datos
procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC
fabricación tanques de almacenamiento bajo la API 650

Procedimientos	Si/no	Comentario	Registros	Si/no	Comentario
- Procedimiento de recepción de materiales y equipos de medición.	NO	-	- Registros de recepción de materiales	SI	DESACTUALIZADO
- Procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado.	SI	DESACTUALIZADO	- Registro de control de instrumentos de medición	NO	-

Continuación de la tabla 11

Revisión de base de datos
procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC
fabricación tanques de almacenamiento bajo la API 650

Procedimientos	Si/no	Comentario	Registros	Si/no	Comentario
- Procedimiento de inspección visual de soldadura.	NO	-	- Registro de control dimensional en el habilitado	SI	-
- Procedimiento de inspección por líquidos penetrantes.	NO	-	- Registro de control dimensional en el armado	SI	-
- Procedimiento de pruebas neumáticas en refuerzos de boquillas.	NO	-	- Registro de control de rolado en planchas	NO	-
- Procedimiento de pruebas de vacío en tanques	NO	-	- Registro de inspección visual de soldadura	SI	DESACTUALIZADO
- Procedimiento de inspección por partículas magnéticas	NO	-	- Registro de soldadores calificados	NO	-
- Procedimiento de inspecciones radiográficas en tanques	NO	-	- Registro de reparación de soldadura	NO	-

Continuación de la tabla 11

Revisión de base de datos
procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC
fabricación tanques de almacenamiento bajo la API 650

Procedimientos	Si/no	Comentario	Registros	Si/no	Comentario
- Procedimiento de control de verticalidad, redondez y asentamiento en tanques.	NO	-	- Registro Welding book	NO	-
- Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas	SI	DESACTUALIZADO	- Registro de inspección por líquidos penetrantes	SI	-
- Procedimiento de pruebas hidrostáticas en tanques	NO	-	- Registro de pruebas neumáticas en refuerzos de boquillas.	NO	-
- Procedimiento de preparación superficial	NO	-	- Registro de pruebas de vacío en tanques	NO	-

Continuación de la tabla 11

Revisión de base de datos
procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC
fabricación tanques de almacenamiento bajo la API 650

Procedimientos	Si/no	Comentario	Registros	Si/no	Comentario
- Procedimiento de aplicación de recubrimientos	NO	-	- Registro de inspección por partículas magnéticas	NO	-
- Procedimiento de prueba de adherencia en recubrimientos.	NO	-	- Registros de inspecciones radiográficas	NO	-
			- Registro de control de verticalidad, redondez y asentamiento en tanques	NO	-
			- Registro de ajuste torque en uniones empernadas.	SI	-
			- Registro de pruebas hidrostática en tanques	NO	-
			- Registro de preparación superficial	SI	-
			- Registro de preparadores, arenadores y pintores calificados	NO	-

Continuación de la tabla 11

Revisión de base de datos
procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC
fabricación tanques de almacenamiento bajo la API 650

Procedimientos	Si/no	Comentario	Registros	Si/no	Comentario
			- Registro de control en la aplicación de recubrimientos	NO	-
			- Registro de inspección final de recubrimiento.	SI	-
			- Registro de Prueba de adherencia en recubrimiento.	NO	-
			- Registro fotográfico	SI	-
			- Registro de control de boquillas y manholes en tanques de almacenamiento.	NO	-

Fuente: Elaboración propia

En esta revisión de datos se pudo verificar que la empresa SERGEAR S.A.C., para la fabricación de tanques de almacenamiento solo contaba con el procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado y el procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas (sólo contaba con dos procedimientos de 14 propuestos para el sistema de control de calidad a diseñar necesarios para las inspecciones técnicas en tanques según la norma API 650) cabe indicar que estos dos procedimientos estaban desactualizados.

En cuanto a formatos de registros para realizar las inspecciones de un total de 24 necesarios para el sistema de control de calidad que se está proponiendo, se contaban con 9, se resalta que algunos se encontraban desactualizados.

4.1.4. Revisión base de datos (Sistema de Tuberías)

Tabla 12

Revisión base de datos Tuberías

Revisión de base de datos procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC fabricación de tuberías (spools) bajo la ASME B31.3					
Procedimientos	**Si/no**	**Comentario**	**Registros**	**Si/no**	**Comentario**
- Procedimiento de recepción de materiales y equipos de medición.	NO	-	- Registros de recepción de materiales.	NO	-
- Procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado.	SI	DESACTUALIZADO	- Registro de recepción de tuberías.	NO	-
- Procedimiento de inspección visual de soldadura en tuberías.	NO	-	- Registros de recepción de accesorios para tuberías.	NO	-
- Procedimiento de inspección por líquidos penetrantes en tuberías.	NO	-	- Registro de control de instrumentos de medición	NO	-
- Procedimiento de inspecciones radiográficas en tuberías.	NO	-	- Registro de control dimensional en el habilitado	SI	-

Continuación de la tabla 12

Revisión de base de datos procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC fabricación de tuberías (spools) bajo la ASME B31.3					
Procedimientos	**Si/no**	**Comentario**	**Registros**	**Si/no**	**Comentario**
- Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas	NO	-	- Registro de control dimensional en el armado	SI	-
- Procedimiento de pruebas hidrostáticas y flushing en tuberías	NO	-	- Registro de inspección visual de soldadura	SI	DESACTUALIZADO
- Procedimiento de preparación superficial	NO	-	- Registro de soldadores calificados	NO	-
- Procedimiento de aplicación de recubrimientos	NO	-	- Registro de reparación de soldadura	NO	-
- Procedimiento de Prueba de adherencia en recubrimiento.	NO	-	- Registro Welding book para tuberías de acero	NO	-
- Procedimiento de montaje de sistemas de tuberías	NO	-	- Registro de inspección por líquidos penetrantes	SI	DESACTUALIZADO

Continuación de la tabla 12

Revisión de base de datos procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC fabricación de tuberías (spools) bajo la ASME B31.3					
Procedimientos	**Si/no**	**Comentario**	**Registros**	**Si/no**	**Comentario**
- Procedimiento de unión por termofusión e instalación de tuberías HDPE	NO	-	- Registros de inspecciones radiográficas	NO	-
			- Registro de ajuste torque en uniones empernadas.	NO	-
			- Registro de pruebas hidrostáticas en tuberías	SI	DESACTUALIZADO
			- Registro de flushing en tuberías.	NO	-
			- Registro de preparación superficial	SI	-
			- Registro de preparadores, arenadores y pintores calificados	NO	-

Continuación de la tabla 12

Revisión de base de datos procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC fabricación de tuberías (spools) bajo la ASME B31.3					
Procedimientos	**Si/no**	**Comentario**	**Registros**	**Si/no**	**Comentario**
			- Registro de control en la aplicación de recubrimientos	NO	-
			- Registro de inspección final de recubrimiento.	SI	-
			- Registro de Prueba de adherencia.	NO	-
			- Registro de liberación final de spools.	NO	-
			- Registro de calificación de procedimiento de termofusión	NO	-

Continuación de la tabla 12

Revisión de base de datos procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC fabricación de tuberías (spools) bajo la ASME B31.3					
Procedimientos	**Si/no**	**Comentario**	**Registros**	**Si/no**	**Comentario**
			- Registro de calificación de operador para unión por termofusión	SI	DESACTUALIZADO
			- Registro de ensayo de doblez en tuberías HDPE.	NO	-
			- Registro de inspección visual de juntas HDPE.	SI	DESACTUALIZADO
			- Registro de instalación de tuberías HDPE.	SI	DESACTUALIZADO
			- Registro Welding book para tuberías HDPE	NO	-
			- Registro fotográfico	NO	-

Continuación de la tabla 12

Revisión de base de datos procedimientos y registros existentes en la empresa Sergear SAC fabricación de tuberías (spools) bajo la ASME B31.3					
Procedimientos	**Si/no**	**Comentario**	**Registros**	**Si/no**	**Comentario**
			- Registro control topográfico	NO	-
			- Registro liberación de líneas	NO	-
			- Registro montaje de equipos e instrumentos	NO	-
			- Registro montaje de soportes	NO	-

Fuente: Elaboración propia

En esta revisión de datos se pudo verificar que la empresa SERGEAR SAC., para la fabricación de sistemas de tuberías de acero y HDPE solo contaba con el procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado (sólo se contaba con 1 procedimiento de 12 propuestos para el sistema de control de calidad a diseñar necesarios para realizar las inspecciones técnicas de control de calidad en sistemas de tuberías). Es necesario señalar que este procedimiento se encontraba desactualizado.

En cuanto a formatos de registros para realizar las inspecciones de un total de 32 necesarios para el sistema de control de calidad que se está proponiendo, se contaban con 10. Algunos estaban desactualizados, fuera de tiempo.

Con los 3 cuadros anteriores se pudo evidenciar que la empresa SERGEAR SAC., no cuenta con un sistema de control de calidad en la fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías, lo cual es muy importante. Dentro de un manual de calidad comprende: plan de gestión de calidad, control de documentos, matriz de control de calidad, plan de puntos de inspección y ensayos, procedimientos para inspecciones y registros para un correcto control de calidad.

4.1.5. Análisis de proyectos ejecutados sin un SCC (Tanques)

Se realizó un análisis riguroso a un proyecto ejecutado por la empresa SERGEAR SAC., donde se detectaron los errores en que incurrieron durante la fabricación de un tanque bajo la norma API 650, generando re-procesos, fallas que afectaron el tiempo de fabricación y económicamente a la empresa. En este proyecto no se utilizó el sistema de control de calidad propuesto en el presente trabajo, ver información del proyecto en el siguiente cuadro:

Tabla 13

Datos proyecto OT-718

	PROYECTO (OT-718)
NOMBRE DEL PROYECTO	"REEMPLAZO DE TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE EN QUEBRADA HONDA"
CLIENTE	SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION
UNIDAD MINERA	QUEBRADA HONDA-TACNA
N° PROYECTO CLIENTE	1230-124
CÓDIGO EJECUCIÓN PROYECTO SERGEAR SAC	OT-718
ELEMENTO FABRICADO	TANQUE ALMACENAMIENTO DE 25 000 GALONES
FLUIDO A ALMACENAR	AGUA POTABLE
FECHA CULMINACIÓN DE FABRICACIÓN	NOVIEMBRE 2018

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de las inspecciones técnicas en este proyecto, se utilizó la matriz de calidad para la fabricación de tanques elaborado en la propuesta del SCC **(Ver anexo 8)** obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 14

Porcentajes de avance de inspecciones Proyecto OT-718

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
1 **"REEMPLAZO DE TANQUE PARA ALAMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE EN QUEBRADA HONDA" (TANQUE DE 25 000 GALONES)**	**033**	registro de recepción de material y/o equipos (para tanques)	**100,0**	-	5
	034	registro de control de instrumentos de medición	**100,0**	-	0
	035	registro fotográfico	**21,95**	-	9
	036	registro control dimensional en el habilitado	**100,0**	-	26
	037	registro control dimensional en el armado	**100,0**	-	16
	038	registro de control de rolado de planchas	**100,0**	-	0
	039	registro de soldadores calificados	**0,0**	-	0
	040	registro de inspección visual de soldadura	**100,0**	-	38
	041	registro de reparación de soldadura	**100,0**	-	0
	042	registro welding book para juntas en tanques	**0,0**	-	0

Continuación de la tabla 14

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	043	registro de inspección por líquidos penetrantes	**100,0**	-	34
	044	registro de prueba neumática en planchas de refuerzo	**100,0**	-	0
	045	registro de prueba de vacío en tanques de almacenamiento	**100,0**	-	0
	046	registro de inspección por partículas magnéticas	**100,0**	-	0
	047	registro de inspección radiográfica en tanques de almacenamiento	**100,0**	-	0
	048	registro de control de verticalidad, redondez y fundación en tanques	**0,0**	-	0
	049	registro de control dimensional en boquillas, manholes y desviaciones	**16,67**	-	0
	050	registro de ajuste de pernos y torqueo	**0,0**	-	0

Continuación de la tabla 14

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	051	registro de prueba hidrostática en tanques de almacenamiento	**0,0**	-	4
	052	registro de preparación superficial	**100,0**	-	0
	053	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	**100,0**	-	0
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	**0,0**	-	0
	055	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	**100,0**	-	4
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	**0,0**	-	0
	055	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	**100,0**	-	4
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	**0,0**	-	0

Continuación de la tabla 14

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	055	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	**100,0**	-	4
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	**0,0**	-	0
	055	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	**100,0**	-	3
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	**0,0**	-	0
	055	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	**100,0**	-	3
	056	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	**0,0**	-	0
		TOTAL	58,39	cantidad registros entregable 1	150

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Resultados análisis proyecto OT-718

Proyecto		N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
1	"REEMPLAZO DE TANQUE PARA ALAMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE EN QUEBRADA HONDA" (TANQUE DE 25 000 GALONES)	**033**	registro de recepción de material y/o equipos (para tanques)	16	16	0	1	10	5
		034	registro de control de instrumentos de medición	4	4	0	1	2	1
		035	registro fotográfico	41	9	32	0	0	9
		036	registro control dimensional en el habilitado	26	26	0	4	9	13
		037	registro control dimensional en el armado	16	16	0	3	0	13
		038	registro de control de rolado de planchas	9	9	0	3	2	4
		039	registro de soldadores calificados	38	0	38	0	0	0
		040	registro de inspección visual de soldadura	38	38	0	18	0	20
		041	registro de reparación de soldadura	18	18	0	0	5	13
		042	registro welding book para juntas en tanques	38	0	38	0	0	0
		043	registro de inspección por liquidos penetrantes	34	34	0	7	3	24
		044	registro de prueba neumática en planchas de refuerzo	9	9	0	3	0	6

Continuación de la tabla 15

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	045	registro de prueba de vacío en tanques de almacenamiento	2	2	0	0	1	1
	046	registro de inspección por partículas magnéticas	3	3	0	0	0	3
	047	registro de inspección radiográfica en tanques de almacenamiento	9	9	0	3	0	6
	048	registro de control de verticalidad, redondez y fundación en tanques	1	0	1	0	0	0
	049	registro de control dimensional en boquillas, manholes y desviaciones	18	3	15	3	0	0
	050	registro de ajuste de pernos y torqueo	9	0	9	0	0	0
	051	registro de prueba hidrostática en tanques de almacenamiento	11	0	11	0	0	0
	052	registro de preparación superficial	16	16	0	2	5	9
	053	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	16	16	0	0	0	16
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	16	0	16	0	0	0
	055	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	16	16	0	5	0	11

Continuación de la tabla 15

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	16	0	16	0	0	0
	055	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	16	16	0	2	5	9
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	16	0	16	0	0	0
	055	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	16	16	0	6	0	10
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	3	0	3	0	0	0
	055	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	3	3	0	1	0	2
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	3	0	3	0	0	0
	055	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	3	3	0	2	0	1
	056	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	3	0	3	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Resumen de análisis proyecto OT-718

OT-718 (QUEBRADA HONDA)		
		TOTAL
IQ REG (IR/IP)	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	282
	TOTAL INSPECCIONES NO PROGRAMADAS	201
	IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS (LO QUE SE DEBIÓ PROGRAMAR)	483
IQ CON (ver Notas)	(n1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	64
	(n2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	42
	(n3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	176
	CANT. DE REGISTROS GENERADOS	150
	% AVANCE total	58

Fuente: Elaboración propia

Donde:

n1=(N+) MAYORES: Son las inspecciones insatisfactorias mayores donde el levantamiento de la observación o error puede durar de 2 horas a 24 horas, requiere insumos, equipos, horas/hombre, generando re-procesos, cabe resaltar que está observación impide seguir con la siguiente etapa en el proceso de fabricación del elemento (detiene el trabajo). Es muy importante señalar que los tiempos dados fueron tomados en campo y se está considerando un promedio aproximado según la experiencia obtenida.

n2=(N-) MENORES: Son las inspecciones insatisfactorias menores donde el levantamiento de la observación o error puede durar de 30 minutos a 2 horas, requiere pocos insumos, equipos, horas/hombre. Cabe indicar que esta observación no impide seguir con la siguiente etapa en el proceso de fabricación del elemento. Es importante señalar que los tiempos dados fueron tomados en campo y se está considerando un promedio aproximado según la experiencia obtenida.

En el análisis de este proyecto se pudo evidenciar los siguientes problemas más resaltantes:

- Primero, se evidenció que en total se tuvieron que programar 483 inspecciones técnicas al inicio del proyecto para realizar un correcto control de calidad, pero sólo se realizaron 282 inspecciones faltando realizar 201 inspecciones.
- También se pudo ver que, por la falta de procedimientos y Registros de control de calidad, no se realizaron varias inspecciones requeridas según la norma API 650 en la fabricación de tanques de almacenamiento.
- Por falta de un manual de calidad con procedimientos a seguir para realizar un control de calidad correcto en la fabricación de tanques, se

evidenció varias inspecciones insatisfactorias mayores y menores, representando el 22,70 % y 14,89 % respectivamente, del 100 % de las inspecciones realizadas solo un 62,41 % fue satisfactorio. Los cuales generan pérdida de tiempo, y prestigio a la empresa SERGEAR SAC. en la fabricación de tanques verticales.

- Solo se realizó un 58 % del total de inspecciones que se debieron realizar durante todo el proyecto, Esto conlleva a la insatisfacción de nuestro cliente al presentar el Dossier final de la fabricación de tanques verticales, ya que esté se encuentra incompleto.

4.1.6. Análisis de proyectos ejecutados sin un SCC (sistemas de tuberías)

Se realizó un análisis riguroso a 2 proyectos ejecutados por la empresa SERGEAR SAC, donde se detectaron errores que se cometieron durante la fabricación de sistemas de tuberías de acero ASTM A53-B y tuberías HDPE, generando re-procesos, los cuales afectaron en el tiempo de fabricación y económicamente a la empresa, En estos proyectos no se utilizó el sistema de control de calidad propuesto en el presente trabajo, ver información de los proyectos analizados en el siguiente cuadro:

Tabla 17

Datos Proyectos OT-700 y OT-665

	PROYECTO (OT-700)	**PROYECTO (OT-665)**
NOMBRE DEL PROYECTO	"REUBICACIÓN DE FACILIDADES FASE I"	"TRANSPORTE DE ÁCIDO DÉBIL DE FUNDICIÓN A LESDE - ÁREA TOQUEPALA"
CLIENTE	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE	SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION
UNIDAD MINERA	AREQUIPA	TOQUEPALA-TACNA
N° PROYECTO CLIENTE	-	3853-04
CÓDIGO EJECUCIÓN PROYECTO SERGEAR SAC	OT-700	OT-665
ELEMENTO FABRICADO	SISTEMA DE TUBERÍAS DE ACERO AL CARBONO ASTM A53-B	SISTEMA DE TUBERÍAS DE ACERO AL CARBONO ASTM A53-B Y TUBERÍAS HDPE
FLUIDO A TRANSPORTAR	AGUA RECUPERADA	AIRE (ACERO), ÁCIDO DÉBIL (HDPE)
FECHA CULMINACIÓN DE FABRICACIÓN	JUNIO 2018	MAYO 2018

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de las inspecciones técnicas en este proyecto, se utilizó la matriz de calidad para la fabricación de sistemas de tuberías elaborado en el SCC propuesto **(Ver anexo 8)** obteniendo los siguientes resultados:

Proyecto OT-665

Tabla 18

Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-665

Proyecto		N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
1	"TRANSPORTE DE ÁCIDO DÉBIL DE FUNDICIÓN A LESDE - ÁREA TOQUEPALA"	**001**	registro de recepción de material y/o equipos	**14,89**	-	0
		002	registro de recepción de tuberías	**7,69**	-	0
		003	registro de recepción de accesorios para tuberías	**14,0**	-	0
		004	registro de control de instrumentos de medición	**100,0**	-	0
		005	registro fotográfico	**0,0**	-	0
		006	registro control dimensional en el habilitado	**100,0**	-	41
		007	registro control dimensional en el armado	**100,0**	-	41

Continuación de la tabla 18

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	008	registro de lista de soldadores	**0,00**	-	0
	009	registro de inspección visual de soldadura	**100,0**	-	31
	010	registro de reparación de soldadura	**100,0**	-	0
	011	registro welding book para tuberías	**0,0**	-	0
	012	registro de inspección por liquidos penetrantes	**100,0**	-	20
	013	registro de inspeccion radiografica en tuberías de acero	**0,0**	-	0
	014	registro general de ajuste y torque	**0,0**	-	0
	015	registro de flushing en tuberías	**0,0**	-	0
	016	registro de prueba hidrostática	**100,0**	-	50

Continuación de la tabla 18

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	017	registro de preparación superficial	**100,0**	-	41
	018	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	**100,0**	-	0
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	**0,0**	-	0
	020	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	**100,0**	-	41
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	**0,0**	-	41
	020	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	**100,0**	-	41
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	**0,0**	-	0
	020	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	**100,0**	-	41

Continuación de la tabla 18

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	021	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	**0,0**	-	0
	022	registro de control topográfico	**20,0**	-	0
	023	registro de liberación de spools	**22,0**	-	0
	024	registro de inspección de montaje e instalación de equipos	**7,69**	-	0
	025	registro de montaje y liberación de líneas	**21,21**	-	0
	026	registro de montaje de soportes	**33,33**	-	0
	027	registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión	**0,0**	-	0
	028	registro de calificación de de operador soldadura por termofusión	**100,0**	-	4
	029	registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión	**0,0**	-	0

Continuación de la tabla 18

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	030	registro de inspección visual de juntas de hdpe	**100,0**	-	32
	031	registro de instalación de tuberías hdpe	**100,0**	-	32
	032	registro welding book-tuberías hdpe termofusión	**0,0**	-	0
		TOTAL	44,72	Cantidad Registros entregable 1	456

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Resultados análisis proyecto OT-665

Proyecto		N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
1	"TRANSPORTE DE ÁCIDO DÉBIL DE FUNDICIÓN A LESDE - ÁREA TOQUEPALA"	**001**	registro de recepción de material y/o equipos	47	7	40	4	3	0
		002	registro de recepción de tuberías	52	4	48	3	1	0
		003	registro de recepción de accesorios para tuberías	50	7	43	3	4	0
		004	registro de control de instrumentos de medición	8	8	0	8	0	0
		005	registro fotográfico	52	0	52	0	0	0
		006	registro control dimensional en el habilitado	41	41	0	4	7	30
		007	registro control dimensional en el armado	41	41	0	11	1	29
		008	registro de lista de soldadores	2	0	2	0	0	0
		009	registro de inspección visual de soldadura	41	41	0	9	5	27
		010	registro de reparación de soldadura	13	13	0	0	0	13
		011	registro welding book para tuberías	20	0	20	0	0	0
		012	registro de inspección por liquidos penetrantes	20	20	0	4	0	16
		013	registro de inspeccion radiografica en tuberías de acero	4	0	4	0	0	0

Continuación de la tabla 19

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	014	registro general de ajuste y torque	50	0	50	0	0	0
	015	registro de flushing en tuberías	50	0	50	0	0	0
	016	registro de prueba hidrostática	50	50	0	8	6	36
	017	registro de preparación superficial	41	41	0	5	6	30
	018	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	31	31	0	0	0	31
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	41	0	41	0	0	0
	020	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	41	41	0	9	5	27
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	41	0	41	0	0	0
	020	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	41	41	0	6	7	28
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	41	0	41	0	0	0
	020	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	41	41	0	11	3	27

Continuación de la tabla 19

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	021	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	3	0	3	0	0	0
	022	registro de control topográfico	20	4	16	4	0	0
	023	registro de liberación de spools	50	11	39	6	5	0
	024	registro de inspección de montaje e instalación de equipos	26	2	24	0	2	0
	025	registro de montaje y liberación de líneas	99	21	78	9	12	0
	026	registro de montaje de soportes	21	7	14	4	3	0
	027	registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión	32	0	32	0	0	0
	028	registro de calificación de operador soldadura por termofusión	32	32	0	2	1	29
	029	registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión	32	0	32	0	0	0
	030	registro de inspección visual de juntas de hdpe	32	32	0	8	4	20
	031	registro de instalación de tuberías hdpe	32	32	0	5	3	24
	032	registro welding book-tuberías hdpe termofusión	32	0	32	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Resumen de análisis proyecto OT-665

OT-665 (TOQUEPALA)		
		TOTAL
IQ REG (IR/IP)	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	568
	TOTAL INSPECCIONES NO PROGRAMADAS	702
	IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS (LO QUE SE DEBIÓ PROGRAMAR)	1270
IQ CON (ver Notas)	(n1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	123
	(n2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	78
	(n3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	367
	CANT. DE REGISTROS GENERADOS	456
	% AVANCE total	45

Fuente: Elaboración propia

Proyecto OT-700

Tabla 21

Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-700

Proyecto		N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
1	"REUBICACIÓN DE FACILIDADES FASE I" SMCV	**001**	registro de recepción de material y/o equipos	**0,0**	-	0
		002	registro de recepción de tuberías	**0,0**	-	0
		003	registro de recepción de accesorios para tuberías	**13,04**	-	0
		004	registro de control de instrumentos de medición	**100,0**	-	0
		005	registro fotográfico	**0,0**	-	0
		006	registro control dimensional en el habilitado	**100,0**	-	46
		007	registro control dimensional en el armado	**100,0**	-	46
		008	registro de lista de soldadores	**0,0**	-	0
		009	registro de inspección visual de soldadura	**100,0**	-	33

Continuación de la tabla 21

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	010	registro de reparación de soldadura	**100,0**	-	0
	011	registro welding book para tuberías	**0,0**	-	0
	012	registro de inspección por liquidos penetrantes	**100,0**	-	33
	013	registro de inspeccion radiografica en tuberías de acero	**100,0**	-	11
	014	registro general de ajuste y torque	**0,0**	-	0
	015	registro de flushing en tuberías	**0,0**	-	0
	016	registro de prueba hidrostática	**100,0**	-	3
	017	registro de preparación superficial	**100,0**	-	46
	018	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	**100,0**	-	0

Continuación de la tabla 21

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	**0,0**	-	0
	020	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	**100,0**	-	46
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	**0,0**	-	46
	020	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	**100,0**	-	46
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	**0,0**	-	0
	020	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	**100,0**	-	46
	021	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	**100,0**	-	0
	022	registro de control topográfico	**0,0**	-	0

Continuación de la tabla 21

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	023	registro de liberación de spools	**0,0**	-	0
	024	registro de inspección de montaje e instalación de equipos	**0,0**	-	0
	025	registro de montaje y liberación de líneas	**0,0**	-	0
	026	registro de montaje de soportes	**0,0**	-	0
	027	registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión	**0,0**	-	0
	028	registro de calificación de operador soldadura por termofusión	**0,0**	-	0
	029	registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión	**0,0**	-	0
	030	registro de inspección visual de juntas de hdpe	**0,0**	-	0
	031	registro de instalación de tuberías hdpe	**0,0**	-	0

Continuación de la tabla 21

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	032	registro welding book-tuberías hdpe termofusión	**0,0**	-	0
		TOTAL	54,12	Cantidad Registros entregable 1	402

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Resultado análisis Proyecto OT-700

Proyecto		N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
1	"REUBICACIÓN DE FACILIDADES FASE I" SMCV	**001**	registro de recepción de material y/o equipos	2	0	2	0	0	0
		002	registro de recepción de tuberías	2	0	2	0	0	0
		003	registro de recepción de accesorios para tuberías	46	6	40	6	0	0
		004	registro de control de instrumentos de medición	1	1	0	1	0	0
		005	registro fotográfico	46	0	46	0	0	0
		006	registro control dimensional en el habilitado	46	46	0	0	0	46
		007	registro control dimensional en el armado	46	46	0	0	0	46
		008	registro de lista de soldadores	2	0	2	0	0	0
		009	registro de inspección visual de soldadura	33	33	0	5	5	23
		010	registro de reparación de soldadura	14	14	0	0	0	14
		011	registro welding book para tuberías	46	0	46	0	0	0
		012	registro de inspección por liquidos penetrantes	33	33	0	5	4	24
		013	registro de inspeccion radiografica en tuberías de acero	11	11	0	6	0	5

Continuación de la tabla 22

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	014	registro general de ajuste y torque	31	0	31	0	0	0
	015	registro de flushing en tuberías	31	0	31	0	0	0
	016	registro de prueba hidrostática	31	31	0	0	11	20
	017	registro de preparación superficial	46	46	0	7	5	34
	018	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	46	46	0	0	25	21
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	46	0	46	0	0	0
	020	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	46	46	0	9	2	35
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	46	0	46	0	0	0
	020	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	46	46	0	9	2	35
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	46	0	46	0	0	0
	020	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	46	46	0	10	0	36

Continuación de la tabla 22

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	021	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	2	2	0	0	0	2
	022	registro de control topográfico	0	0	0	0	0	0
	023	registro de liberación de spools	46	0	46	0	0	0
	024	registro de inspección de montaje e instalación de equipos	0	0	0	0	0	0
	025	registro de montaje y liberación de líneas	0	0	0	0	0	0
	026	registro de montaje de soportes	0	0	0	0	0	0
	027	registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión	0	0	0	0	0	0
	028	registro de calificación de de operador soldadura por termofusión	0	0	0	0	0	0
	029	registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión	0	0	0	0	0	0
	030	registro de inspección visual de juntas de hdpe	0	0	0	0	0	0
	031	registro de instalación de tuberías hdpe	0	0	0	0	0	0
	032	registro welding book-tuberías hdpe termofusión	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Resumen de análisis Proyecto OT-700

OT-700 (SMCV AREQUIPA)		
		TOTAL
IQ REG (IR/IP)	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	453
	TOTAL INSPECCIONES NO PROGRAMADAS	384
	IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS (LO QUE SE DEBIÓ PROGRAMAR)	837
IQ CON (ver Notas)	(n1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	58
	(n2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	54
	(n3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	341
	CANT. DE REGISTROS GENERADOS	402
	% AVANCE total	54

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de estos 2 proyectos se pudo evidenciar los siguientes problemas más resaltantes:

- En el proyecto OT-665 se evidenció que en total se tuvo que programar 1270 inspecciones técnicas al inicio del proyecto para realizar un correcto control de calidad en la fabricación de sistemas de tuberías, pero solo se realizaron 568 inspecciones faltando realizar 702 inspecciones.
- En el proyecto OT-700 se comprobó que en total se tuvo que programar 837 inspecciones técnicas al inicio del proyecto para realizar un correcto control de calidad en la fabricación de sistemas de tuberías, pero solo se realizaron 453 inspecciones faltando realizar 384 inspecciones.
- También se pudo ver que, por la falta de procedimientos y Registros de control de calidad, no se realizaron varias inspecciones requeridas en la fabricación de sistemas de tuberías en ambos proyectos, generando errores durante la etapa de fabricación.
- Por falta de un manual de calidad con procedimientos a seguir para realizar un control de calidad correcto en la fabricación de sistemas de tuberías se evidenció varias inspecciones insatisfactorias mayores y menores, representando en el proyecto OT-665 el 21,65 % y 13,73 % respectivamente, del 100 % de las inspecciones realizadas solo un 64,61 % fue satisfactorio. En el proyecto OT-700 también se evidenció varias inspecciones insatisfactorias mayores y menores, representando el 12,80

% y 11,92 % respectivamente, del 100 % de las inspecciones realizadas solo un 75,28 % fue satisfactorio. En ambos proyectos se generó pérdida de tiempo y desprestigio a la empresa SERGEAR SAC., en la fabricación de sistemas de tuberías.

- Solo se realizó un 45 % y 54 % del total de inspecciones que se debieron realizar durante los 2 proyectos. Esto provocó la insatisfacción del cliente al presentar el Dossier final de la fabricación de los sistemas de fabricación, porque estaba incompleto.

4.2. Elaboración del manual de calidad (Tanques)

Como propuesta de diseño de un sistema de control de calidad en la fabricación de tanques de almacenamientos según el API 650 se procedió a la elaboración del manual de calidad. Para cumplir con este objetivo se elaboró los siguientes documentos para realizar un correcto control de calidad en cada proceso de inspección técnica durante la fabricación de tanques:

a) Plan de gestión de calidad **(Ver anexo 1)**
b) Procedimientos de control de documentos general **(Ver anexo 1)**
c) Procedimientos de control de calidad para la fabricación de Tanques **(Ver anexo 2)**

Tabla 24

Log procedimientos elaborados tanques

Item	Código	Rev	Nombre procedimiento	Área	Comentarios
			Procedimiento mecánicos		
1	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-013	0	procedimiento de recepción de materiales, codificación de materiales e instrumentos	calidad	-
2	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-014	0	procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado en tanques	calidad	-
3	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-015	0	procedimiento de inspección visual de soldadura en tanques de almacenamiento	calidad	-
4	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-016	0	procedimiento de inspección por tintes penetrantes en tanques de almacenamiento	calidad	-

Continuación de la tabla 24

Item	Código	Rev	Nombre procedimiento	Área	Comentarios
			Procedimiento mecánicos		
5	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-017	0	procedimiento para prueba neumática en planchas de refuerzo en tanques	calidad	-
6	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-018	0	procedimiento para prueba de vacío en tanques	calidad	-
7	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-019	0	procedimiento de inspección por partículas magnéticas en tanques de almacenamiento	calidad	-
8	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-020	0	procedimiento de inspecciones radiográficas en tanques de almacenamiento bajo api-650	calidad	-
9	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-021	0	procedimiento de control de verticalidad, redondez, desviaciones, fundamentos, boquillas y manholes en tanques de almacenamiento	calidad	-

Continuación de la tabla 24

Item	Código	Rev	Nombre procedimiento	Área	Comentarios
			Procedimiento mecánicos		
10	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-022	0	procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas	calidad	-
11	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-023	0	procedimiento para pruebas hidrostáticas en tanques de almacenamiento	calidad	-
12	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-024	0	procedimiento para preparación superficial en tanques	calidad	-
13	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-025	0	procedimiento para aplicación de recubrimientos en tanques	calidad	-
14	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-026	0	procedimiento para prueba de adherencia en recubrimientos en tanques	calidad	-

Fuente: Elaboración propia

d) Registros de control de calidad para la fabricación de Tanques **(Ver anexo 3)**

Tabla 25

Log registros elaborados tanques

Item	Código	Rev	Registros	Área	Comentarios
1	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-033	0	registro recepcion de material y/o equipos (para tanques)	calidad	-
2	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-034	0	registro de control de instrumentos de medición	calidad	-
3	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-035	0	registro fotográfico	calidad	-
4	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-036	0	registro de control dimensional en el habilitado	calidad	-
5	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-037	0	registro de control dimensional en el armado	calidad	-

Continuación de la tabla 25

Item	Código	Rev	Registros	Área	Comentarios
6	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-038	0	registro de control de rolado en planchas	calidad	-
7	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-039	0	registro de soldadores calificados	calidad	-
8	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-040	0	registro de inspección visual de soldadura	calidad	-
9	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-041	0	registro de reparación de soldadura	calidad	-
10	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-042	0	registro welding book para juntas en tanques	calidad	-

Continuación de la tabla 25

Item	Código	Rev	Registros	Área	Comentarios
11	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-043	0	registro de inspección por líquidos penetrantes	calidad	-
12	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-044	0	registro de prueba neumatica en planchas de refuerzo	calidad	-
13	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-045	0	registro de prueba de vacío en tanques de almacenamiento	calidad	-
14	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-046	0	registro de inspección por partículas magnéticas	calidad	-
15	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-047	0	registro de inspección radiográfica en tanques de almacenamiento	calidad	-

Continuación de la tabla 25

Item	Código	Rev	Registros	Área	Comentarios
16	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-048	0	registro de control de verticalidad, redondez y fundación en tanques.	calidad	-
17	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-049	0	registro de control dimensional en boquillas, manholes, y desviaciones	calidad	-
18	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-050	0	registro de ajuste de pernos y torqueo.	calidad	-
19	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-051	0	registro de prueba hidrostatica en tanques de almacenamiento	calidad	-
20	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-052	0	registro de preparación superficial	calidad	-

Continuación de la tabla 25

Item	Código	Rev	Registros	Área	Comentarios
21	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-053	0	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	calidad	-
22	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-054	0	registro de inspección de aplicación de pintura	calidad	-
23	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-055	0	registro de inspección final de recubrimiento	calidad	-
24	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-056	0	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	calidad	-

Fuente: Elaboración propia

e) Plan de puntos de inspección y ensayos para la fabricación de Tanques **(Ver anexo 6)**

f) Matriz de control de calidad para la fabricación de Tanques **(Ver anexo 6)**

4.3. Elaboración del manual de calidad (sistemas de tuberías)

Como propuesta de diseño de un sistema de control de calidad para la fabricación de sistemas de tuberías se procedió a la elaboración del manual de calidad. Para cumplir con este objetivo, se elaboraron los siguientes documentos para realizar un correcto control de calidad en cada inspección técnica durante la fabricación de sistemas de tuberías:

a) Plan de gestión de calidad **(Ver anexo 1)**
b) Procedimientos de control de documentos general **(Ver anexo 1)**
c) Procedimientos de control de calidad para la fabricación de Sistemas de tuberías de acero y HDPE **(Ver anexo 4)**

Tabla 26

Log procedimientos sistema de tuberías

Item	Código	Rev	Nombre procedimiento	Área	Comentarios
Procedimiento mecánicos tuberías de acero y hdpe					
1	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-001	0	procedimiento de recepcion de materiales e instrumentos de medición y codificación	calidad	-
2	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-002	0	procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado en sistemas de tuberías	calidad	-
3	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-003	0	procedimiento de inspección visual de soldadura	calidad	-
4	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-004	0	procedimiento de inspección por liquidos penetrantes	calidad	-

Continuación de la tabla 26

Item	Código	Rev	Nombre procedimiento	Área	Comentarios
Procedimiento mecánicos tuberías de acero y hdpe					
5	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-005	0	procedimiento de inspecciones radiográficas en tuberías de acero	calidad	-
6	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-006	0	procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas	calidad	-
7	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-007	0	procedimiento para pruebas hidrostáticas y flushing	calidad	-
8	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-008	0	procedimiento para preparación superficial	calidad	-
9	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-009	0	procedimiento para prueba de adherencia en recubrimientos	calidad	-

Continuación de la tabla 26

Item	Código	Rev	Nombre procedimiento	Área	Comentarios
Procedimiento mecánicos tuberías de acero y hdpe					
10	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-010	0	procedimiento para aplicación de recubrimientos	calidad	-
11	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-011	0	procedimiento de montaje de sistemas de tuberías	calidad	-
12	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-012	0	procedimiento para habilitación e instalación de tuberías hdpe	calidad	-

Fuente: Elaboración propia

d) Registros de control de calidad para la fabricación de sistemas de tuberías de acero y HDPE **(Ver anexo 5)**

Tabla 27

Log registros sistemas de tuberías

Item	Código	Rev	Registros	Área	Observaciones
1	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-001	0	registro recepcion de material y/o equipos	calidad	-
2	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-002	0	registro de recepción de tuberías	calidad	-
3	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-003	0	registro de recepción de accesorios para tuberías	calidad	-
4	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-004	0	registro de control de instrumentos de medición	calidad	-
5	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-005	0	registro fotográfico	calidad	-

Continuación de la tabla 27

Item	Código	Rev	Registros	Área	Observaciones
6	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-006	0	registro control dimensional en el habilitado.	calidad	-
7	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-007	0	registro control dimensional en el armado.	calidad	-
8	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-008	0	registro de lista de soldadores	calidad	-
9	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-009	0	registro de inspección visual de soldadura.	calidad	-
10	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-010	0	registro de reparación de soldadura.	calidad	-

Continuación de la tabla 27

Item	Código	Rev	Registros	Área	Observaciones
11	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-011	0	registro welding book para tuberías.	calidad	-
12	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-012	0	registro de inspección por liquidos penetrantes.	calidad	-
13	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-013	0	registro de inspección radiográfica en tuberías de acero.	calidad	-
14	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-014	0	registro general de ajuste y torque.	calidad	-
15	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-015	0	registro de flushing en tuberías	calidad	-

Continuación de la tabla 27

Item	Código	Rev	Registros	Área	Observaciones
16	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-016	0	registro de prueba hidrostática	calidad	-
17	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-017	0	registro de preparación superficial	calidad	-
18	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-018	0	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	calidad	-
19	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-019	0	registro de inspección de aplicación de pintura	calidad	-
20	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-020	0	registro de inspección final de recubrimiento	calidad	-

Continuación de la tabla 27

Item	Código	Rev	Registros	Área	Observaciones
21	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-021	0	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	calidad	-
22	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-022	0	registro de control topográfico	calidad	-
23	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-023	0	registro de liberación spools	calidad	-
24	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-024	0	registro de inspección de montaje e instalación de equipos	calidad	-
25	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-025	0	registro de montaje y liberación de líneas	calidad	-

Continuación de la tabla 27

Item	Código	Rev	Registros	Área	Observaciones
26	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-026	0	registro de montaje de soportes	calidad	-
27	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-027	0	registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión	calidad	-
28	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-028	0	registro de calificación de operador soldadura por termofusión	calidad	-
29	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-029	0	registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión	calidad	-
30	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-030	0	registro de inspección visual de juntas de hdpe	calidad	-

Continuación de la tabla 27

Item	Código	Rev	Registros	Área	Observaciones
31	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-031	0	registro de instalación de tuberías hdpe	calidad	-
32	Cod. CLIENTE: Cod. SERGEAR: SGC-C-REG-MEC-032	0	registro welding book - tuberías hdpe termofusión	calidad	-

Fuente: Elaboración propia

e) Plan de puntos de inspección y ensayos para la fabricación de sistemas de tuberías de acero y HDPE **(Ver anexo 7).**

f) Matriz de control de calidad para la fabricación de sistemas de tuberías de acero y HDPE **(Ver anexo 7).**

4.4. Análisis de proyectos ejecutados con un SCC (Tanques)

Una vez elaborado el sistema de control de calidad que comprende toda la documentación elaborada en el punto 4.2. para la fabricación de Tanques de almacenamiento según la norma API 650, se procedió a implementar el SCC para ejecutar los siguientes proyectos proponiendo el diseño realizado en el presente trabajo para realizar un control de calidad adecuado durante toda la etapa de fabricación de los siguientes tanques. En el siguiente cuadro se muestran los datos de los proyectos evaluados:

Tabla 28

Datos proyectos OT-737 y OT-749

	PROYECTO (OT-737)	**PROYECTO (OT-749)**
NOMBRE DEL PROYECTO	"REEMPLAZO DE TUBERÍA SUBMARINA DE COMBUSTIBLE - ETAPA II" ÁREA 3596 - SISTEMA DE ALMACENAJE DE COMBUSTIBLE"	"SISTEMA DE BOMBEO DE NASH DESDE TANQUES DE ALMACENAMIENTO A SALA DE PREPARACIÓN DE REACTIVOS DE PLANTA DE COBRE"
CLIENTE	SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION	SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION
UNIDAD MINERA	FUNDICIÓN-ILO	CUAJONE-MOQUEGUA
N° PROYECTO CLIENTE	3596-42	5868-015
CÓDIGO EJECUCIÓN PROYECTO SERGEAR SAC	OT-737	OT-749
ELEMENTO FABRICADO	TANQUE ALMACENAMIENTO DE 147 m3 (38 800 GALONES)	TANQUE ALMACENAMIENTO DE 2000 GALONES
FLUIDO A ALMACENAR	AGUA RECUPERADA	SULFHIDRATO DE SODIO (NaSH)
FECHA CULMINACIÓN DE FABRICACIÓN	JUNIO 2019	ENERO 2020

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de las inspecciones en estos proyectos se utilizó la matriz de calidad para fabricación de tanques elaborado en el SCC propuesto **(Ver anexo 9)** obteniendo los siguientes resultados:

Proyecto OT-737

Tabla 29

Porcentajes de avance de inspecciones Proyecto OT-737

Proyecto		N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
1	**"REEMPLAZO DE TUBERÍA SUBMARINA DE COMBUSTIBLE - ETAPA II" ÁREA 3596 - SISTEMA DE ALMACENAJE DE COMBUSTIBLE - FUNDICIÓN ILO (TANQUE DE 147 m3)**	**033**	registro de recepción de material y/o equipos (para tanques)	**100,0**	-	7
		034	registro de control de instrumentos de medición	**100,0**	-	1
		035	registro fotográfico	**100,0**	-	64
		036	registro control dimensional en el habilitado	**100,0**	-	39
		037	registro control dimensional en el armado	**100,0**	-	26
		038	registro de control de rolado de planchas	**100,0**	-	3
		039	registro de soldadores calificados	**100,0**	-	3

Continuación de la tabla 29

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	040	registro de inspección visual de soldadura	**100,0**	-	63
	041	registro de reparación de soldadura	**100,0**	-	2
	042	registro welding book para juntas en tanques	**100,0**	-	1
	043	registro de inspección por liquidos penetrantes	**100,0**	-	56
	044	registro de prueba neumática en planchas de refuerzo	**100,0**	-	16
	045	registro de prueba de vacío en tanques de almacenamiento	**100,0**	-	2
	046	registro de inspección por partículas magnéticas	**100,0**	-	4
	047	registro de inspección radiográfica en tanques de almacenamiento	**100,0**	-	24
	048	registro de control de verticalidad, redondez y fundación en tanques	**100,0**	-	1

Continuación de la tabla 29

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	049	registro de control dimensional en boquillas, manholes y desviaciones	**100,0**	-	17
	050	registro de ajuste de pernos y torqueo	**100,0**	-	2
	051	registro de prueba hidrostática en tanques de almacenamiento	**100,0**	-	6
	052	registro de preparación superficial	**100,0**	-	6
	053	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	**100,0**	-	6
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	**100,0**	-	6
	055	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	**100,0**	-	6
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	**100,0**	-	6
	055	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	**100,0**	-	6

Continuación de la tabla 29

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	**100,0**	-	6
	055	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	**100,0**	-	6
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	**100,0**	-	3
	055	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	**100,0**	-	3
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	**100,0**	-	3
	055	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	**100,0**	-	3
	056	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	**100,0**	-	1
		TOTAL	100,0	**CANT. REGISTROS ENTREGABLE 1**	398

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Resultados análisis proyecto OT-737

Proyecto		N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
1	"REEMPLAZO DE TUBERÍA SUBMARINA DE COMBUSTIBLE - ETAPA II" ÁREA 3596 - SISTEMA DE ALMACENAJE DE COMBUSTIBLE - FUNDICIÓN ILO (TANQUE DE 147 m3)	**033**	registro de recepción de material y/o equipos (para tanques)	23	23	0	0	3	20
		034	registro de control de instrumentos de medición	4	4	0	0	0	4
		035	registro fotográfico	64	64	0	0	0	64
		036	registro control dimensional en el habilitado	39	39	0	3	4	32
		037	registro control dimensional en el armado	26	26	0	1	1	24
		038	registro de control de rolado de planchas	15	15	0	0	0	15
		039	registro de soldadores calificados	63	63	0	0	0	63
		040	registro de inspección visual de soldadura	63	63	0	2	5	56
		041	registro de reparación de soldadura	2	2	0	0	0	2
		042	registro welding book para juntas en tanques	56	56	0	0	0	56
		043	registro de inspección por liquidos penetrantes	56	56	0	0	0	56
		044	registro de prueba neumática en planchas de refuerzo	16	16	0	0	0	16

Continuación de la tabla 30

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	045	registro de prueba de vacío en tanques de almacenamiento	2	2	0	0	0	2
	046	registro de inspección por partículas magnéticas	4	4	0	0	0	4
	047	registro de inspección radiográfica en tanques de almacenamiento	24	24	0	0	0	24
	048	registro de control de verticalidad, redondez y fundación en tanques	1	1	0	0	0	1
	049	registro de control dimensional en boquillas, manholes y desviaciones	40	40	0	0	0	40
	050	registro de ajuste de pernos y torqueo	16	16	0	0	0	16
	051	registro de prueba hidrostática en tanques de almacenamiento	18	18	0	0	0	18
	052	registro de preparación superficial	26	26	0	0	3	23
	053	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	26	26	0	0	0	26
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	26	26	0	0	0	26
	055	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	26	26	0	0	2	24

Continuación de la tabla 30

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	26	26	0	0	0	26
	055	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	26	26	0	0	3	23
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	26	26	0	0	0	26
	055	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	26	26	0	0	4	22
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	3	3	0	0	0	3
	055	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	3	3	0	0	0	3
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	3	3	0	0	0	3
	055	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	3	3	0	0	0	3
	056	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	3	3	0	0	0	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Resumen de análisis proyecto OT-737

OT-737 (FUNDICIÓN)		
		TOTAL
IQ REG (IR/IP)	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	755
	IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	755
IQ CON (ver Notas)	(n1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	6
	(n2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	25
	(n3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	724
	CANT. DE REGISTROS GENERADOS	398
	% AVANCE total	100

Fuente: Elaboración propia

Proyecto OT-749

Tabla 32

Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-749

Proyecto		N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
1	"SISTEMA DE BOMBEO DE NASH DESDE TANQUES DE ALMACENAMIENTO A SALA DE PREPARACIÓN DE REACTIVOS DE PLANTA DE COBRE" CUAJONE (TANQUE DE 2000 GALONES)	**033**	registro de recepción de material y/o equipos (para tanques)	**100,0**	-	3
		034	registro de control de instrumentos de medición	**100,0**	-	1
		035	registro fotográfico	**100,0**	-	18
		036	registro control dimensional en el habilitado	**100,0**	-	11
		037	registro control dimensional en el armado	**100,0**	-	15
		038	registro de control de rolado de planchas	**100,0**	-	2
		039	registro de soldadores calificados	**100,0**	-	3
		040	registro de inspección visual de soldadura	**100,0**	-	15
		041	registro de reparación de soldadura	**100,0**	-	1
		042	registro welding book para juntas en tanques	**100,0**	-	1

Continuación de la tabla 32

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	043	registro de inspección por liquidos penetrantes	**100,0**	-	11
	044	registro de prueba neumática en planchas de refuerzo	**100,0**	-	8
	045	registro de prueba de vacío en tanques de almacenamiento	**0,0**	-	0
	046	registro de inspección por partículas magnéticas	**0,0**	-	0
	047	registro de inspección radiográfica en tanques de almacenamiento	**0,0**	-	0
	048	registro de control de verticalidad, redondez y fundación en tanques	**100,0**	-	1
	049	registro de control dimensional en boquillas, manholes y desviaciones	**100,0**	-	9
	050	registro de ajuste de pernos y torqueo	**100,0**	-	2

Continuación de la tabla 32

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	051	registro de prueba hidrostática en tanques de almacenamiento	**100,0**	-	6
	052	registro de preparación superficial	**100,0**	-	6
	053	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	**100,0**	-	6
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	**100,0**	-	6
	055	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	**100,0**	-	6
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	**100,0**	-	6
	055	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	**100,0**	-	6
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	**100,0**	-	6

Continuación de la tabla 32

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	055	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	**100,0**	-	6
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	**100,0**	-	3
	055	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	**100,0**	-	3
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	**100,0**	-	3
	055	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	**100,0**	-	3
	056	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	**100,0**	-	1
		TOTAL	100,0	**CANT. REGISTROS ENTREGABLE 1**	168

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Resultados análisis proyecto OT-749

Proyecto		N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
1	"SISTEMA DE BOMBEO DE NASH DESDE TANQUES DE ALMACENAMIENTO A SALA DE PREPARACIÓN DE REACTIVOS DE PLANTA DE COBRE" CUAJONE (TANQUE DE 2000 GALONES)	**033**	registro de recepción de material y/o equipos (para tanques)	14	14	0	0	0	14
		034	registro de control de instrumentos de medición	4	4	0	0	0	4
		035	registro fotográfico	18	18	0	0	0	18
		036	registro control dimensional en el habilitado	11	11	0	1	1	9
		037	registro control dimensional en el armado	15	15	0	0	0	15
		038	registro de control de rolado de planchas	3	3	0	0	0	3
		039	registro de soldadores calificados	15	15	0	0	0	15
		040	registro de inspección visual de soldadura	15	15	0	1	2	12
		041	registro de reparación de soldadura	1	1	0	0	0	1
		042	registro welding book para juntas en tanques	11	11	0	0	0	11
		043	registro de inspección por liquidos penetrantes	11	11	0	0	0	11
		044	registro de prueba neumática en planchas de refuerzo	8	8	0	0	0	8

Continuación de la tabla 33

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	045	registro de prueba de vacío en tanques de almacenamiento	0	0	0	0	0	0
	046	registro de inspección por partículas magnéticas	0	0	0	0	0	0
	047	registro de inspección radiográfica en tanques de almacenamiento	0	0	0	0	0	0
	048	registro de control de verticalidad, redondez y fundación en tanques	1	1	0	0	0	1
	049	registro de control dimensional en boquillas, manholes y desviaciones	9	9	0	0	2	7
	050	registro de ajuste de pernos y torqueo	8	8	0	0	0	8
	051	registro de prueba hidrostática en tanques de almacenamiento	10	10	0	0	0	10
	052	registro de preparación superficial	15	15	0	0	0	15
	053	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	15	15	0	0	0	15
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	15	15	0	0	0	15

Continuación de la tabla 33

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	055	registro de inspección final recubrimiento (1ra capa)	15	15	0	0	2	13
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	15	15	0	0	0	15
	055	registro de inspección final recubrimiento (2da capa)	15	15	0	1	0	14
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	15	15	0	0	0	15
	055	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	15	15	0	0	0	15
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	3	3	0	0	0	3
	055	registro de inspección final recubrimiento (1ra capa)	3	3	0	0	0	3
	054	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	3	3	0	0	0	3
	055	registro de inspección final recubrimiento (2da capa)	3	3	0	0	0	3
	056	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	3	3	0	0	0	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Resumen de análisis proyecto OT-749

OT-749 (CUAJONE)		
		TOTAL
IQ REG (IR/IP)	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	289
	IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	289
IQ CON (ver Notas)	(n1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	3
	(n2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	7
	(n3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	279
	CANT. DE REGISTROS GENERADOS	168
	% AVANCE total	100

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de estos proyectos implementando el sistema de control de calidad diseñado se evidenció las siguientes mejoras:

- Primero se evidenció que se programaron todas las inspecciones técnicas necesarias y a su vez se logró realizar cada una de estas inspecciones programadas en los 2 proyectos ejecutados.
- También se pudo constatar que, el proyecto contaba con los procedimientos y registros de control de calidad para realizar las inspecciones requeridas según la API 650 en la fabricación de tanques de almacenamiento.
- Ahora sí se contó con un manual de calidad con procedimientos a seguir para realizar un control de calidad correcto en la fabricación de tanques, se redujo notoriamente las inspecciones insatisfactorias mayores y menores, representando ahora solo un 0,79 % y 3,31 % respectivamente, del 100 % de las inspecciones realizadas ahora un 95,89 % fue satisfactorio en el proyecto OT-737. Y en el proyecto OT-749 las inspecciones insatisfactorias mayores y menores también disminuyeron respecto a los proyectos ejecutados sin un sistema de control de calidad, representando ahora solo un 1,04 % y 2,42 % respectivamente, del 100 % de las inspecciones realizadas ahora un 96,54 % fue satisfactorio. En ambos proyectos se logró que se disminuyera en gran magnitud la pérdida de tiempo y se

aumentó el prestigio de la empresa SERGEAR S.A.C., en la fabricación de tanques.

- Se realizó el 100 % del total de inspecciones durante los 2 proyectos implementando el sistema de control de calidad propuesto, esto conllevó a la satisfacción de nuestro cliente al presentar los Dossier finales de la fabricación de los 2 Tanques, ya que este se encuentra completo.

4.5. Análisis de proyectos ejecutados con un SCC (sistemas de tuberías)

Una vez elaborado el sistema de control de calidad que comprende toda la documentación elaborada en el punto 4.3. para la fabricación de sistemas de tuberías de acero ASTM A53-B y tuberías HDPE, se procedió a ejecutar los siguientes proyectos Implementando el diseño del SCC realizado en el presente trabajo para realizar un control de calidad adecuado durante toda la etapa de fabricación de los sistemas de tuberías. En el siguiente cuadro se muestran los datos de los proyectos evaluados:

Tabla 35

Datos proyectos OT-725 y OT-716

	PROYECTO (OT-725)	**PROYECTO (OT-716)**
NOMBRE DEL PROYECTO	"SISTEMA DE BOMBEO ICHUPAMPA-TANQUE 4 MINA CUAJONE"	"LAVADERO PARA EQUIPO PESADO DE TALLER PATIO PUERTO -ILO"
CLIENTE	SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION	SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION
UNIDAD MINERA	CUAJONE-MOQUEGUA	PATIO PUERTO-ILO
N° PROYECTO CLIENTE	5705-93	3292-44
CÓDIGO EJECUCIÓN PROYECTO SERGEAR SAC	OT-725	OT-716
ELEMENTO FABRICADO	SISTEMA DE TUBERÍAS DE ACERO AL CARBONO ASTM A53-B Y TUBERÍAS HDPE	SISTEMA DE TUBERÍAS DE ACERO AL CARBONO ASTM A53-B Y TUBERÍAS HDPE
FLUIDO A TRANSPORTAR	AGUA RECUPERADA	AGUA POTABLE
FECHA CULMINACIÓN DE FABRICACIÓN	ABRIL 2019	DICIEMBRE 2019

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de las inspecciones técnicas en estos proyectos se utilizó la matriz de calidad para sistemas de tuberías de acero y tuberías HDPE,

elaborado en el SCC propuesto **(Ver anexo 9)** obteniendo los siguientes resultados:

Proyecto OT-725

Tabla 36

Porcentajes de avance de inspecciones proyecto OT-725

Proyecto		N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
1	**"SISTEMA DE BOMBEO ICHUPAMPA-TANQUE 4 MINA CUAJONE"**	**001**	registro de recepción de material y/o equipos	**100,0**	-	49
		002	registro de recepción de tuberías	**100,0**	-	1
		003	registro de recepción de accesorios para tuberías	**100,0**	-	1
		004	registro de control de instrumentos de medición	**100,0**	-	1
		005	registro fotográfico	**100,0**	-	28
		006	registro control dimensional en el habilitado	**100,0**	-	57
		007	registro control dimensional en el armado	**100,0**	-	57
		008	registro de lista de soldadores	**100,0**	-	2

Continuación de la tabla 36

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	009	registro de inspección visual de soldadura	**100,0**	-	57
	010	registro de reparación de soldadura	**100,0**	-	3
	011	registro welding book para tuberías	**100,0**	-	1
	012	registro de inspección por liquidos penetrantes	**100,0**	-	36
	013	registro de inspeccion radiografica en tuberías de acero	**0,0**	-	0
	014	registro general de ajuste y torque	**100,0**	-	28
	015	registro de flushing en tuberías	**100,0**	-	28
	016	registro de prueba hidrostática	**100,0**	-	39
	017	registro de preparación superficial	**100,0**	-	57
	018	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	**100,0**	-	2

Continuación de la tabla 36

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	**100,0**	-	57
	020	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	**100,0**	-	57
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	**100,0**	-	57
	020	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	**100,0**	-	57
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	**100,0**	-	57
	020	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	**100,0**	-	57
	021	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	**100,0**	-	1
	022	registro de control topográfico	**100,0**	-	24

Continuación de la tabla 36

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	023	registro de liberación de spools	**100,0**	-	36
	024	registro de inspección de montaje e instalación de equipos	**100,0**	-	40
	025	registro de montaje y liberación de líneas	**100,0**	-	24
	026	registro de montaje de soportes	**100,0**	-	21
	027	registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión	**100,0**	-	4
	028	registro de calificación de de operador soldadura por termofusión	**100,0**	-	4
	029	registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión	**100,0**	-	4
	030	registro de inspección visual de juntas de hdpe	**100,0**	-	24

Continuación de la tabla 36

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	031	registro de instalación de tuberías hdpe	**100,0**	-	4
	032	registro welding book-tuberías hdpe termofusión	**100,0**	-	24
			100,0	**CANT. REGISTROS ENTREGABLE 1**	999

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

Resultados análisis proyecto OT-725

Proyecto		N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
1	"SISTEMA DE BOMBEO ICHUPAMPA-TANQUE 4 MINA CUAJONE"	**001**	registro de recepción de material y/o equipos	67	67	0	1	3	63
		002	registro de recepción de tuberías	36	36	0	0	0	36
		003	registro de recepción de accesorios para tuberías	36	36	0	0	3	33
		004	registro de control de instrumentos de medición	28	28	0	0	0	28
		005	registro fotográfico	28	28	0	0	0	28
		006	registro control dimensional en el habilitado	57	57	0	1	3	53
		007	registro control dimensional en el armado	57	57	0	1	1	55
		008	registro de lista de soldadores	57	57	0	0	0	57
		009	registro de inspección visual de soldadura	57	57	0	2	4	51
		010	registro de reparación de soldadura	3	3	0	0	0	3
		011	registro welding book para tuberías	36	36	0	0	0	36
		012	registro de inspección por liquidos penetrantes	36	36	0	1	2	33
		013	registro de inspeccion radiografica en tuberías de acero	0	0	0	0	0	0

Continuación de la tabla 37

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	014	registro general de ajuste y torque	28	28	0	0	0	28
	015	registro de flushing en tuberías	28	28	0	0	0	28
	016	registro de prueba hidrostática	39	39	0	0	0	39
	017	registro de preparación superficial	57	57	0	1	3	53
	018	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	57	57	0	0	0	57
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	57	57	0	0	0	57
	020	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	57	57	0	1	2	54
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	57	57	0	0	0	57
	020	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	57	57	0	1	1	55
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	57	57	0	0	0	57
	020	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	57	57	0	1	1	55

Continuación de la tabla 37

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	021	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	24	24	0	0	0	24
	022	registro de control topográfico	24	24	0	0	0	24
	023	registro de liberación de spools	36	36	0	0	0	36
	024	registro de inspección de montaje e instalación de equipos	40	40	0	0	0	40
	025	registro de montaje y liberación de líneas	24	24	0	0	0	24
	026	registro de montaje de soportes	21	21	0	0	2	19
	027	registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión	4	4	0	0	0	4
	028	registro de calificación de de operador soldadura por termofusión	4	4	0	0	0	4
	029	registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión	4	4	0	0	0	4
	030	registro de inspección visual de juntas de hdpe	24	24	0	0	1	23
	031	registro de instalación de tuberías hdpe	4	4	0	0	0	4
	032	registro welding book-tuberías hdpe termofusión	24	24	0	0	0	24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

Resumen de análisis proyecto OT-725

OT-725 (CUAJONE)		
		TOTAL
IQ REG (IR/IP)	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	1282
	IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	1282
IQ CON (ver Notas)	(n1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	10
	(n2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	26
	(n3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	1246
	CANT. DE REGISTROS GENERADOS	999
	% AVANCE total	100

Fuente: Elaboración propia

Proyecto OT-716

Tabla 39

Porcentajes de avance de inspecciones Proyecto OT-716

Proyecto		N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
1	"LAVADERO PARA EQUIPO PESADO DE TALLER PATIO PUERTO -ILO"	**001**	registro de recepción de material y/o equipos	**100,0**	-	2
		002	registro de recepción de tuberías	**100,0**	-	1
		003	registro de recepción de accesorios para tuberías	**100,0**	-	1
		004	registro de control de instrumentos de medición	**100,0**	-	1
		005	registro fotográfico	**100,0**	-	28
		006	registro control dimensional en el habilitado	**100,0**	-	19
		007	registro control dimensional en el armado	**100,0**	-	19
		008	registro de lista de soldadores	**100,0**	-	1
		009	registro de inspección visual de soldadura	**100,0**	-	19
		010	registro de reparación de soldadura	**0,0**	-	0

Continuación de la tabla 39

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	011	registro welding book para tuberías	**100,0**	-	1
	012	registro de inspección por liquidos penetrantes	**100,0**	-	10
	013	registro de inspeccion radiografica en tuberías de acero	**0,0**	-	0
	014	registro general de ajuste y torque	**100,0**	-	1
	015	registro de flushing en tuberías	**100,0**	-	28
	016	registro de prueba hidrostática	**100,0**	-	28
	017	registro de preparación superficial	**100,0**	-	19
	018	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	**100,0**	-	1
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	**100,0**	-	19

Continuación de la tabla 39

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	020	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	**100,0**	-	19
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	**100,0**	-	19
	020	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	**100,0**	-	19
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	**100,0**	-	19
	020	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	**100,0**	-	19
	021	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	**100,0**	-	1
	022	registro de control topográfico	**100,0**	-	1
	023	registro de liberación de spools	**100,0**	-	19

Continuación de la tabla 39

Proyecto	N° formato		Porcentaje de avance	Comentarios	Cantidad Registros
	024	registro de inspección de montaje e instalación de equipos	**100,0**	-	24
	025	registro de montaje y liberación de líneas	**100,0**	-	19
	026	registro de montaje de soportes	**100,0**	-	19
	027	registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión	**100,0**	-	2
	028	registro de calificación de de operador soldadura por termofusión	**100,0**	-	2
	029	registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión	**100,0**	-	2
	030	registro de inspección visual de juntas de hdpe	**100,0**	-	9
	031	registro de instalación de tuberías hdpe	**100,0**	-	9
	032	registro welding book-tuberías hdpe termofusión	**100,0**	-	1
			100,0	**CANTIDAD REGISTROS ENTREGABLE 1**	401

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

Resultados análisis proyecto OT-716

Proyecto		N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
1	"LAVADERO PARA EQUIPO PESADO DE TALLER PATIO PUERTO -ILO"	**001**	registro de recepción de material y/o equipos	28	28	0	0	2	26
		002	registro de recepción de tuberías	16	16	0	0	0	16
		003	registro de recepción de accesorios para tuberías	16	16	0	0	0	16
		004	registro de control de instrumentos de medición	25	25	0	0	0	25
		005	registro fotográfico	25	25	0	0	0	25
		006	registro control dimensional en el habilitado	16	16	0	0	2	14
		007	registro control dimensional en el armado	16	16	0	2	0	14
		008	registro de lista de soldadores	16	16	0	0	0	16
		009	registro de inspección visual de soldadura	16	16	0	0	2	14
		010	registro de reparación de soldadura	0	0	0	0	0	0
		011	registro welding book para tuberías	16	16	0	0	0	16
		012	registro de inspección por liquidos penetrantes	7	7	0	0	1	6
		013	registro de inspeccion radiografica en tuberías de acero	0	0	0	0	0	0

Continuación de la tabla 40

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	014	registro general de ajuste y torque	16	16	0	0	0	16
	015	registro de flushing en tuberías	25	25	0	0	0	25
	016	registro de prueba hidrostática	25	25	0	0	0	25
	017	registro de preparación superficial	16	16	0	1	1	14
	018	registro de preparadores, arenadores y pintores homologados	16	16	0	0	0	16
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (1ra capa)	16	16	0	0	0	16
	020	registro de inspección final de recubrimiento (1ra capa)	16	16	0	1	1	14
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (2da capa)	16	16	0	0	0	16
	020	registro de inspección final de recubrimiento (2da capa)	16	16	0	1	0	15
	019	registro de inspección de aplicación de pintura (3ra capa)	16	16	0	0	0	16
	020	registro de inspección final de recubrimiento (3ra capa)	16	16	0	1	1	14

Continuación de la tabla 40

Proyecto	N° formato		IP	IR	Faltantes	n_1	n_2	n_3
	021	registro de prueba de adherencia en recubrimientos	16	16	0	0	0	16
	022	registro de control topográfico	7	7	0	0	1	6
	023	registro de liberación de spools	16	16	0	0	1	15
	024	registro de inspección de montaje e instalación de equipos	19	19	0	0	0	19
	025	registro de montaje y liberación de líneas	16	16	0	0	0	16
	026	registro de montaje de soportes	16	16	0	0	1	15
	027	registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión	9	9	0	0	0	9
	028	registro de calificación de operador soldadura por termofusión	9	9	0	0	0	9
	029	registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión	9	9	0	0	0	9
	030	registro de inspección visual de juntas de hdpe	9	9	0	0	0	9
	031	registro de instalación de tuberías hdpe	9	9	0	0	0	9
	032	registro welding book-tuberías hdpe termofusión	9	9	0	0	0	9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Resumen de análisis proyecto OT-716

OT-716 (PATIO PUERTO)		
		TOTAL
IQ REG (IR/IP)	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	535
	IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	535
IQ CON (ver Notas)	(n1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	6
	(n2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	13
	(n3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	516
	CANT. DE REGISTROS GENERADOS	401
	% AVANCE total	100

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de estos proyectos implementando el sistema de control de calidad diseñado se evidenció las siguientes mejoras:

- Primero se evidenció que se programaron todas las inspecciones técnicas necesarias y a su vez se logró realizar cada una de estas inspecciones programadas en los 2 proyectos ejecutados.
- También se pudo ver que ya no hubo la falta de procedimientos y Registros de control de calidad para realizar las inspecciones requeridas en la fabricación de sistemas de tuberías de acero y HDPE.

- Ahora sí se contó con un manual de calidad con procedimientos a seguir para realizar un control de calidad correcto en la fabricación de sistemas de tuberías de acero y HDPE., se redujo en gran manera las inspecciones insatisfactorias mayores y menores, respecto a los proyectos anteriores ejecutados sin un sistema de control de calidad, representando ahora solo un 0,78 % y 2,03 % respectivamente, del 100 % de las inspecciones realizadas ahora un 97,19 % fue satisfactorio en el proyecto OT-725. Y en el proyecto OT-716 las inspecciones insatisfactorias mayores y menores también disminuyeron respecto a los proyectos ejecutados sin un sistema de control de calidad evaluados anteriormente, representando ahora solo un 1,12 % y 2,43 % respectivamente, del 100 % de las inspecciones realizadas ahora un 96,45 % fue satisfactorio. En ambos proyectos se logró que se disminuyera en gran magnitud la pérdida de tiempo, y se aumentó el prestigio de la empresa SERGEAR SAC., en la fabricación de sistemas de tuberías.

- Se realizó el 100 % del total de inspecciones técnicas durante los 2 proyectos implementando el sistema de control de calidad propuesto. Esto conllevó a la satisfacción de nuestro cliente al presentar los Dossier finales de la fabricación de los 2 sistemas de tuberías, ya que este se encuentra ahora completo.

4.6. Diagrama de operaciones del proceso (DOP) Fabricación de Tanques

Para poder tener una excelente planificación en cuanto al sistema de control de calidad propuesto para la empresa SERGEAR S.A.C., se realizó el diagrama de operaciones del proceso, más conocido por sus iniciales como DOP, para el proceso de fabricación de tanques verticales **(Ver anexo 12)**

Donde se mostró de forma cronológica la secuencia de todas las operaciones e inspecciones desde la etapa inicial de la fabricación hasta el arreglo final del producto terminado, del diagrama realizado se obtuvo la siguiente información resumida en el siguiente cuadro:

Tabla 42

DOP proceso de fabricación de tanques

DOP (fabricación de Tanques verticales según API-650) Empresa SERGEAR S.A.C.				
Evento	**Símbolo**	**Número**	**Tiempo estándar (horas)**	**Tiempo estándar (días) jornada laboral 8 horas/día**
OPERACIÓN		26	264	33
INSPECCIÓN		27	-	-
COMBINADA		1	4	0.5
	TOTAL		**268**	**33,5**

Fuente: Elaboración propia

Durante la ejecución del proceso de fabricación de tanques verticales para poder realizar el diagrama DOP se analizó y se tuvo en cuenta los siguientes datos representados en las siguientes tablas que corresponden a los equipos y herramientas que son necesarios para realizar cada etapa de este proceso, además de la fuerza laboral necesaria para llevar a cabo cada actividad tanto de forma directa como indirecta. Es muy importante señalar que para ejecutar de forma correcta y poder cumplir con los tiempos establecidos en nuestro DOP para la fabricación de tanques de almacenamiento la empresa tiene que incentivar de forma continua a todo el personal involucrado dándoles bonos extraordinarios, así como realizar la entrega de diplomas y reconocimientos por la ardua labor que realiza cada persona que labora en la empresa SERGEAR S.A.C.

4.6.1. Equipos y herramientas para la fabricación de tanques

Tabla 43

Equipos y herramientas para la F. de Tanques (Habilitado y armado)

Para habilitado y armado (f. Tanques verticales)	
Equipos	**Herramientas**
- Cizalla	- Escuadras de tope
- Plegadora	- Escuadras para plancha
- Taladro radial	- Goniómetro
- Taladro magnético	- Vernier
- equipo oxicorte	- Flexómetro
- máquina de soldar	- Martillo de bola
- Esmeril	- Prensas en C
- grúa de 3 toneladas	- Nivel
- Roladora	- Granetes
- Dobladora de tubos	- Llaves mixtas
- Estova	- Escuadras magnéticas
- Torno	- Rayadores
- Estación total	- Tira línea
- Nivel topográfico	- Cordel
	- Careta facial
	- Careta de soldar
	- Mesa de trabajo
	- Marcador metálico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Equipos y herramientas para la F. de tanques (soldadura)

Aplicación de soldadura (f. Tanques verticales)	
Equipos	**Herramientas**
- Maquina de soldar	- Careta facial
- Esmeril	- careta de soldar
- Turbineta	- Alicate tio prensa de presión
- Porta electrodo de 200 A	- Escuadra magnética
- Bomba hidráulica eléctrica con pastillas	- Prensa en C
- Gata hidráulica de 5 T	- Martillo de bola
- Base portátil para máquina de soldar	- Cincel plano
- Horno de soldadura estacionaria	- Pica escoria
- Horno de soldadura portátil	- Combito
- alimentador de corriente portátil 440 V	- Templadores
- alimentador de corriente portátil 220 V	- Flexómetro
- Pirómetro	- Marcador metálico
- Extensiones de corriente 440V y 220V	- Escuadra de plancha
	- Escuadra con tope
	- Manta inifuga
	- Pantalla (Biombos)
	- Caballetes o mesa de trabajo
	- Carpa para protección soldadura
	- Chicotes

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Equipos y herramientas para la F. de tanques (P. superficial)

Preparación superficial (f. Tanques verticales)	
Equipos	**Herramientas**
- Compresor	- Carretilla
- Tolva para arenado	- Lampas
- Equipo protección antiarena	- Lijas
- Grupo electrógeno	- Cinta masking tape
- Mangueras transporte de arena y aire	- Caballetes
- Extractor de agua en aire comprimido	- Trapos industriales
- Boquillas para manguera para arenado	- Espátulas
	- Cincel
	- Combas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Equipos y herramientas para la F. de tanques (pintado)

Aplicación de recubrimientos (f. Tanques verticales)	
Equipos	**Herramientas**
- Equipo Airless Graco X-treme	- Espátulas
- Equipo convencional olla a presión	- Brochas
- Agitador eléctrico	- Baldes
- Agitador neumático tipo Jiffy	- Trapos industriales
- Boquillas	- Cinta masking tape
- Casquillos	- Rodillos
- Aguja para equipo de pintura	- Recipientes
- Compresor	- Bandejas antiderrames
- Pistolas de alta presión para pintado	- Galleta medidor E.P.H.
- Termómetro de superficie	- Lijas
- Psicrómetro	- Caballetes
- Mangueras para equipo convencional	- Carpas para microclima
- Mangueras para equipo airless	
- Manómetro	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Equipos y herramientas para la F. de tanques (Inspecciones)

Inspecciones técnicas (control de calidad) (f. Tanques verticales)	
Equipos	**Herramientas**
- Manómetro	- Flexómetro
- Bomba manual P. Hidrostática	- Escuadras para plancha
- Vacuómetro	- Escuadras a tope
- Caja prueba de vacío	- Vernier
- Pirómetro	- Galga para soldadura
- Psicrómetro	- Medidor Hi-lo
- Estación total	- Cordel
- Nivel topográfico	- Nivel manual
- Torquímetro	- Linterna
- Medidor de E.P.S. pintura	- Lupa
- Rugosímetro	- Galleta medidor de E.P.H.
- Termómetro de superficie	- Kit tintes penetrantes
- Micrómetro	- Brochas
- Kit de Inspección V. soldadura	- Trapos industriales
- Equipo Holiday detector	- Cinta para perfil de anclaje

NOTA: Para las pruebas radiográficas, Partículas magnéticas, Ultrasonido, los equipos los proporciona la empresa especialista contratada por SERGEAR S.A.C. los cuales también tienen que contar con su certificado de calibración y operatividad con todos los permisos pertinentes.

Fuente: Elaboración propia

4.6.2. Fuerza laboral necesaria para la fabricación de tanques

Tabla 48

Fuerza laboral para la fabricación de tanques

Personal involucrado (f. Tanques verticales)		
	Función	**Cantidad**
Labor Directa	- Armadores de tanques verticales	5
	- Armadores de estructuras	2
	- Soldadores (3G, ASME IX)	3
	- Soldadores (4G, ASME IX)	3
	- Soldadores (2G, ASME IX)	2
	- Soldadores (6G, ASME IX)	3
	- Soldadores (3G, AWS D1.1)	2
	- Arenadores	2
	- Preparador de pintura	1
	- Pintores	2
	- Topógrafo	1
	- Ayudantes en general	3
	- Operador de camión grúa	1
Labor Indirecta	- Supervisor de calidad	2
	- Supervisor de producción	1
	- Supervisor de seguridad	1
	- Cadista	1
	- Almacenero	1
	- Logístico	1
	- Administrador (a)	1
	- Encargado(a) RR.HH	1
	- Inspector Pruebas radiográficas	1
	- Inspector P. Partículas magnéticas	1
	- Inspector Prueba de Vacío	1
TOTAL FUERZA LABORAL		**42**

Fuente: Elaboración propia

4.7. Diagrama de operaciones del proceso (DOP) fabricación de S. de tuberías

Para poder tener una excelente planificación en cuanto al sistema de control de calidad propuesto para la empresa SERGEAR S.A.C., se realizó el diagrama de operaciones del proceso, más conocido por sus iniciales como DOP, para el proceso de fabricación de sistema de tuberías **(Ver anexo 12).**

Donde se mostró de forma cronológica la secuencia de todas las operaciones e inspecciones desde la etapa inicial de la fabricación hasta el arreglo final del producto terminado. En dicho diagrama se obtuvo la siguiente información resumida en el siguiente cuadro:

Tabla 49

DOP proceso de fabricación de S. de tuberías

DOP (fabricación de sistemas de tuberías) Empresa SERGEAR S.A.C.				
Evento	**Símbolo**	**Número**	**Tiempo estándar (horas)**	**Tiempo estándar (días) jornada laboral 8 horas/día**
OPERACIÓN		20	200	25
INSPECCIÓN		21	-	-
COMBINADA		3	12	1,5
TOTAL			**212**	**26,5**

Fuente: Elaboración propia

Durante la ejecución del proceso de fabricación de sistemas de tuberías para poder realizar el diagrama DOP también se analizó y se tuvo en cuenta los siguientes datos representados en las siguientes tablas que corresponden a los equipos y herramientas, que son necesarios para realizar cada etapa de este proceso, además de la fuerza laboral necesaria para llevar a cabo cada actividad tanto de forma directa como indirecta. Es muy importante señalar que para ejecutar de forma correcta y poder cumplir con los tiempos establecidos en nuestro DOP para la fabricación de sistema de tuberías la empresa tiene que incentivar de forma continua a todo el personal involucrado dándoles bonos extraordinarios, así como realizar entrega de diplomas y reconocimientos por la ardua labor que realiza cada persona que labora en la empresa SERGEAR S.A.C.

4.7.1. Equipos y herramientas para la fabricación de S. de tuberías

Tabla 50

Equipos y herramientas para la F. de S. de tuberías (P. superficial)

Preparación superficial (f. Sistemas de tuberías)	
Equipos	**Herramientas**
- Compresor	- Carretilla
- Tolva para arenado	- Lampas
- Equipo protección antiarena	- Lijas
- Grupo electrógeno	- Cinta masking tape
- Mangueras transporte de arena y aire	- Caballetes
- Extractor de agua en aire comprimido	- Trapos industriales
- Boquillas para manguera para arenado	- Espátulas
	- Cincel
	- Combas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51

Equipos y herramientas para la F. de S. de tuberías (Habilitado y armado)

Para habilitado y armado (f. Sistemas de tuberías)	
Equipos	**Herramientas**
- Cizalla	- Escuadras de tope
- Plegadora	- Escuadras para plancha
- Taladro radial	- Goniómetro
- Taladro magnético	- Vernier
- equipo oxicorte	- Flexómetro
- máquina de soldar	- Martillo de bola
- Esmeril	- Prensas en C
- grúa de 3 toneladas	- Nivel
- Nivel topográfico	- Granetes
- Torno	- Llaves mixtas
	- Escuadras magnéticas
	- Rayadores
	- Tira línea
	- Cordel
	- Careta facial
	- Careta de soldar
	- Mesa de trabajo
	- Marcador metálico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Equipos y herramientas para la F. de S. de tuberías (Soldadura)

Aplicación de soldadura en acero (f. Sistemas de tuberías)	
Equipos	**Herramientas**
- Maquina de soldar	- Careta facial
- Esmeril	- careta de soldar
- Turbineta	- Alicate tio prensa de presión
- Porta electrodo de 200 A	- Escuadra magnética
- Bomba hidráulica eléctrica con pastillas	- Prensa en C
- Gata hidráulica de 5 T	- Martillo de bola
- Base portátil para máquina de soldar	- Cincel plano
- Horno de soldadura estacionaria	- Pica escoria
- Horno de soldadura portátil	- Combito
- alimentador de corriente portátil 440 V	- Templadores
- alimentador de corriente portátil 220 V	- Flexómetro
- Pirómetro	- Marcador metálico
- Extensiones de corriente 440V y 220V	- Escuadra de plancha
	- Escuadra con tope
	- Manta inifuga
	- Pantalla (Biombos)
	- Caballetes o mesa de trabajo
	- Carpa para protección soldadura
	- Chicotes

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53

Equipos y herramientas para la F. de S. de tuberías (Pintura)

Aplicación de recubrimientos (f. Sistemas de tuberías)	
Equipos	**Herramientas**
- Equipo Airless Graco X-treme	- Espátulas
- Equipo convencional olla a presión	- Brochas
- Agitador eléctrico	- Baldes
- Agitador neumático tipo Jiffy	- Trapos industriales
- Boquillas	- Cinta masking tape
- Casquillos	- Rodillos
- Aguja para equipo de pintura	- Recipientes
- Compresor	- Bandejas antiderrames
- Pistolas de alta presión para pintado	- Galleta Medidor E.P.H.
- Termómetro de superficie	- Lijas
- Psicrómetro	- Caballetes
- Mangueras para equipo convencional	- Carpas para microclima
- Mangueras para equipo airless	
- Manómetro	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54

Equipos y herramientas para tuberías HDPE termofusión

Para termofusión en tuberías hdpe (f. Sistemas de tuberías)	
Equipos	**Herramientas**
- Máquina termofusión McElroy #26	- Escuadras de tope
- Máquina termofusión McElroy #618	- Goniómetro
- Máquina termofusión McElroy #1236	- Vernier
- Esmeril (con disco de corte)	- Flexómetro
- Pirómetro	- Nivel
- Psicrómetro	- Rayadores
- Datalogger McElroy	- Cordel
	- Careta facial
	- Carpa ignifuga
	- Arco de cierra
	- Marcador para plástico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55

Equipos y herramientas para la F. de S. de tuberías (Inspecciones)

Inspecciones técnicas (control de calidad) (f. Sistemas de tuberías)	
Equipos	**Herramientas**
- Manómetro	- Flexómetro
- Bomba manual P. hidrostática	- Escuadras para plancha
- Vacuómetro	- Escuadras a tope
- Pirómetro	- Vernier
- Psicrómetro	- Galga para soldadura
- Nivel topográfico	- Medidor Hi-lo
- Torquímetro	- Cordel
- Medidor de E.P.S. pintura	- Nivel manual
- Rugosímetro	- Linterna
- Termómetro de superficie	- Lupa
- Micrómetro	- Galleta medidor de E.P.H.
- Kit de Inspección V. soldadura	- Kit tintes penetrantes
- Equipo Holiday detector	- Brochas
	- Trapos industriales
	- Cinta para perfil de anclaje

NOTA: Para las pruebas radiográficas, los equipos los proporciona la empresa especialista contratada por SERGEAR S.A.C. los cuales también tienen que contar con su certificado de calibración y operatividad con todos los permisos pertinentes.

Fuente: Elaboración propia

4.7.2. Fuerza laboral necesaria para la fabricación de S. de tuberías

Tabla 56

Fuerza laboral para el proceso de fabricación de S. de tuberías

Personal involucrado (f. De sistemas de tuberías)		
	Función	**Cantidad**
Labor Directa	- Armadores tuberos	4
	- Armadores de estructuras	2
	- Soldadores (6G, ASME IX)	4
	- Soldadores (3G, AWS D1.1)	2
	- Arenadores	2
	- Preparador de Pintura	1
	- Pintores	2
	- Topógrafo	1
	- Ayudantes en general	2
	- Operador termofusionista (T. HDPE)	1
	- Operador de camión grúa	1
Labor Indirecta	- Supervisor de calidad	1
	- Supervisor de producción	1
	- Supervisor de seguridad	1
	- Cadista	1
	- Almacenero	1
	- Logístico	1
	- Administrador (a)	1
	- Encargado(a) RR.HH.	1
	- Inspector Pruebas radiográficas	1
	TOTAL FUERZA LABORAL	**31**

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados en general

En el presente trabajo se logró diseñar un sistema de control de calidad (SCC) para la fabricación de tanques y sistemas de tuberías, que comprende diferentes documentos dentro del manual de calidad diseñado para controlar la calidad durante la fabricación de los mismos, tales como el plan de gestión de calidad elaborado, el procedimiento de control de documentos, los procedimientos de control de calidad, para seguir paso a paso la realización de cada inspección durante cada etapa del proceso de fabricación así como los registros de control de calidad que sirven para evidenciar que se realizó las inspecciones programadas en la matriz de control de calidad diseñada también en el presente trabajo siguiendo los respectivos planes de puntos de inspección también involucrados dentro del manual de calidad diseñado.

Al finalizar el diseño de nuestro SCC, este se implementó como propuesta en los proyectos descritos también en el presente trabajo donde se fabricó tanques de almacenamiento y sistemas de tuberías tanto de acero ASTM A53-B como de HDPE, y seguidamente se comparó los

resultados obtenidos con proyectos anteriores también ejecutados por SERGEAR S.A.C. donde no se tenía un SCC los cuales tenían muchos errores y re-procesos durante las diferentes etapas de fabricación generando retrasos y afectando en el tiempo de duración de cada fabricación tanto en tanques fabricados bajo la norma API 650, como en los sistemas de tuberías.

Cabe resaltar que se obtuvieron resultados muy positivos, ya que se logró mejorar las inspecciones técnicas satisfactorias en un gran porcentaje, con lo cual, se demuestra que la propuesta de diseño de un sistema de control de calidad en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías para la empresa SERGEAR S.A.C., que será de mucha utilidad para el crecimiento de la organización en general, y se evitará muchas no conformidades obteniendo la satisfacción de sus clientes, óptimos tiempos de entrega, ya que las imperfecciones tanto mayores como menores disminuyeron con el sistema propuesto.

Seguidamente, se muestra como resumen la comparación de los proyectos ejecutados sin un sistema de control de calidad por la empresa SERGEAR SAC y los proyectos ejecutados proponiendo e implementando el sistema de control de calidad diseñado en el presente trabajo.

5.2. Discusión de resultados con y sin un SCC para la fabricación de Tanques

Tabla 57

Análisis comparativo entre proyectos tanques

Análisis comparativo entre proyectos (FABRICACIÓN DE TANQUES SEGÚN API-650 EN LA EMPRESA SERGEAR SAC)				
CON/SIN SCC	**proyecto**	**Porcentaje inspecciones insatisfactorias**		**Porcentaje Inspecciones satisfactorias**
		(N+) mayores	(N-) menores	OK
SIN SCC	OT-718	22,70	14,89	62,41
CON SCC	OT-737	0,79	3,31	95,89
	OT-749	1,04	2,42	96,54

Fuente: Elaboración propia

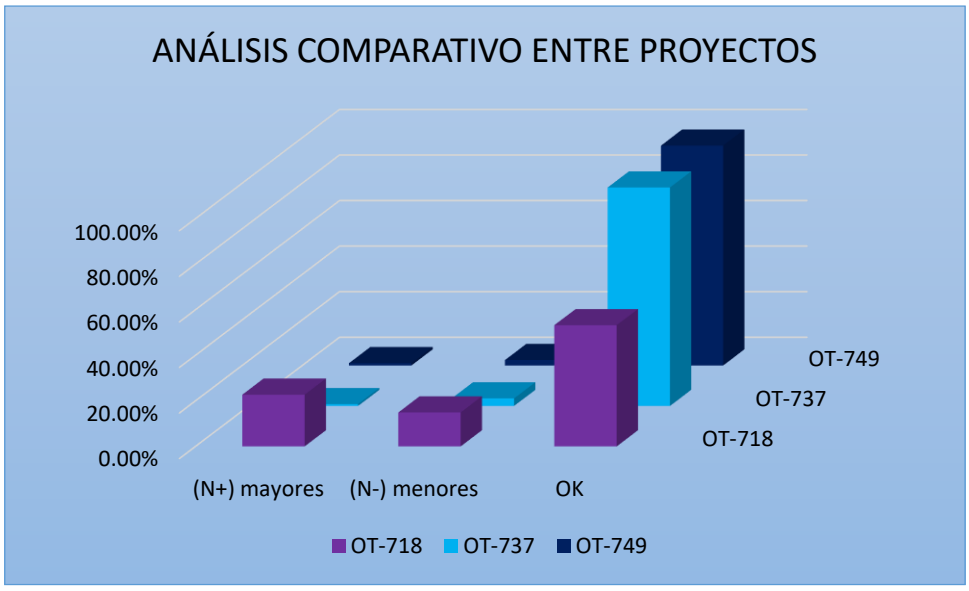


Figura 29. Análisis comparativo entre proyectos tanques
Fuente: Elaboración propia

En el cuadro comparativo y gráfico mostrados líneas arriba, se puede verificar que las inspecciones insatisfactorias tanto mayores como menores disminuyeron en gran manera en los proyectos OT-737 y OT-749, en los cuales se implementó el sistema de control de calidad diseñado como propuesta, respecto al proyecto OT-718 que se ejecutó sin un SCC.

También se evidencia un gran aumento en las inspecciones que se realizaron de forma satisfactoria en los proyectos con un SCC respecto al proyecto ejecutado sin un SCC, ya que se obtuvo los siguientes resultados, en el proyecto OT-737 se mejoró en un **33,48 %** las inspecciones satisfactorias respecto al proyecto OT-718 y en el proyecto OT-749 se mejoró en un **34,13 %** las inspecciones satisfactorias respecto al proyecto OT-718.

En la siguiente tabla 58, también se puede constatar que con un SCC se pudo programar y realizar todas las inspecciones necesarias para un adecuado control de calidad en la fabricación de tanques.

Tabla 58

Inspecciones no realizadas tanques

INSPECCIONES QUE SE TUVIERON QUE REALIZAR Y NO SE REALIZARON (FABRICACIÓN DE TANQUES SEGÚN API-650 EN LA EMPRESA SERGEAR SAC)					
CON/SIN SCC	proyecto	Inspecciones que se debieron proyectar	Inspecciones que se proyectaron (REAL)	Inspecciones realizadas	Inspecciones no realizadas
SIN SCC	OT-718	483	282	282	**201**
CON SCC	OT-737	755	755	755	**0**
	OT-749	289	289	289	**0**

Fuente: Elaboración propia

5.3. Discusión de resultados con y sin un SCC para la fabricación de sistemas de tuberías

Tabla 59

Análisis comparativo entre proyectos (tuberías)

Análisis comparativo entre proyectos (FABRICACIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍAS EN LA EMPRESA SERGEAR SAC)				
CON/SIN SCC	**proyecto**	**Porcentaje Inspecciones insatisfactorias**		**Porcentaje inspecciones satisfactorias**
		(N+) mayores	(N-) menores	OK
SIN SCC	OT-700	12,80	11,92	75,28
	OT-665	21,65	13,73	64,61
CON SCC	OT-725	0,78	2,03	97,19
	OT-716	1,12	2,43	96,45

Fuente: Elaboración propia

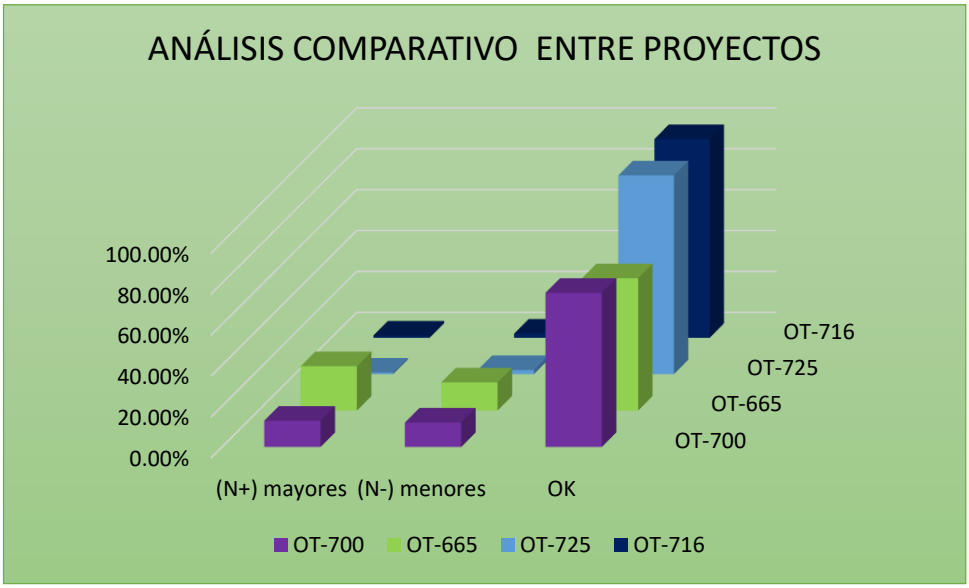


Figura 30. Análisis comparativo entre proyectos (Tuberías)
Fuente: Elaboración propia

En el cuadro comparativo y gráfico mostrados líneas arriba, se puede verificar que las inspecciones insatisfactorias tanto mayores como menores disminuyeron en gran manera en los proyectos OT-716 y OT-725, en los cuales, se implementó el sistema de control de calidad diseñado como propuesta, respecto a los proyectos OT-665 y OT-700 los cuales se ejecutaron sin un SCC.

También se evidencia un gran aumento en las inspecciones que se realizaron de forma satisfactoria en los proyectos con un SCC respecto a los proyectos ejecutados sin un SCC ya que se obtuvo los siguientes resultados, en el proyecto OT-725 se mejoró en un **21,91 %** las inspecciones satisfactorias respecto al proyecto OT-700 y en el proyecto

OT-716 se mejoró en un **31,84 %** las inspecciones satisfactorias respecto al proyecto OT-665, logrando así mejorar las inspecciones técnicas satisfactorias.

En la siguiente tabla 60, también se puede constatar que con un SGC se pudo programar y realizar todas las inspecciones necesarias para un adecuado control de calidad en la fabricación de sistemas de tuberías.

Tabla 60

Inspecciones no realizadas (Tuberías)

INSPECCIONES QUE SE TUVIERON QUE REALIZAR Y NO SE REALIZARON (FABRICACIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍAS EN LA EMPRESA SERGEAR SAC)					
CON/SIN SCC	proyecto	Inspecciones que se debieron proyectar	Inspecciones que se proyectaron (REAL)	Inspecciones realizadas	Inspecciones no realizadas
SIN SCC	OT-700	837	453	453	**384**
	OT-665	1270	568	568	**702**
CON SCC	OT-725	1282	1282	1282	**0**
	OT-716	535	535	535	**0**

Fuente: Elaboración propia

5.4. Discusión de resultados en cuanto a la mejora de tiempos perdidos

Durante la realización de la presente tesis, se pudo mejorar el tiempo perdido debido a imperfecciones y re-procesos como se observa en los siguientes cuadros, se logró avances en los procesos de fabricación al mejorar la inspección técnica (control de calidad) dentro de la empresa SERGEAR S.A.C., cumpliendo así nuestro objetivo principal. Además, se concientizó al personal encargado respecto a la importancia del control de calidad durante cada etapa del proceso de fabricación, también se proporcionó los equipos y herramientas necesarios para que el personal pueda realizar estas actividades con mayor facilidad. En los siguientes cuadros se puede observar las mejoras obtenidas:

Donde:

n1=(N+) Mayores: Son las inspecciones insatisfactorias mayores donde el levantamiento de la observación o error puede durar de 2 horas a 24 horas, requiere insumos, equipos, horas/hombre, generando re-procesos. Cabe resaltar que esta observación impide seguir con la siguiente etapa en el proceso de fabricación del elemento (detiene el trabajo). Es muy importante señalar que los tiempos dados fueron tomados

en campo y se está considerando un promedio aproximado según la experiencia obtenida.

n2=(N-) Menores: Son las inspecciones insatisfactorias menores donde el levantamiento de la observación o error puede durar de 30 minutos a 2 horas, requiere pocos insumos, equipos, horas/hombre. Cabe resaltar que esta observación no impide seguir con la siguiente etapa en el proceso de fabricación del elemento. Es muy importante señalar que los tiempos dados fueron tomados en campo y se está considerando un promedio aproximado según la experiencia obtenida.

Tabla 61

Tiempos perdidos reducidos en el proceso de F. de tanques

Fabricación tanques verticales	Proyecto		Tiempo perdido por imperfecciones (horas)		
			N+ (imperfecciones mayores)	N- (imperfecciones menores)	Total
	Antes	OT-718	128	21	**149,0**
	Después	OT-737	12	12,5	**24,5**
		OT-749	6	3,5	**9,5**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62

Tiempos perdidos reducidos en el proceso de F. de S. de tuberías

Fabricación sistemas de tuberías	Proyecto		Tiempo perdido por imperfecciones (horas)		
			N+ (imperfecciones mayores)	N- (imperfecciones menores)	Total
	Antes	OT-700	116	27	**143,0**
		OT-665	246	39	**285,0**
	Después	OT-725	20	13	**33,0**
		OT-716	12	6,5	**18,5**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 61 se puede observar que en el caso de fabricación de tanques verticales se redujo de 149 horas perdidas, a 24,5 y 9,.5 horas perdidas en los proyectos donde se mejoró el proceso de inspección técnica (control de calidad).

En la tabla 62 se puede observar que en el caso de fabricación de sistemas de tuberías se redujo de 143 y 285 horas perdidas, a 33,0 y 18,5 horas perdidas en los proyectos donde se mejoró el proceso de inspección técnica (control de calidad).

5.5. Contrastación de hipótesis

Con los resultados obtenidos en los puntos 5.2, 5.3 y 5.4 nuestra hipótesis queda demostrada, porque se logró mejorar los procesos de fabricación a través de la mejora en el proceso de inspección técnica, se obtuvo mejores resultados porcentuales en cuanto a las inspecciones técnicas satisfactorias tanto en la fabricación de tanques verticales como en la fabricación de sistemas de tuberías. Además, se redujo las horas perdidas por imperfecciones y re-procesos, todo esto gracias al diseño e implementación como propuesta de un sistema de control de calidad (plan de calidad, matriz de control para inspecciones técnicas, plan de puntos de inspección, procedimientos para realizar las inspecciones y formatos de registros para llenar en cada proceso de fabricación como evidencia del control realizado).

También como respaldo al trabajo realizado se hizo un análisis estadístico con el método de prueba chi-cuadrado en base a las frecuencias observadas tanto en las inspecciones técnicas realizadas en la fabricación de tanques verticales como en la fabricación de sistemas de tuberías. Todo con la finalidad de saber si existe relación entre las variables que son el sistema de control de calidad diseñado e implementado en la empresa SERGEAR S.A.C. con los resultados de las inspecciones técnicas.

Inspecciones técnicas en la fabricación de tanques verticales:

H0: No influye el tener un SCC en los resultados de inspecciones técnicas en la fabricación de tanques verticales.

H1: Si influye el tener un SCC en los resultados de inspecciones técnicas en la fabricación de tanques verticales.

si el CHI calculado es mayor que el CHI de la siguiente tabla existe una relación entre las variables, de lo contrario no existe.

Tabla 63

Distribución Chi cuadrado x^2 tabulado

DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO X^2							
P= Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v= Grados de libertad							
v/p	**0,001**	**0,0025**	**0,005**	**0,01**	**0,025**	**0,05**	**0,1**
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	**5,9915**	4,6052
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514

Fuente: https://es.slideshare.net/mayhuasca2/tabla-chi-cuadrado-37003519

Luego de realizar los cálculos respectivos se obtuvo los siguientes resultados representados en las siguientes tablas:

Tabla 64

Datos de frecuencias observadas en la fabricación de tanques

		Resultados de Inspecciones			
	Proyecto	Inspecciones insatisfactorias menores (-)	Inspecciones insatisfactorias mayores (+)	Inspecciones satisfactorias	TOTAL
SCC	OT-718 (sin SCC)	42	64	176	282
	OT-749 (con SCC)	7	3	279	289
	TOTAL	49	67	455	571

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65

Datos de frecuencias esperadas en la fabricación de tanques

		Resultados de Inspecciones			
	proyecto	Inspecciones insatisfactorias menores (-)	Inspecciones insatisfactorias mayores (+)	Inspecciones satisfactorias	TOTAL
SCC	OT-718 (sin SCC)	24,200	33,089	224,711	282
	OT-749 (con SCC)	24,800	33,911	230,289	289
	TOTAL	49	67	455	571

Fuente: Elaboración propia

Con los valores de las tablas 64 y 65 aplicando la fórmula de chi-cuadrado de Pearson, teniendo como datos que el grado de libertad es 2 y la

probabilidad es 0,05 se obtuvo que el chi-cuadrado calculado es **103,784**, por lo tanto, se puede notar que el chi-cuadrado calculado es mayor que el chi-cuadrado mostrado en la tabla 63 que es **5,9915**, de esta forma comparando los dos valores se puede concluir que nuestra hipótesis **H1 es la verdadera;** por lo tanto, si influye el tener un SCC en los resultados de inspecciones técnicas en la fabricación de tanques, si existe relación entre estas dos variables.

Inspecciones técnicas en la fabricación de sistemas de tuberías:

H0: No influye el tener un SCC en los resultados de inspecciones técnicas en la fabricación de sistemas de tuberías.

H1: Si influye el tener un SCC en los resultados de inspecciones técnicas en la fabricación de sistemas de tuberías.

si el CHI calculado es mayor que el CHI de tabla 52, existe una relación entre las variables, de lo contrario no existe.

Luego de realizar los cálculos respectivos se obtuvo los siguientes resultados representados en las siguientes tablas:

Tabla 66

Datos de Frecuencias observadas en la fabricación de sistemas de tuberías

		Resultados de Inspecciones			
	proyecto	Inspecciones insatisfactorias menores (-)	Inspecciones insatisfactorias mayores (+)	Inspecciones satisfactorias	TOTAL
SCC	OT-665 (sin SCC)	78	123	367	568
	OT-725 (con SCC)	26	10	1246	1282
	TOTAL	104	133	1613	1850

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67

Datos de Frecuencias esperadas en la fabricación de sistemas de tuberías

		Resultados de Inspecciones			
	proyecto	Inspecciones insatisfactorias menores (-)	Inspecciones insatisfactorias mayores (+)	Inspecciones satisfactorias	TOTAL
SCC	OT-665 (sin SCC)	31,931	40,835	495,235	568
	OT-725 (con SCC)	72,069	92,165	1117,765	1282
	TOTAL	104	133	1613	1850

Fuente: Elaboración propia

Con los valores de las tablas 66 y 67 aplicando la fórmula de chi-cuadrado de Pearson, teniendo como datos que el grado de libertad es 2 y la probabilidad es 0,05 se obtuvo que el chi-cuadrado calculado es **382,413**, por lo tanto, se puede notar que el chi-cuadrado calculado es mayor que el chi-cuadrado mostrado en la tabla 63 que es **5,991**, de esta forma comparando los dos valores se puede concluir que nuestra hipótesis **H1 es**

la verdadera, por lo tanto, si influye el tener un SCC en los resultados de inspecciones técnicas en la fabricación de sistemas de tuberías, si existe relación entre estas dos variables.

CONCLUSIONES

La falta de un sistema de control de calidad en la fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías en la empresa SERGEAR S.A.C. generó re-procesos, pérdidas de tiempo por paro innecesario. Con la propuesta de sistema de gestión de calidad, se logró un mejor proceso de fabricación en cuanto a tiempo y calidad.

Al implementar el sistema de control de calidad diseñado como propuesta, se logró mayores porcentajes de inspecciones técnicas satisfactorias en la fabricación de tanques. Se mejoró en un 33,48 % y 34,13 % y en cuanto a los sistemas de tuberías se mejoró en un 21,91 % y 31,84 %, evitando así errores innecesarios que generan pérdidas en diferentes ámbitos durante la fabricación de estos elementos.

Gracias al diseño del sistema de control de calidad propuesto, ahora se puede contar con todos los procedimientos y registros de control, para realizar paso a paso cada inspección y tenerlos registrados en estos documentos como evidencia de que se realizó todas las inspecciones programadas.

El plan de control de calidad incluido en el manual de calidad diseñado para la fabricación de tanques verticales y sistema de tuberías, es un mecanismo por el cual, la empresa optimizará su servicio, pues, no tendrá paradas de producción y ayudará a cumplir con los tiempos de entrega de las fabricaciones.

Apoyará a la empresa en lograr el objetivo que demanda la norma ISO 9001:2015, respecto a lograr la satisfacción del cliente, ya que se entregará un producto de calidad, específicamente en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías.

La implementación del sistema de control de calidad propuesto requiere de la disposición de cada uno de los trabajadores de las diferentes jerarquías que conforman la empresa, esto se pudo comprobar durante la ejecución de 4 proyectos obteniendo buenos resultados.

Mediante el análisis estadístico del chi-cuadrado se obtuvo que el chi-cuadrado calculado es 382,413, por lo tanto, se pudo demostrar que el chi-cuadrado calculado es mayor que el chi-cuadrado mostrado en la tabla 63 que es 5,991. De esta forma, comparando los dos valores se pudo concluir que nuestra hipótesis H1 es la verdadera, por lo tanto, sí influye el tener un

SCC en los resultados de inspecciones técnicas en la fabricación de sistemas de tuberías, existe relación entre estas dos variables.

A través del análisis estadístico del chi-cuadrado se obtuvo que el chi-cuadrado calculado es 103,784, por lo tanto, se pudo comprobar que el chi-cuadrado calculado es mayor que el chi-cuadrado mostrado en la tabla 63 que es 5,9915, de esta forma, comparando los dos valores se pudo concluir que nuestra hipótesis H1 es la verdadera, por lo tanto, sí influye el tener un SCC en los resultados de inspecciones técnicas en la fabricación de tanques, sí existe relación entre estas dos variables.

En la fabricación de tanques verticales se redujo de 149 horas perdidas, a 24,5 y 9,5 horas perdidas, en los proyectos donde se mejoró el proceso de inspección técnica.

En la fabricación de sistemas de tuberías se redujo de 143 y 285 horas perdidas, a 33,0 y 18,5 en los proyectos donde se mejoró el proceso de inspección técnica.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica (ESMC), priorizar la implementación de cursos de control de calidad en la fabricación de equipos y/o elementos mecánicos.

A la empresa SERGEAR S.A.C. la implementación total del sistema de control de calidad, diseñado y propuesto en el presente trabajo, ya que traerá muchos beneficios, reduciendo errores cometidos durante la etapa de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías.

Realizar capacitaciones constantes a sus trabajadores en las diferentes áreas como: supervisores, técnicos, personal obrero, administrativos, en temas de control de calidad en fabricaciones para mejorar la eficacia y eficiencia, en base a toda la documentación elaborada en el presente trabajo.

Seguir paso a paso el manual de calidad diseñado para el control de calidad en tanques y sistemas de tuberías, involucra todos los documentos adjuntos en los anexos, apoyará evitar errores y aumentará las inspecciones técnicas satisfactorias.

Permanente actualización del sistema de control de calidad diseñado y propuesto en el presente trabajo, de acuerdo a las innovaciones de las normas en la fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías, además de tener en cuenta las exigencias del mercado.

Realizar todas las inspecciones de control de calidad programadas al inicio de cada proyecto, con las pruebas y ensayos exigidas en las normas y estándares tanto nacionales como internacionales para la fabricación de tanques y sistemas de tuberías.

Los ensayos no destructivos de inspección visual de soldadura, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, placas radiográficas tanto en tanques como en tuberías, serán realizados por personal calificado según la Práctica recomendada SNT-TC-1.

Es importante que al inicio de un proyecto se quede de acuerdo con el cliente, las inspecciones que se realizarán, no es necesario que se cumpla el manual de calidad propuesto en su totalidad. Algunos ensayos no están estipulados en los alcances y presupuesto inicial del proyecto a ejecutar y no es necesario realizarlos.

“Realizar un control de calidad en cada etapa de fabricación reduce los errores y re-procesos” es la frase que resume esta tesis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Petroleum Institute. (2016). *API Standard 650, Welded tanks for oil storage*. Twelfth edition.

American Welding Society. (2015). *Structural Welding Code Steel, AWS D1.1/D1.1M:2015.* 23rd Edition.

Badell Rivas, Yamilet. (2011). *Gestión de calidad en empresas de servicios, conceptos básicos.* Recuperado de:

https://www.gestiopolis.com/gestion-de-calidad-en-empresas-de servicios-conceptos-basicos/

Colunga Dávila, Carlos. (1995). *Administración para la calidad: cómo hacer competitiva a nivel mundial una empresa mexicana*. Recuperado de:

https://www.biblioteca.unach.edu.ec/opac_css/index.php? lvl=notice_display&id=3988

Cuestas Pascagaza, Yosbel y Martínez Montes, Luis. (2009). *Diseño del Manual de Calidad para la empresa Multifin Electrónica S.A.* Tesis. Universidad de La Salle. Recuperado de:

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2251&context=administración_de_empresas

Espinoza Leoz, Daniel. (2009). *Mejores prácticas para la implementación de sistemas de gestión de calidad en empresas.* Recuperado de: https://www.gestiopolis.com/mejores-practicas-implementacion-sistemas-gestion-calidad-empresas/

GlobalSTD Certification. (2018). *Historia de la familia ISO 9001.* Recuperado de: https://www.globalstd.com/networks/blog/historia-de-la-familia-de-normas-iso-9001

Ishikawa, Kaoru. (1986). *¿Qué es control total de la calidad?* Colombia: Editorial normal.

Kearley, Andrea y Umaña, José (2017). *Diseño de un modelo de sistema de gestión de la calidad con fundamento en las normas ISO 9001_2015 para las microempresas del sector metal mecánica de El Salvador.* Universidad de El Salvador. Escuela Ingeniería Industrial.

Méndez Rosey, Julio César. (2013). *Calidad, concepto y filosofías: Deming, Juran, Ishikawa y Crosby.* Recuperado de:

https://www.gestiopolis.com/calidad-concepto-y-filosofias-deming-juran-ishikawa-y-crosby/

Ortega Arribas, Borja. (2010). *Implantación de un sistema de calidad en una empresa de fabricación de maquinaria. Universidad Carlos III de Madrid. España.* Universidad Carlos III de Madrid. Escuela Politécnico Superior. Departamento de Mecánica. España.

Secretaría Central de ISO. (2015). *Norma internacional ISO 9001:2015 Traducción oficial/Official translation/Traduction officielle avalada por el Translation Management Group.* Jinebra-Suiza.

The American Society of Mechanical Engineers. (2019). *ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Nondestructive Examination.* section V" 2019 Edition.

The American Society of Mechanical Engineers. (2019). *ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Qualification Standard for Welding, Brazing, And Fusing Procedures; Welders; Brazers; And Welding, Brazing, And Fusing Operators*. *Section IX*. 2019 Edition

The American Society of Mechanical Engineers. (2013). *Standard Practice forStandard Practice for Heat Fusion Joining of Polyethylene Pipe and Fittings ASTM F2620*. Edición 2013.

The American Society of Mechanical Engineers. (2010). *Tuberías de proceso, ASME B31.3. Revisión de ASME B31.3-2008*.

Ugaz Flores, Luis Alberto. (2012). *Propuesta de diseño e implementación de un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2008 aplicado a una empresa de fabricación de lejías*. Tesis pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima-Perú. Recuperado de:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1424/UGAZ_FLORES_LUIS_ISO_9001_2008.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

Documentos generales elaborados para el sistema de control de calidad en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías

1. Plan de calidad elaborado para el SCC
2. Procedimiento de control y elaboración de documentos

PLAN DE GESTION DE CALIDAD

Código: SGC-C-PLA-GEN-001

"PARA PROYECTOS EN LA FABRICACIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍAS Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para Revisión y Aprobación	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe de Proyectos	Nombre: Gerente Sergear

Contenido

Política de Calidad 2
Visión 2
Misión 2
1. Aplicación, alcance y objetivos de la calidad. 3
1.1. Campo de Aplicación 3
1.2. Alcance del Plan de Calidad (PC) 3
1.3. Política de Calidad SERGEAR S.A.C. y Objetivos de Calidad 3
2. Referencias, Normativas aplicables – Elementos de Entrada 3
2.1. Referencias específicas del proyecto 3
2.2. Normativa y Reglamentación aplicable 3
2.3. Normas 4
3. Organización 4
3.1. Compromiso del Responsable del Proyecto 4
3.2. Enfoque al cliente 4
3.3. Funciones y Responsabilidades 4
4. Términos y definiciones 5
5. Control Documentario del Plan de Calidad 6
5.1. Documentos Jerárquicos del Cliente 6
5.2. Requisitos de la documentación 6
5.3. Control de Documentos y Control de Registros 6
6. Recursos 8
6.1. Recurso humano 8
6.2. Ambiente de trabajo 8
6.3. Infraestructura, mantención de equipos, maquinarias y herramientas 8
7. Realización del producto 8

1. Plan de calidad elaborado para el SCC

7.1. Condiciones de inspección y Ensayo....8
7.2. Verificación de la calidad – Planes de Puntos de Inspección y Ensayo....9
7.3. Control de cambios....9
8. Materiales y equipos a ser incorporados a obra....10
8.1. Compras....10
8.2. Verificaciones del proceso de adquisición....10
8.3. Servicios a terceros y fabricaciones externas....10
9. Medición análisis y mejora....11
9.1. Control de la producción y realización....11
9.2. Procesos de autocontrol....11
9.3. Identificación de las Verificaciones, Pruebas y Ensayos....11
9.4. Identificación y trazabilidad de productos....11
9.5. Tratamiento de no conformidades....12
9.6. Mejora continua – análisis de datos....12
9.7. Gestión de las Acciones Correctivas y Preventivas....12
10. Proceso de traspaso – Dossier de proyecto....13
10.1. Liberación final y entrega de Obra....13
10.2. Dossier del Proyecto....13

Introducción

El presente Plan de Calidad (PC) describe la metodología de prácticas y medios bajo los cuales SERGEAR S.A.C. desarrollará los trabajos de Control de Calidad en la "FABRICACIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍAS Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO "y está lineado a la norma ISO 9001:2015.

El contenido de estos documentos acerca de los diferentes aspectos del proceso de construcción permitirá dar la garantía al cliente que los trabajos ejecutados por SERGEAR cumplen con los requisitos de Calidad.

SERGEAR S.A.C. ha definido una estrategia específica para la ejecución de este proyecto; todos los miembros de la organización, desde el más alto representante de la dirección, hasta el último trabajador de la obra, tienen presente que sus actividades deben ser realizadas bajo cumplimiento de los requisitos del Cliente.

Política de Calidad

"Ser Socios estratégicos de Nuestros Clientes, satisfaciendo sus necesidades y Conseguir la competitividad necesaria para el éxito de la empresa. Las operaciones se realizan contando con personal calificado y comprometido con las expectativas contractuales, promoviendo en nuestros trabajadores una permanente actitud innovadora dirigida al mejoramiento continuo de los Procesos".

Esta política forma parte de la Cultura de Calidad de SERGEAR y en tal sentido es aplicada en toda nuestra Organización.

Visión

"Estar en los próximos años, como una de las Empresas más competitivas en el mercado Nacional e Internacional, brindando Servicios en Obras Civiles y Electromecánicas".

Misión

"Existimos con el propósito de brindar a nuestros Clientes un Servicio de Calidad regido bajo Estándares Internacionales, que nos permite estar a la Vanguardia de la Tecnología, esto orientado a satisfacer las diversas Necesidades de la Industria".

1. Aplicación, alcance y objetivos de la calidad.

El Plan de Gestión de Calidad (PGC) deberá tener la conformidad del Ingeniero Residente y la aprobación del CLIENTE, antes de su aplicación.
La actualización, revisión, control e implementación del PC en la empresa, así como de sus anexos (Matriz de inspecciones, Planes de Puntos de Inspección, Lista de procedimientos de control, Lista de formatos de registros y otros), son de responsabilidad del Supervisor de Control de Calidad.

1.1. Campo de Aplicación

El presente PC tiene por objetivo definir el modo de implementar y ejecutar el Plan de Calidad de SERGEAR S.A.C.; y es aplicado para:

- ✓ **Contrato N°:** "describir"
- ✓ **Obra:** "describir"
- ✓ **Cliente:** "describir"
- ✓ **Modalidad:** "describir"
- ✓ **Plazo:** "describir"

1.2. Alcance del Plan de Calidad (PC)

El propósito del presente Plan de calidad es identificar los métodos de gestión de calidad que serán aplicados al contrato entre SERGEAR S.A.C. y el CLIENTE para la fabricación de tanques y sistemas de tuberías.
Las actividades que influyen en la calidad final de nuestro servicio serán gestionadas, según su criticidad; en 3 niveles:

- ✓ Nivel 1 con Procedimientos de calidad.
- ✓ Nivel 2 con Plan de Puntos de Inspección (PPI) / Matrices.
- ✓ Nivel 3 actividades a regirse por las especificaciones y normas vigentes por no requerir, en un principio estar documentadas.

1.2.1. Inclusiones:

Aplicado a toda la organización de SERGEAR S.A.C; para la ejecución de los trabajos en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías.

1.2.2. Exclusiones:

Diseño y desarrollo (requisito 7.3 del ISO 9001), considerando que la Ingeniería ha sido efectuado por el CLIENTE.
El Plan de Calidad y los Planes de Puntos de Inspección, son entregados al cliente para revisión. Una vez revisado el PGC, este es emitido en Rev. "0", incluyendo los anexos (Lista de PPI, Log de Procedimientos, Log de Registros).

1.3. Política de Calidad SERGEAR S.A.C. y Objetivos de Calidad.

Alineados a la Política de Calidad de SERGEAR S.A.C. (Anexo 01), el responsable de Obra, establecerá los Objetivos de calidad específicos para el Proyecto, el mismo que será difundido a todo el personal de Obra.

2. Referencias, Normativas aplicables – Elementos de Entrada

Las actividades a realizarse y los materiales deben ajustarse a la última revisión de las normas, códigos, regulaciones, especificaciones y estándares mencionados en los documentos técnicos y contractuales.

2.1. Referencias específicas del proyecto

- Estos son entregados por el cliente al inicio de las actividades del proyecto (colocar listado en este punto).

2.2. Normativa y Reglamentación aplicable

- Tuberías de proceso Código ASME para tuberías a presión (ASME B31.3)
- Diseño, Montaje y Construcción de Tanques Soldados de acero (API 650)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- Steel Structure Painting Council (SSPC)
- ASME IX
- ASME V
- ASME VIII
- ASTM-F2620
- Demás indicados en el alcance del cliente y que apliquen contractualmente.

2.3. Normas

- Norma Internacional ISO 9001:2015, Sistema de Gestión de Calidad, Requisitos.
- Norma Internacional ISO 9000:2015, SGC Fundamentos y Vocabulario.

3. Organización

SERGEAR S.A.C. ha previsto para la fabricación de tanques y sistemas de tuberías una organización conformada por profesionales, técnicos y empleados con la experiencia obtenida en contratos similares.
El presente documento, describe en forma resumida las funciones y responsabilidades principales asociadas a la calidad, según el organigrama de SERGEAR S.A.C.

3.1. Compromiso del Responsable del Proyecto

Es compromiso del Ingeniero Residente, en representación de SERGEAR S.A.C.; implementar y difundir el Sistema de Gestión de Calidad de SERGEAR S.A.C. a toda la organización del proyecto, y dar a conocer su importancia para satisfacer los requisitos establecidos por el Cliente, como los legales y reglamentarios.

Para ello, el Ingeniero Residente de Obra establecerá:

Reuniones diarias con su equipo de trabajo para asegurar la disponibilidad de recursos, verificando el cumplimiento del avance del Proyecto.

Reuniones semanales documentadas, para llevar a cabo revisiones y verificar el cumplimiento de los Alcances y las Especificaciones Técnicas y la verificación de la difusión de los objetivos trazados.

3.2. Enfoque al cliente

El Ingeniero Residente de SERGEAR S.A.C. deberá estar en permanente comunicación con el Cliente, a fin de recibir su información, acerca de que sus requisitos están siendo cumplidos a su satisfacción.

3.3. Funciones y Responsabilidades

- **Ingeniero Residente:**
  - Responsable de la plena implementación del presente Plan de Gestión de Calidad (PGC).
  - Instruir al personal respecto de la aplicación y desarrollo del PGC y verificar su cumplimiento
  - Emitir la(s) instrucción(es) de trabajo que sea(n) necesaria(s) para el apoyo de las actividades que afecten la calidad de los entregables o productos de su área
  - Verificar los resultados obtenidos en la implementación del Plan, para definir las acciones correctivas y preventivas.
  - Asignar los recursos necesarios para que su organización cumpla con los requisitos especificados y el presente PGC.
  - Efectuar las coordinaciones con el Cliente y definir anticipadamente los requisitos especificados para evitar no conformidades.
  - Liderar el grupo de proyecto para que los productos de la obra cumplan con los requisitos del Cliente.
  - Coordinar y ejecutar el levantamiento de no conformidades y otras observaciones presentadas durante el Proyecto.

- **Ingeniero de Calidad (QC)**
  - Es responsable del cumplimiento del plan y programa de calidad.
  - Apoyar al supervisor de terreno para la plena implementación del Plan de Calidad.
  - Responsable del mantenimiento e implementación de los procedimientos y registros de calidad en la obra.
  - Realizar las liberaciones durante el proceso constructivo e inspecciones de seguimiento en cada uno de los segmentos de trabajo para asegurar el cumplimiento con el Plan de Calidad y las especificaciones del Contrato.
  - Coordina y elabora el programa de pruebas de Control de Calidad de la obra.

- Coordinar los aspectos de calidad relacionados al proyecto ante el cliente.
- Verificar el empleo de documentación, planos y demás especificaciones técnicas, debidamente aprobados para construcción.
- Identifica, apertura y efectúa los reportes de No Conformidad internos de la obra
- Levantamiento de RNC.
- Elaborar y presentar, el Dossier de Calidad del proyecto al cliente, de acuerdo a los avances del proyecto.

- **Ingeniero de Seguridad**

  - Difundir y velar por el cumplimiento de las políticas de seguridad establecidas por la empresa.
  - Responsable de coordinar actividades en beneficio del bienestar, salud e higiene de los trabajadores en taller y Obra.
  - Reportar al Ing. Responsable de la Residencia y a la Jefatura de Seguridad - HSE de SERGEAR de la oficina principal, desviaciones de las Políticas de Seguridad.
  - Capacitar a los trabajadores en materia de seguridad en Taller y Obra.
  - Inspeccionar todas las áreas e instalaciones de la Obra y recomendar las medidas correctivas/ preventivas.

- **Supervisores de Disciplina**

  - Responsable de la coordinación de los trabajos de obra.
  - Cumplir los requisitos del cliente aplicables al presente contrato.
  - Responsable de asignar los recursos, movilidad, comunicación y hombres para cumplir con el PGC.
  - Asignar los responsables de llevar a cabo los protocolos de control de calidad de producción.
  - Coordina los cambios y consultas de ingeniería a través del Ingeniero Residente. (RFI correspondientes).
  - Verificar el empleo de documentación, planos y demás especificaciones técnicas, debidamente actualizados y aprobados para construcción.
  - Retira toda documentación obsoleta que pueda generar confusión y por ende afectar la calidad de los procesos y productos de la obra.
  - Elaborar los planos "Red - Line" de acuerdo a avance y entrega al Cliente.

4. Términos y definiciones

- **Aseguramiento de calidad**: Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad. Es efectuada por SPCC.
- **Auditoria**: Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia de la auditoria y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoria.
- **Calibración**: Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones específicas, la relación entre valores indicados por un instrumento de medición o valores representados por medidas reales y el valor correspondiente conocido de una magnitud medida.
- **Calidad**: Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.
- **Conformidad**: Cumplimiento de un requisito.
- **Control de calidad**: Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.
- **Especificación**: Documento que establece requisitos.
- **Gestión de la calidad**: Aquel aspecto de la función general de gestión de una organización que define y aplica la política de calidad.
- **Inspección**: Evaluación de la conformidad por medio de observaciones, medición ensayo/prueba u otros medios.
- **Manual de calidad:** Documento que especifica el sistema de gestión de la calidad de una organización.
- **Norma:** Documento donde se indican reglas aceptadas para llevar a cabo una prueba específica.
- **Patrón de referencia**: Aparato o material cuyas propiedades son suficientemente homogéneas y bien definidas que se usan para

calibrar un instrumento, evaluar un método de medida o para asignar valores a materiales de prueba.

- **Plan de Gestión de Calidad:** Documento que especifica qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quien debe aplicarlos y cuando deben aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato especificado.
- **Política de Calidad**: Intenciones globales y orientación de una organización relativas a la calidad tal como se expresan formalmente por la alta dirección.
- **Procedimientos de trabajo**: Son documentos que detallan el método a emplear para la ejecución de actividades que sean críticas o específicas para el control de la calidad del proyecto.
- **Prueba:** Operación técnica que consiste en la determinación de una o varias características de un producto, proceso o servicio dado, de acuerdo con un procedimiento especificado.
- **Registros de control:** Son documentos que evidencian la ejecución de los trabajos de verificación e inspección de los trabajos realizados, estos registros son de dos tipos:
  - **Internos:** Documentos de manejo interno como reportes, listas, informes, minutas.
  - **Externos:** Documentos emitidos por terceros como certificados, documentos del cliente o proveedor y registros de las inspecciones y pruebas
- **Sistema de Gestión de la Calidad:** Sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.
  Además, son válidos todos los términos indicados en la norma ISO 9000.
- **Validación:** Es la acción de probar que un procedimiento, proceso, sistema, equipo o método usado en la producción o control de un producto funciona de acuerdo a lo esperado y logra el resultado propuesto.
- **Verificación:** Serie de operaciones que son seguidas para efectuar la comprobación de que un equipo, aparato o instrumento funciona dentro de límites permisibles.

5. Control Documentario del Plan de Calidad

Los documentos del PGC de SERGEAR S.A.C. están jerarquizados como:

a) De primer orden: Plan de gestión de calidad, PIE's
b) De segundo orden: Procedimientos y matrices.
c) De tercer y cuarto orden (a nivel operativo): formatos de registros de control, protocolos, listas de verificación, memorias, otros.

5.1. Documentos Jerárquicos del Cliente

a) En caso de discrepancias entre especificaciones técnicas y planos, estas últimas son mandatorios. En caso de diferencias entre las dimensiones dibujadas en los planos y las cotas indicadas en ellos, las cotas prevalecen. En el caso de incompatibilidades entre los planos de estructuras y los planos de otras especialidades, se debe respetar lo indicado en los planos estructurales.
b) Deberá cumplir con el alcance, planos y especificaciones

5.2. Requisitos de la documentación

a) El PGC implementado en este proyecto está estructurado sobre la base del sistema de gestión documental de SERGEAR S.A.C; pero durante la ejecución del proyecto puede ser acondicionada u originada según los requerimientos específicos del Cliente.
b) Como parte de la implementación del PC, la Obra dispondrá de toda la documentación necesaria, incluida lo ofrecido en nuestra oferta técnica.
c) Los procedimientos alineados con la norma ISO 9001:2015 en última revisión, tendrán la siguiente estructura: Objetivos, Alcance, Referencias (documentos Aplicables), Definiciones (Terminología), Responsabilidades, Descripción de las actividades, Registros y Anexos en caso los hubiese.
d) Los procedimientos de gestión de influencia directa con la empresa, serán aprobados por el Gerente General de la Empresa, en cambio, los relacionados con la operación en Obra son aprobados por el Ingeniero Residente y el cliente.

5.3. Control de Documentos y Control de Registros

5.3.1. Consideraciones Generales

a) Aprobación de Actividades

Cuando se realicen actividades que requieran aprobación previa, se coordinará con el Cliente, para que alguno de los representantes de QA del Cliente, se apersone, de ser necesario, a verificar la calidad de las mismas; dando luz verde para la realización de dicha actividad.
El Supervisor de Calidad de SERGEAR S.A.C. llenará los formatos de registro respectivos, en los cuales registrará la información indicada.

b) Registros de Calidad

Los registros/protocolos son permanentemente elaborados al pie de las fabricaciones y llenados preferentemente por personal de construcción. El llenado contempla realizar las anotaciones en formatos limpios, sin enmendaduras ni borrones. Cualquier alteración o incumplimiento (mal llenado) da lugar a la invalidación del documento.
Considerando que los protocolos contienen información muy valiosa para SERGEAR S.A.C; y su Cliente, se tomarán las siguientes medidas con ellos:

- ✓ Ser legibles;
- ✓ Estar fechados;
- ✓ Relacionarse fácilmente con los productos, actividades y/o la obra o parte de ella;
- ✓ Estar debidamente firmados;
- ✓ Archivarse en forma adecuada;
- ✓ Almacenarse en lugar donde no se deterioren;
- ✓ Definir el tiempo de retención; y
- ✓ Protegerlos del acceso no autorizado.

SERGEAR S.A.C; mantendrá una copia de todos los registros de calidad, por lo menos 1 año, a contar de la fecha de recepción de la obra, a no ser que se indique otro periodo en el proyecto y contar con una codificación única.

5.3.2. Control de documentos

a) Toda la documentación que contenga datos e información que pueda afectar la calidad de los trabajos por ejecutar, será controlada por SERGEAR S.A.C; a través del Profesional designado, para el resguardo y orden de documentación de Control de Calidad de Obra. El objeto es evitar que los procesos sean ejecutados bajo documentación y datos desactualizados y por ende puedan generar resultados no conformes con las especificaciones y estándares del Cliente.

b) Los métodos para una adecuada, efectiva y responsable recepción, emisión, distribución, archivo y control de los documentos del Sistema de Gestión de la Calidad, será previamente coordinado con el Cliente, para una adecuada fluidez.

c) La correspondencia técnica y de calidad del proyecto es tramitada con el CLIENTE solo a través del Ingeniero Residente de Obra de SERGEAR S.A.C., mediante el formato indicado por el Cliente.

d) En este proyecto, todos los Documentos suministrados por SERGEAR S.A.C., incluidos los generados por la obra; serán señalados en el registro "Lista Maestra de Documentos del proyecto" que será previamente aprobado por el Cliente.

e) El responsable de Calidad, controla y distribuye en copia controlada, a todos los involucrados; toda la documentación del Plan de Gestión de Calidad (Procedimientos e Instrucciones, PIE y otros documentos, generados en Obra.

5.3.3. Control de registros

a) SERGEAR S.A.C; adoptará los formatos del Manual de Procedimientos del Cliente. Los formatos necesarios que no se encuentren en dicho manual serán elaborados por el responsable de Calidad de nuestra representada.

b) SERGEAR S.A.C; con los formatos establecidos (Lista maestra de documentos), podrá registrar las inspecciones, ensayos, pruebas y las verificaciones del proceso concluido, de ser necesario se incluirán un plano de ubicación indicando posición y detalles de las pruebas realizadas; con el objetivo de tener evidencia objetiva de que los trabajos han sido efectuados conforme a los requisitos del Cliente.

c) El Responsable de Calidad, realizará el proceso de verificación y aprobación ante EL CLIENTE y la tendrá disponible para cualquier solicitud.
d) SERGEAR S.A.C; administra y mantiene sus formatos de calidad de acuerdo a su sistema de gestión de calidad.
e) Los Registros originales, con firmas completas; serán entregados al CLIENTE en el dossier de Calidad, a la culminación del Proyecto (fabricación de tanques y/o sistemas de tuberías).

6. Recursos

SERGEAR como empresa empeñada en el desarrollo y la satisfacción del Cliente cuenta con personal calificado en cada una de sus Áreas, personal que asume el liderazgo en las tareas encomendadas. El liderazgo asumido por el personal de la empresa está vinculado a los compromisos asumidos por la empresa en su Política de Calidad. En tal sentido la empresa está comprometida en suministrar los mejores recursos para el cumplimiento de los proyectos encomendados.

6.1. Recurso humano

a) La Gerencia General y de RRHH de la oficina principal; es responsable de que sean proveídos para la Obra, tanto el personal de Mano de Obra Directa y Mano de Obra Indirecta, previamente identificados por el Administrador de Contrato.
b) El Proceso de selección y reclutamiento de personal, Mano de Obra Indirecta, se realiza desde Oficina Central, y sus funciones están descritas en el perfil de puesto correspondiente.
c) El mismo proceso es para personal de obra de Mano de Obra Directa, pero personal local (lugar de la obra) puede ser asumido directamente por la obra previa coordinación con la Oficina Principal.
d) Toda la información que se posee del trabajador, es almacenada en su Carpeta Personal, cuyo contenido se archiva en Oficina Central (físico y digital).

6.2. Ambiente de trabajo

a) SERGEAR S.A.C; entregará los implementos de protección personal requeridos al personal que laborará en obra, manteniendo registros de la entrega de los EPP.
b) SERGEAR S.A.C; se encargará del alojamiento y alimentación de su personal, y les suministrará movilidad, para trasladarse hacia y desde las instalaciones de la Obra.

6.3. Infraestructura, mantención de equipos, maquinarias y herramientas

a) SERGEAR S.A.C; suministrará los equipos de construcción, así como proveerá en obra de adecuadas instalaciones temporales para su personal (oficinas, almacén, talleres, y servicios), con equipos computacionales (equipos y redes) y el software necesario para desarrollar debidamente el contrato.
b) En comunicación SERGEAR S.A.C.; considera tanto el uso de teléfono fijo, equipos de radio, y un sistema de correo electrónico para el personal según sea necesario.
c) SERGEAR S.A.C; considera su parque de maquinaria como uno de los pilares fundamentales para la realización de las actividades de construcción. Se realizará mantenciones programadas, diarias o de rutina con el fin de garantizar la disponibilidad de éstas.
d) SERGEAR S.A.C; es responsable de la vigilancia de sus zonas de trabajo, realizando sus operaciones de tal forma que se eviten pérdidas por robos, daños, u otras condiciones.

7. Realización del producto.

7.1. Condiciones de inspección y Ensayo.

Se contempla la identificación y generación de los formatos de Control, que sean consistentes con cada fase de la Obra (WBS). Deben ser firmados por el Cliente.

En estos formatos se indicarán las inspecciones realizadas durante el proceso constructivo por fase, y deberán contar con todos los estándares establecido por el Cliente.

7.2. Verificación de la calidad – Planes de Puntos de Inspección y Ensayo

a) Los procesos identificados y considerados principales serán identificados y controlados a través de los denominados puntos de inspección. Es decir, cada proceso deberá ser habilitado (controlado y verificado) antes de que éste pueda pasar a la etapa siguiente.
b) La calidad de los trabajos será controlada y evidenciada en los formatos de calidad de SERGEAR S.A.C. o del Cliente, registrándose el nombre, cargo, fecha y firma del responsable.
c) SERGEAR S.A.C; evidenciará mediante registros las inspecciones ejecutadas, y mediante protocolos, listas de verificación, certificados, informes, etc. las pruebas y ensayos efectuados.
d) Los registros serán efectuados según los Planes de Puntos de Inspección y Ensayos (PIE), especificaciones técnicas, planos, etc.
e) En base a los Planes de Inspeccion (WBS) los Inspectores de calidad deberán elaborar (según su especialidad) las "Matrices de Inspección", con el fin de obtener la cantidad aproximado de registros que serán aplicados en el proyecto.
f) El seguimiento y control del PIE es una tarea del Inspector de Calidad, según su especialidad.
g) Los re-trabajos serán efectuados por SERGEAR S.A.C. sin ningún costo adicional, excepto si el trabajo fuese efectuado conforme a contrato.

7.3. Control de cambios

7.3.1. Consultas y cambios de Ingeniería

Todos los trabajos serán ejecutados cumpliendo estrictamente con la ingeniería del proyecto aprobada, tal documentación será la única válida para efectos de la ejecución de todos los procesos.
SERGEAR S.A.C; podrá hacer sus consultas sobre cualquier detalle de la ingeniería del proyecto, a través de los procedimientos establecidos por el cliente (RFI). No está permitido realizar trabajos donde se planteen modificaciones y/o alteraciones y que estos aun siendo planteados no hayan sido formalmente aprobados por ingeniería del Cliente. La finalidad de la formalización es dar el tratamiento adecuado a los cambios de ingeniería que pudieran existir y evitar costos de no calidad y extensión de plazos no previstos.
Los cambios de ingeniería solicitados por el cliente, podrán ser atendidos de acuerdo a un prudencial tiempo de entrega del requerimiento.
Para las consultas de ingeniería de este proyecto se empleará el formato Request for Information (RFI), el uso y gestión de este documento obedece estrictamente a términos de la ingeniería de diseño.

7.3.2. Control de Calidad en los Procesos Constructivos.

Efectuados en conformidad a los Planes de Puntos de Inspección señalados en la lista maestra de documentos.

7.3.3. Comunicación con el cliente

En el inicio del proyecto y con aprobación del Administrador de Contrato, deberá generarse una Matriz de comunicaciones.
Se intercambiarán documentos tales como:

- **RFI:** para realizar consultas técnicas
- **Ordenes de Cambio:** con el objeto de oficializar las modificaciones a los alcances de este trabajo, que constituya un cambio en el precio o en el cronograma establecido.
- **Cartas:** estas sólo se usarán exclusivamente relacionados con el documento contractual, entre otros.
- **Transmittal:** Para transmisión de documentación del proyecto al Cliente.

Además del intercambio de correos, SERGEAR S.A.C; llevará a cabo la ejecución del proyecto en coordinación permanente con el Cliente, con reuniones contractuales semanales que quedarán registradas en minutas diseñadas por el Cliente.

7.3.4. Propiedad del cliente

En el caso de detectar información, producto o servicio (ingeniería, suministros, instalaciones o trabajos) no conformes (perdido,

dañado o resulta inapropiado para su uso), estos serán registrados y reportados de inmediato por SERGEAR S.A.C. al Cliente.
En el lugar asignado para los materiales dañados, estos serán señalados con una inscripción que denote su desuso.
Los materiales pertenecientes al Cliente serán retirados "conforme" y mediante formato y documentación aprobada, y según cronograma previamente coordinado con el Cliente.
Los planos, manuales, especificaciones del fabricante y de la instalación, son propiedad del Cliente. Son entregados a SERGEAR S.A.C. para su uso durante la instalación y entregados al cliente al término del contrato.

8. Materiales y equipos a ser incorporados a obra

De acuerdo a los compromisos contractuales, SERGEAR S.A.C; proveerá los equipos, máquinas, materiales y afines. Todo suministro de equipos, materiales es plena responsabilidad del contratista.
Todos los materiales que se incorporen al proyecto serán sujetos a la verificación física y documental (los materiales deberán contar con certificado de calidad) por parte del almacén de obra, SERGEAR S.A.C. tiene previsto emplear registros de calidad para la recepción de materiales.
Previa comunicación al Cliente, hará uso de materiales, equipos, y/o componentes debidamente aprobados como resultado del control de recepción.

8.1. Compras

SERGEAR SAC suministrará los consumibles y equipos indicados dentro de las bases de licitación y que están contemplados dentro de nuestra propuesta técnica y económica.
Las compras se realizan mediante un requerimiento de materiales interno de SERGEAR S.A.C.
Los materiales, productos y/o elementos de construcción comprados deberán contar con Certificado de Calidad otorgado por el Proveedor, si en caso se requiera serán avalados por un organismo competente.

8.2. Verificaciones del proceso de adquisición

Durante el desarrollo del proyecto, Almacén de Obra de SERGEAR S.A.C., en coordinación con el Responsable de calidad, controlará y verificara la calidad de los materiales críticos que ingresan al almacén de obra y que van a formar parte del producto:

a) **Inspección:**
Verificar lo recibido contra la Guía de remisión/ factura. Si no tienen correspondencia o están defectuosos debe de ser devuelto al proveedor o Almacén Central (Ilo) según corresponda y se da aviso a Logística por correo electrónico.

b) **Recepción:**
Almacén recibe los materiales según guía de remisión para su previa revisión por personal asignado a la tarea (Almacenero).
Se revisa toda la documentación adjunta y se hace comparación con lo recibido.
Luego se realiza la comunicación hacia el almacén central (Ilo), confirmando u observando la entrega.

c) **Almacén:**
Una vez que la recepción de todos los materiales ha sido completada, pasan a su respectiva familia de productos, según indicación del proveedor.

d) **Entrega de los productos al usuario o solicitante:**
La solicitud de requerimiento de materiales debe ser firmada y autorizada por el Ingeniero Residente.
Para verificar que se cumpla con las especificaciones del contrato, el Responsable de Calidad, revisará los Certificados de Calidad de los materiales críticos suministrados por SERGEAR S.A.C; se registrará los defectos o desviaciones comunicando a los interesados.

8.3. Servicios a terceros y fabricaciones externas

De acuerdo al alcance del Proyecto, se estructura por paquetes de trabajo y se disgregan de la siguiente manera:

a. Vendedor: proveedores de suministros de productos, materiales, equipos.

b. Contratistas: proveedores directos de servicios de construcción y/o instalación.
c. Proveedores de servicios: proveedores de servicios de laboratorio.
d. Consultores: proveedores de servicios profesionales, ingeniería.

Se verificará las calificaciones de los proveedores, en base a sus capacidades y rendimientos, los que sean aplicables al Proyecto, siendo el proceso documentado y controlado para asegurarse de que los productos o servicios estén conforme a los requisitos especificados.
En el caso de fabricaciones de taller, el dossier de calidad, por la fabricación llegará conjuntamente con los elementos fabricados. Este deberá ser validado por el Responsable de calidad del Proyecto.

9. Medición análisis y mejora

Se efectuará seguimiento continuo a las RNC, reclamos del Cliente.

9.1. Control de la producción y realización

Las áreas operativas deben medir y verificar las características del producto para asegurar que se cumplen los requisitos del mismo. Lo anterior se realiza en etapas definidas en los Planes de Puntos de Inspección, Protocolos asociados a las actividades y Procedimientos e Instructivos de Trabajo, que permiten controlar los requisitos del producto.

9.2. Procesos de autocontrol

Control Topográfico: Este proceso controlará las especificaciones técnicas requeridas por el Cliente. Los controles quedaran evidenciados en los registros correspondientes.
Se requiere control topográfico para este proyecto para efectuar el trazo para la ubicación y niveles de las diferentes estructuras que componen el proyecto, asimismo es muy importante para la instalación de los pernos de anclaje.
Controles de Laboratorio: Las actividades definidas en el Plan de Puntos de Inspección, en sus criterios de aceptación y frecuencias de muestreo, serán la base para la clasificación de materias primas, y realización de ensayos a materiales, productos en proceso o productos terminados.

9.3. Identificación de las Verificaciones, Pruebas y Ensayos

SERGEAR S.A.C; orientará sus actividades de QC, a asegurar de que en el proyecto se realicen los trabajos en conformidad a los Planos y documentos técnicos del proyecto, empleando las mejores prácticas de la construcción y comprobando que se hayan efectuado satisfactoriamente todos los ensayos, pruebas verificaciones en el proceso constructivo.
Para asegurar el cumplimiento del objetivo se verificará, en conformidad al Plan de Control de Calidad:

- Se verificará que la construcción se esté realizando conforme a los requisitos del proyecto para lo cual se protocolizarán las verificaciones, ensayos y pruebas establecidas en los procedimientos de control de calidad.
- El Supervisor de Obra, dispondrá en campo una copia de todos los planos del proyecto, exclusivamente para llevar un control de los cambios efectuados (Red Line).
- Que se disponga en Obra, los certificados de recepción conforme de los materiales, equipos y suministros estos no deben registrar No Conformidades.
- Las condiciones de manipulación y almacenamiento, para evitar deterioros en los equipos y materiales.
- Que se disponga y sean incorporadas a la obra las modificaciones al Contrato, cuando sea pertinente.
- Que, en todo momento, durante la ejecución de las obras, se estén aplicando correctamente los conceptos de QC y las normas del proyecto.

9.4. Identificación y trazabilidad de productos

Serán de conocimiento de Obra, todas las certificaciones de calidad que se necesitan para el desarrollo del proyecto; tanto de equipos como de suministros.

Todos los materiales suministrados para el servicio ofrecido, serán identificados desde su recepción hasta la entrega del producto final a Cliente.

El responsable de Calidad, será responsable de confirmar que los materiales, productos y/o servicios, se identifiquen en todo momento, desde la recepción hasta la entrega al Cliente.

Los productos y servicios que desarrolla SERGEAR S.A.C. corresponden a la prestación de servicios en el ámbito de la construcción. Como tal, cada servicio desarrollado es un "producto" distinto, que responde a requisitos específicos de un Cliente en particular.

SERGEAR S.A.C; Identificará el producto suministrado por medios adecuados (marcas, códigos, timbres u otros medios de visualización). La identificación debe ser coordinada con el Cliente.

La trazabilidad también se aplica a elementos en proceso de construcción, a través de marcas claramente señaladas en la superficie de los elementos a controlar.

9.5. Tratamiento de no conformidades

SERGEAR S.A.C; tiene previsto realizar los trabajos bajo condiciones controladas, cualquier actividad o proceso no conforme es identificado por cualquier personal de SERGEAR S.A.C., la apertura del Reporte de No Conformidad (RNC) puede ser originado por cualquier supervisor responsable de producción, QC o Supervisor de proyecto.
El Responsable de QC codifica, registra y realiza seguimiento de los RNC, todas las RNC aperturadas en relación a los trabajos de producción deben ser atendidos y resueltos por el Supervisor de terreno.
Los RNC deben ser objeto de evaluación permanente, las acciones correctivas deben servir para desarrollar aptitud proactiva en la organización y con ello generar acciones preventivas para evitar no conformidades e identificar los potenciales.
El cierre del RNC es realizado por el originador, salvo autorización expresa del mismo o Supervisor QC.
Para el caso de un RNC (originado por el CLIENTE) y se requiera de un procedimiento de reparación, SERGEAR S.A.C. elaborará este y lo presentará a Ingeniería del CLIENTE para su aprobación respectiva (el procedimiento es responsabilidad de SERGEAR S.A.C.), luego de la aprobación se ejecutará el trabajo, se completará la hoja de aceptación y se solicitará el cierre del RNC bajo Transmittal o Carta.
Los Reportes de No Conformidad serán tratados bajo los procedimientos establecidos por el Cliente. Y tendrán un plazo de 10 días para su levantamiento.

9.6. Mejora continua – análisis de datos

Basándose en el análisis y la revisión de los eventos, SERGEAR S.A.C; define las acciones concretas necesarias con la finalidad de mejorar los resultados de la obra. Estas acciones se orientan a mejorar los resultados de la obra, ya sea que se controlen mediante indicadores o por el margen resultante.
El análisis de resultados de las obras se realiza a partir de los datos tomados de:

- Reportes de No Conformidad internos
- Reportes de No Conformidad emitidos por el cliente.
- Costos de no calidad producidos
- Identificación y mejora de procesos
- RFI

9.7. Gestión de las Acciones Correctivas y Preventivas

Las acciones correctivas y acciones preventivas son planificadas, registradas y ejecutadas con asignación de responsabilidades, que implican:

- El registro e identificación de las no conformidades asociadas.
- La investigación de causas.
- La decisión de implementarlas y la asignación de recursos y plazos
- La ejecución y control de acciones concretas.
- La verificación de eficacia de la acción implementada.

Ante la repetición de no conformidades o como resultado de las auditorías internas, se generan acciones correctivas, donde se debe hacer un análisis de causa detallado para el problema.

El Responsable de Calidad es el responsable de verificar la ejecución de las acciones correctivas dispuestas según los requerimientos especificados.

10. Proceso de traspaso – Dossier de proyecto

10.1. Liberación final y entrega de Obra

El proceso de liberación y entrega se realizará por sistemas o entregable final. La aceptación física es a través de las llamadas caminatas de construcción. La aceptación documental se realiza primero a través de la entrega de Dossier de proyecto al Cliente, quien revisa y da conformidad. Finalmente, el cliente emite el Aceptance Report del Dossier entregados.

Al mismo tiempo SERGEAR S.A.C. a través del área operativa elabora los planos Red Line y "AS-BUILT" (de ser necesario), de acuerdo a lo establecido por los procedimientos de Ingeniería del cliente. Si todos los planos están conformes, Ingeniería del cliente emite el correspondiente Aceptance Report.

10.2. Dossier del Proyecto

El QC INDEX será establecido por SERGEAR S.A.C. en coordinación con el Cliente y previo al inicio de los trabajos.

El Supervisor QC de SERGEAR S.A.C. tiene previsto organizar el Dossier y hacer su entrega conforme se vaya ejecutando los trabajos, obra terminada - Dossier entregado. El objeto del Dossier es facilitar al cliente toda la documentación que deja evidencia de que los trabajos se han ejecutado según los requisitos especificados, además de ser documentos importantes y aplicables a los trabajos de mantenimiento y ampliación.

El Dossier comprende:

- ✓ Plan de Gestión de Calidad.
- ✓ Plan de Puntos de Inspección y Ensayo
- ✓ Procedimientos de control de calidad.
- ✓ Protocolos de procesos
- ✓ Protocolos de pruebas
- ✓ Certificados de calibración de instrumentos / equipos.
- ✓ Certificados de calidad de materiales.
- ✓ Listado de pendientes (cerrados)
- ✓ Documentación complementaria.

Los protocolos serán entregados en original a QA del cliente y este devolverá el original firmado a SERGEAR S.A.C. para su procesamiento y elaboración de su Dossier de Calidad quedándose QA del cliente con una copia para hacer el seguimiento respectivo.

11. Anexos:

- Política de calidad de la empresa Sergear SAC

POLITICA DE CALIDAD

SERGEAR SAC, se dedica al Rubro de la Construcción, Edificación, Obras Civiles, Movimiento de Tierras, Proyectos Electromecánicos e Instrumentación, diseño, Fabricación y Montaje de Estructuras Metálicas, Reparaciones Refractarias y Servicios en General. Nuestra Empresa desarrolla actividades en el Sector Público y Privado, Sector Minero Metalúrgico, Energético y Pesquero.

SERGEAR SAC, se compromete a cumplir cabalmente con los acuerdos pactados y el de asegurar siempre la plena satisfacción de nuestros clientes.

Para estos fines, y dentro de nuestra política de convertirnos en socios estratégicos de las empresas que depositan su confianza en nosotros, declaramos nuestro compromiso de contar con personal calificado con experiencia en nuestro rubro y comprometido con el cumplimiento de los acuerdos contractuales; promoviendo en ellos una actitud innovadora dirigida a la mejora continua de nuestros procesos y sistemas de gestión.

ILO, 01 de Setiembre de 2018

CARLOS ARAGON SALAS
GERENTE GENERAL

2. Procedimiento de control y elaboración de documentos



SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y SISTEMAS DE TUBERÍAS DE ACERO Y HDPE.

"PROCEDIMIENTO DE CONTROL Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para Revisión y Aprobación	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe de Proyectos	Nombre: Gerente Sergear

ÍNDICE

1. OBJETIVO: 3
2. ALCANCE: 3
3. REFERENCIAS: 3
4. NORMAS Y ESTÁNDARES: 3
5. DEFINICIONES 3
6. RESPONSABILIDADES: 4
7. ESTRUCTURA DE LA DOCUMENTACIÓN: 4
8. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO: 5
9. BACK UP 10

1. OBJETIVO:

Establecer el procedimiento de control y mantenimiento de la documentación del Sistema de Gestión de calidad de SERGEAR SAC.

Garantizar que la documentación y los registros del SGC se encuentren controlados según los requisitos de la norma ISO 9001 y la legislación aplicable. Considerando la elaboración, aprobación, distribución y una correcta identificación de los mismos.

2. ALCANCE:

Este documento es aplicable a todas las Operaciones realizadas por SERGEAR SAC en la fabricación de tanques de almacenamiento y sistemas de tuberías de acero y HDPE.

3. REFERENCIAS:

- Alcances de proyectos proporcionados por el cliente.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES:

- ISO 9001:2015

5. DEFINICIONES

- **Documento:** Información y su medio de soporte.
- **Documento Externo:** Documentos de origen externo, que la organización determina son necesarios para la planificación y operación del Sistema de Gestión de la Calidad. Ej.: Normas, Leyes, Manuales.
- **Documento Interno:** Conjunto de documentos elaborados con la finalidad de normar y/o estandarizar las políticas, principios y actividades a desarrollar, dentro de la organización. Ejemplo: Manuales, Procedimientos, Instructivos, Formatos.
- **Documento Obsoleto:** Documento que ha perdido vigencia.
- Manual: Documento que especifica la forma de administrar una organización.
- **Procedimiento:** Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.
- **Instructivo:** Forma de desarrollar una actividad referida generalmente en un procedimiento, cuyo fin principal es detallar la actividad en sí.
- **Formato:** Tipo de documentos interno que sirve como soporte para registrar la información y recopilación de datos.
- **Registro:** Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas. Los registros pueden ser físicos o electrónicos y pueden provenir de formatos en algunos casos.
- **RED:** Responsable y/o representante de la Dirección.

6. RESPONSABILIDADES:

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. ESTRUCTURA DE LA DOCUMENTACIÓN



8. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO:

8.1 DESARROLLO

El control de la documentación es uno, de los aspectos más importantes del Sistema de Gestión, documentación actualizada, correctamente distribuida y disponible cuando se necesite. El procedimiento de control de la documentación deberá contemplar las siguientes etapas:

8.1.1. Edición de la Documentación

- Elaboración del documento o registro

Este se da cuando se detecte la necesidad de elaborar un documento nuevo, o de reeditar o actualizar uno ya existente, para tal caso deberá definirse el responsable de la elaboración del documento en función del tipo de documento, contenido y unidad funcional a la que intervenga. Los documentos deberán ser nominados e identificados mediante código y en los mismos debe figurar el nombre del autor y su fecha de realización, siguiendo el formato establecido. La estructura del procedimiento como mínimo Será el siguiente, se puede omitir ciertos puntos en caso no aplique en el procedimiento a elaborar:

- **OBJETIVO:** es lo que regula o para lo que sirve. Da una breve descripción de los objetivos que se pretenden lograr con este procedimiento.
- **ALCANCE:** define a qué procesos, departamentos, funciones, etc. afecta, y, en su caso, a cuáles excluye, puede establecer igualmente sus limitaciones de uso.
- **REFERENCIAS:** son los documentos, planos, alcances, especificaciones, etc. los cuales sirven como guías para desarrollar el proyecto en forma correcta.
- **NORMAS Y ESTANDARES APLICABLES:** Son el listado de normas tanto nacionales como internaciones que servirán de guía para la elaboración del proyecto.
- **TÉRMINOS Y DEFINICIONES:** se incluirán aquellos términos técnicos que faciliten la comprensión del documento.
- **RESPONSABLES:** aquellas personas afectadas por el procedimiento.
- **DESARROLLO/ METODOLOGÍA:** la forma en que debe llevarse la actividad y/o control de calidad, es la parte principal de todo el procedimiento, incluye los criterios de aceptación o también puede ir como el siguiente punto del procedimiento antes de los registros y anexos.
- **REGISTROS/ FORMULARIOS/ ANEXOS:** relación de indicadores y elementos documentales a utilizar en el desarrollo del procedimiento, incluyendo una muestra de cada uno de ellos.

8.1.2. Caracteres de edición

Para la edición del documento, considerar lo siguiente:

- Tamaño de letra: 10
- Tipo de Letra: Arial
- Espacio: 1.0

8.2. CODIFICACIÓN:

Todos los documentos y registros del sistema deberán ser codificados de manera que puedan ser identificados adecuadamente dentro de la organización. La configuración a seguir será la siguiente:

AAA-BBB-CCC-DDD-EEE

DONDE:

- **AAA:** SIGLAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN

  SGC: Sistema de Gestión de Control

- **BBB:** ÁREA DE TRABAJO

  CO: Contabilidad
  SSO: Seguridad y Salud Ocupacional
  GA: Gestión Ambiental
  M: Mantenimiento
  R: Recursos Humanos
  L: Logística
  C: Calidad
  DT: Deposito temporal (Almacén)
  CP: Control de Proyecto
  CT: Construcción

- **CCC:** TIPO DE DOCUMENTO

  PLA: Plan de calidad
  PIE: Plan de inspección y ensayos
  POL: Política de calidad
  PRO: Procedimiento
  MAT: Matriz de control
  REG: Registro
  PETS: Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro
  CRO: Cronograma
  CS: Curva S
  EDT: Estructura de desglose de trabajo

- **DDD:** DISCIPLINA AL CUAL PERTENECE EL DOCUMENTO

  MEC: MECÁNICO
  CIV: CIVIL
  ELEC: ELÉCTRICO
  INS: INSTRUMENTACIÓN
  GEN: GENERALES

- **EEE:** NÚMERO CORRELATIVO DEL DOCUMENTO

001, 002, 003,...., ETC.

Ej. SGC-C-PRO-MEC-001

El código describe a un documento perteneciente al sistema de gestión de control, al área de Calidad, el tipo de documento es un procedimiento aplicado a la disciplina mecánica y su número de correlativo es el 001 ya que es el primer procedimiento elaborado.

8.3. Revisión y aprobación

El RED, Revisa todos los documentos, si está conforme lo presenta al coordinador de proyectos y al gerente de operaciones para su aprobación. Solo en el caso de la Política y los Objetivos del Sistema Integrado de Gestión, serán aprobados únicamente por el Gerente General, sin pasar por la etapa de revisión. El documento estará revisado y aprobado siempre y cuando aparezcan las firmas de dichos representantes en la carátula. Ver cuadro de revisiones y aprobaciones.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: x Supervisor de Calidad	Nombre: x Jefe control de calidad	Nombre: x Coordinador de proyectos

8.4. Tabla de Revisiones y control de cambios

REV.	DESCRIPCIÓN
A	Emitido Para Revisión Interna
B, C, D, E...	Emitido Para Revisión del Cliente
0	Aprobado para su Implementación
1, 2, 3, ...	Actualización del Documento

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: x	Estado del documento	x

8.5. Modelo de Encabezado de procedimientos de control de calidad:

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	"NOMBRE DEL DOCUMENTO"	
	AREA: x	REVISIÓN: x
	CODIGO SERGEAR: AAA-BBB-CCC-DDD-EEE	Página X de X

8.6. Modelo de formato estandarizado para Registros para el control de calidad:

SERGEAR SAC	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		LOGO CLIENTE	
Cod Doc.: AAA-BBB-CCC-DDD.EEE	ELEMENTO A FABRICAR		Cod Cliente:	X
REV:	X	NOMBRE DEL REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD	Cod obra:	X
disciplina:	X		Fecha:	X

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:		REGISTROS N°	
PROYECTO:			ÁREA:		
OBRA:			SISTEMA		
N° OBRA:			SUB SISTEMA		
ESTRUCTURA:			PLANO:		

2.0 INSPECCION

EN TODO ESTE ESPACIO VA LOS
PARÁMETROS, RESULTADOS, MEDICIONES, ESQUEMAS, CONTROLES, ETC.
SEGÚN SEA EL TIPO DE REGISTRO A UTILIZAR
SEGÚN LA ACTIVIDAD Y LO QUE SE QUIERA CONTROLAR
EN CUANTO A CALIDAD
TANTO EN LA FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO
COMO SISTEMAS DE TUBERÍAS.

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES.

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

9. BACK UP

El RED es el responsable de realizar el back up a la documentación y registros electrónicos del Sistema Integrado de Gestión, además de toda la información del sistema de SERGEAR SAC.

La frecuencia de la realización del Back up se realizará como mínimo semestralmente o cada vez que el RED o la Alta Dirección lo considere necesario.

ANEXO 2

Procedimientos elaborados para la inspección en la fabricación de

Tanques de almacenamiento

1. Procedimiento de recepción de materiales, codificación de materiales e instrumentos
2. Procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado en tanques
3. Procedimiento de inspección visual de soldadura en tanques de almacenamiento
4. Procedimiento de inspección por tintes penetrantes en tanques de almacenamiento
5. Procedimiento para prueba neumática en planchas de refuerzo en tanques
6. Procedimiento para prueba de vacío en tanques
7. Procedimiento de inspección por partículas magnéticas en tanques de almacenamiento
8. Procedimiento de inspecciones radiográficas en tanques de almacenamiento bajo api-650
9. Procedimiento de control de verticalidad, redondez, desviaciones, fundamentos, boquillas y manholes en tanques de almacenamiento
10. Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas
11. Procedimiento para pruebas hidrostáticas en tanques de almacenamiento
12. Procedimiento para preparación superficial en tanques
13. Procedimiento para aplicación de recubrimientos en tanques
14. Procedimiento para prueba de adherencia en recubrimientos en tanques

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN DE MATERIALES, CODIFICACIÓN DE MATERIALES E INSTRUMENTOS"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. REFERENCIAS 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
5. DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES 2
7. DESARROLLO 3
   - 7.1. Identificación 3
   - 7.2. Codificación 3
   - 7.3. Recepción 3
   - 7.4. Trazabilidad 4
   - 7.5. Control de Instrumentos de medición 4
   - 7.6. Modo de Aceptación 4
8. REGISTROS 4

1. OBJETIVO

Describir el método utilizado por SERGEAR S.A.C., para controlar e identificar los materiales desde la recepción, durante todas las etapas de fabricación, hasta el término de los trabajos requeridos. Además del control de los instrumentos a utilizar durante las inspecciones.

2. ALCANCE

Se aplica durante la ejecución de cada uno de los trabajos que desarrolla la empresa SERGEAR S.A.C. En la fabricación de tanques verticales con fondo plano.

3. REFERENCIAS

- Certificados de calidad
- Guias de remisión
- Facturas
- Orden de compras
- Dossier de calidad

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

Según especificaciones técnicas de cada alcance proporcionado por el cliente.

5. DEFINICIONES

Identificación: Es el método para distinguir de forma inequívoca un equipo, material, plano o documento de entre un conjunto de ellos o similares.
Trazabilidad: Aptitud de reconstruir la historia, la utilización o la localización de una entidad por medio de identificaciones registradas.
Codificación: Es un sistema alfanumérico que permite la identificación de los equipos, sus componentes y sus elementos, mediante la asignación de una determinada cantidad de dígitos, con significación o no referida a actividades que son ejecutadas por SERGEAR S.A.C.
Registro: Documento que provee evidencias objetivas de las actividades efectuadas o de los resultados obtenidos.
Archivo: Lugar en donde se guardan los diferentes documentos del proyecto.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO

7.1. Identificación

La identificación de los materiales y componentes que intervienen en la ejecución de cada uno de los trabajos y/o proyectos, se define de la siguiente forma:

- Todos los materiales, componentes e insumos que van a formar parte del proyecto, serán registrados por SERGEAR S.A.C., durante la recepción de materiales, luego será físicamente localizado y/o marcado en el almacén, donde será debidamente identificado el estado de inspección de conforme o no conforme según los requisitos de calidad especificados por el Cliente.
- Los materiales que son parte del proyecto no serán usados para otros fines que no sea para el desarrollo del mismo.

7.2. Codificación

- Para llevar un control sobre los productos realizados en taller, SERGEAR S.A.C. implementará un sistema de codificación para identificar las partes, la cual será mantenida durante la fabricación, para que en el armado no existan problemas de identificación de partes y/o componentes.
- La codificación deberá estar en función de la numeración de parte contenida en los planos, tipo de material, funcionalidad, y otros datos que sean convenientes para su identificación. Todo el personal que se encuentra trabajando en el proyecto deberá conocer el sistema de codificación.
- El uso del sistema de codificación ayudará a identificar rápidamente y tener el cuidado previsto sobre los elementos trabajados en taller, asimismo evitará que exista confusiones y reprocesos, y sobre todo confusiones en los tipos de materiales.
- Todos los elementos fabricados deberán estar codificados y mantenidos visiblemente, lo cual será verificado por el Supervisor de Control de Calidad.

7.3. Recepción

- Los materiales de construcción utilizados deberán cumplir con lo requerido en los planos y especificaciones, si fueran materiales equivalentes, deberá entregarse las equivalencias con aquellos especificados por el comprador debidamente respaldados con certificados, incluyendo el análisis de la composición química, propiedades mecánicas y físicas de los materiales propuestos.
- Se consideran aceptables los certificados por lote de laminación, pero en este caso deberán estar claramente indicados en el certificado, las marcas de los materiales cubiertos por la certificación. No se consideran aceptables las cartas de certificación emitidas por los distribuidores del acero o sus agentes.
- En ningún caso el jefe de planta deberá partir con la fabricación antes de obtener la autorización escrita del responsable del proyecto, así como el visto bueno de supervisor de control de calidad, este último puede efectuar pruebas adicionales sobre estos materiales y es responsabilidad del jefe de planta suministrar los recursos necesarios requeridos para tales pruebas. En el caso que el resultado de estos ensayos indique que el material no cumple con lo requerido, se registrará la no conformidad y se procederá a su tratamiento respectivo.
- Todos los materiales deberán ser nuevos y libres de defectos como, trizaduras, grietas, corrosión excesiva, y/o uso,

laminaciones, mala apariencia o cualquier otro defecto que conforme a las especificaciones de resistencia del material y al criterio juicioso del jefe de control de calidad, ya que pudiera resultar perjudicial para la calidad final de las estructuras.

- En caso de materiales con requerimientos de certificación, el jefe de logística gestionará la certificación correspondiente,
- Todos los materiales que llegan del proveedor a Planta, son revisados para verificar que se ajustan a las especificaciones del cliente contenidas en el requerimiento de materiales, este control se registra en los formatos de recepción de materiales diseñados para cada tipo de material.

7.4. Trazabilidad

- El Dossier Final de cada trabajo o proyecto contendrá toda la información, adecuadamente identificada, que nos permitirá determinar y/o evaluar las operaciones realizadas y registros generados durante la ejecución del proyecto.
- La documentación final tendrá una composición y contenido variable que depende del tipo de servicio. No obstante, en forma general contendrá:
  - ✓ Orden de Compra.
  - ✓ Guía de Remisión.
  - ✓ Certificado de calidad del producto.
  - ✓ Certificado de garantía del producto.

La trazabilidad podrá ser demostrada mediante la documentación que respalda el ingreso del material al proyecto.

7.5. Control de Instrumentos de medición

Se verificará que cada instrumento de medición a utilizar durante las inspecciones se encuentre en buenas condiciones y cuente con su certificado de calibración vigente máximo por un año, este tiene que estar avalado por una empresa calibradora certificada y de reconocido prestigio.

7.6. Modo de Aceptación

- Los materiales no deberán presentar daños por golpes, deformaciones, corrosión, ni ningún otro que este fuera de las especificaciones.
- El almacenamiento de las materias primas no perjudique la calidad del producto final.
- La cantidad deberá estar de acuerdo a la orden de compra.
- Todo material deberá contar con su respectivo certificado de calidad.
- Registro fotográfico (donde aplique).

8. REGISTROS

- **SGC-C-REG-MEC-033** REGISTRO RECEPCION DE MATERIAL Y/O EQUIPOS (PARA TANQUES)
- **SGC-C-REG-MEC-034** REGISTRO DE CONTROL DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
- **SGC-C-REG-MEC-035** REGISTRO FOTOGRÁFICO

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO DE CONTROL DIMENSIONAL EN EL HABILITADO Y ARMADO EN TANQUES"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

ÍNDICE

1. OBJETIVO: 2
2. ALCANCE: 2
3. REFERENCIAS: 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES: 2
5. DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES: 3
7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO: 3
8. REGISTROS 4

1. OBJETIVO:

Determinar una secuencia de actividades aplicables a la ejecución del control dimensional en el habilitado y armado para asegurar los procesos en la fabricación de tanques

2. ALCANCE:

El alcance de este procedimiento Se aplica a todos los trabajos realizados en la fabricación de tanques de almacenamiento bajo el API 650 con las rutinas de control de calidad que comprende el control dimensional según plano aprobado hasta el pre-ensamble de las piezas a construir. Con el fin de determinar la conformidad de los mismos.

3. REFERENCIAS:

- Planos y Especificaciones técnicas (alcances) del Proyecto entregados por el cliente para Fabricación de tanques.
- Planos de fabricación elaborados por Sergear SAC, previamente aprobado por el cliente.
- Alcances de construcción.
- Especificación Fabricación en taller de tubería de acero.
- Especificación General welding and requerements for fabrication piping.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES:

- API 650 Tanques de almacenamiento.
- ASTM American Society For Testing And Materials
- RNE Reglamento Nacional de Edificaciones (Código peruano)
- AISC American Institute Of Steel Construction
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- NTP Normas técnicas peruanas.

5. DEFINICIONES

- **Control en el habilitado y Armado:** Control que se utiliza para ubicar diferencias entre las medidas real y nominal en la fabricación de elementos, estructuras, ensambles, etc. Los métodos aplicables a la ejecución de este control son concordantes con las especificaciones técnicas del proyecto.
- **Acero:** Todos los materiales deberán ser completamente nuevos y de stocks vigentes. Salvo que se indique algo diferente en los planos de diseño, los materiales deberán cumplir con las especificaciones de las normas de ASTM. Se podrá solicitar la aprobación de materiales sustitutos, con propiedades equivalentes.
- **Dossier de calidad:** Son los documentos que compilan toda la información asociada con el desarrollo de la construcción del proyecto, conformados por el registro de control de calidad, certificados de calidad, calibraciones de equipos, etc., amparada en el alcance contractual, y que ofrece la base para la validación de la obra ejecutada.
- **Protocolos:** Son los documentos que soportan técnicamente un proceso o actividades específicas del proyecto, pueden incluir resultados de cálculos estructurales, pruebas a los materiales, certificados de calibración de equipos, personal calificado, fichas

técnicas, etc. Este tipo de documentos deben estar autorizados por todos los especialistas involucrados días antes de cualquier evento.

- **Formatos:** Significan las formas que se utilizan para registras todas las actividades establecidas en los procedimientos, instructivos de trabajo y/o protocolos.
- **Registros:** Son los documentos que proporciona toda la evidencia objetiva de actividades o resultados. Este tipo de documentos deben estar correctamente autorizados por los responsables involucrados.

6. RESPONSABILIDADES:

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:

7.1 GENERAL

Las tolerancias aplicables al proyecto, deberán ser aquellas indicadas en los planos de fabricación y especificaciones particulares emitidas por el cliente.

Cuando no existe indicación de tolerancia ni referencia a códigos y normas aplicables para este propósito, las tolerancias a aplicar deberán ser acordadas con el CLIENTE quien resolverá la norma de referencia a utilizar ó especificaciones particulares, ello ha de determinarse previo a iniciar cualquier fabricación que se considere crítica.

El Ingeniero de control de calidad coordinará con el supervisor de taller, entregando los planos respectivos. Así mismo, dispondrá del equipo necesario para la ejecución de la inspección de Control Dimensional.

7.2 EQUIPOS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- Flexómetro calibrado.
- Escuadras.

- Nivel de mano.
- Vernier calibrado.
- Equipo topográfico (en caso sea necesario)

7.3 ACTIVIDADES PREVIAS

- Revisión de los planos aplicables.

- Verificar la identificación del elemento.

- Verificar las dimensiones de las piezas antes del proceso de armado.

- Verificar las dimensiones en el proceso de habilitado y armado.

- Elaborar los formatos de registros de calidad, los cuales serán llenados durante el control a realizar.

7.4 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los criterios de aceptación están en concordancia a los planos aprobados para construcción por el cliente SPCC y a las especificaciones técnicas del proyecto, el no cumplimiento de estas especificaciones conlleva al rechazo de piezas y elementos que intervienen en el proyecto.

También como criterios de aceptación se utilizarán las que se indican en la norma API 650.

7.5 TOLERANCIAS DE FABRICACIÓN

- Los miembros en comprensión no tendrán una desviación en su alineamiento mayor a 1/1000 de su longitud axial entre puntos de arriostre lateral.
- Los miembros estructurales terminados deberán estar libres de torceduras, dobleces y uniones abiertas.
- Las abolladuras o dobleces serán causa suficiente para el rechazo del material.
- Los elementos que tienen ambos extremos preparados para uniones por contacto no tendrán una variación en su longitud mayor que 1/32 de pulgada.
- Los elementos con extremos no preparados para uniones en contacto podrán tener una variación en su longitud no mayor que 1/16 de pulgada para longitudes de 30 pies o menores, y no mayor de 1/8 de pulgada para longitudes mayores de 30 pies.
- En caso de discrepancia entre los diferentes códigos y lo especificado en este documento, se deberá tomar la más restrictiva, salvo indicación contraria por el equipo QA Auditor y/o la Supervisión.
- Si una tolerancia no se indica en los códigos y es necesaria para fabricar de forma segura, esta debe ser solicitada a la Supervisión y/o al Ingeniero responsable del diseño.
- En cuanto al rolado de las planchas la tolerancia será la especificada en la norma API 650, donde se refiere a redondez.

8. REGISTROS:

- **SGC-C-REG-MEC-036** REGISTRO CONTROL DIMENSIONAL EN EL HABILITADO.
- **SGC-C-REG-MEC-037** REGISTRO CONTROL DIMENSIONAL EN EL ARMADO.
- **SGC-C-REG-MEC-038** REGISTRO DE CONTROL DE ROLADO EN PLANCHAS.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES: 2
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA 2
5. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
6. RESPONSABILIDADES 3
7. RECURSOS: 3
   7.1. PERSONAL 3
   7.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL 3
   7.3. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS 3
8. DESARROLLO: 3
   8.1. Antes de la aplicación de soldadura. 4
   8.2. Durante la aplicación de soldadura. 4
   8.3. Inspección Visual después de la aplicación de soldadura. 4
   8.4. Inspección Visual Directa. 5
   8.5. Calidad de la superficie de la soldadura examinada 5
9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: 6
10. RESTRICCIONES 7
11. REGISTROS: 7

1. OBJETIVO

El objetivo de este procedimiento es determinar los lineamientos a seguir para realizar la inspección visual en juntas de soldadura además de los criterios de aceptación según la norma API 650 en tanques de almacenamiento.

2. ALCANCE

Este procedimiento describe el método y requerimientos para la examinación de inspección visual de soldaduras en tanques de almacenamiento en la empresa Sergear SAC.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

- **Trazabilidad:** Aptitud de reconstruir la historia, la utilización o la localización de una entidad por medio de identificaciones registradas.
- **Inspección Visual:** Observación de una porción de componentes, juntas y otros elementos que pueden ser vistos antes, durante y después de su manufactura, fabricación, ensamblaje, instalación, examinación y prueba.
- **Soldadura a tope:** es una soldadura en la que las partes de metal a soldar se unen por sus extremos, canto contra canto. Soldadura de una junta fijando sus extremos sin empalmarlos.
- **WPS:** El procedimiento de soldadura o WPS (Welding Procedure Specification) es un documento que provee las directrices para realizar la soldadura con base en los requerimientos del código, proporciona igualmente la información necesaria para orientar al soldador u operador de soldadura y asegurar el cumplimiento de los requerimientos del código.
- **PQR:** (Procedure Qualification Records) o Registro de Calificación de procedimiento, es el documento donde se prueba de una manera objetiva (por medio de ensayos mecánicos) que la soldadura descrita en el WPS es capaz de proveer las propiedades requeridas para la aplicación pretendida, así como probar que se cumple con las propiedades mecánicas (resistencia, ductilidad, tenacidad, etc.).
- **WPQR:** es la abreviatura de Welder Performance Qualification Record, que traducido al español significa "Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador", en términos simples es el documento escrito que demuestra que un soldador es calificado (conocido comúnmente como Homologado), este documento se obtiene después de que el soldador ha pasado satisfactoriamente una prueba práctica de habilidad para desarrollar un determinado WPS.
- **DEFECTO:** Es una discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación son inadmisibles por alguna norma específica. En particular, al realizar un ensayo no destructivo (END) se cataloga como defecto a toda la discontinuidad o grupo de discontinuidades cuyas indicaciones no se encuentren dentro de los criterios de aceptación por la norma aplicable.
- **DISCONTINUIDAD:** Son irregularidades que se presentan en la soldadura, por falta de continuidad, falta de cohesión (unión), debido a la interrupción física normal de materia.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Especificaciones técnicas de tanques.
- Alcances contractuales.
- Certificados de calidad de materiales.

5. NORMAS Y ESTÁNDARES

- API 650 tanques para almacenamiento.
- ASME Sección V, Artículo 9 Examinación Visual
- ASME Sección VIII.
- SNT-TC-1A Practica Recomendada.
- AWS A2.4 Símbolos de soldadura y ensayo no destructivos.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. RECURSOS:

7.1. PERSONAL

Para las inspecciones se requiere un inspector con la siguiente certificación:

- Inspector Nivel II en Inspección Visual de Soldadura.

7.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Casco de seguridad (Con logotipo en la parte frontal), ANSI Z89.1.
- Protección Auditiva ANSI S3.19 – ANSI S12.6.
- Lentes Claros ANSI Z87.1.
- Zapatos de seguridad con punta de acero ANSI Z41.
- Bloqueador Solar. En caso de que el área de trabajo no cuente con techo.
- Ropa de Trabajo.
- Guantes de Cuero.
- Chaleco de Seguridad con cinta Reflectivos.

7.3. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

- Kitt para inspección visual de soldadura
- Galgas de Soldadura. Debidamente calibrado
- Vernier. Debidamente calibrado
- Espejo.
- Lupa.
- Linterna.
- Marcador metálico.
- Cinta métrica / flexómetro. Debidamente calibrado

8. DESARROLLO:

- Las examinaciones visuales de soldadura son agrupadas en tres categorías basadas en el tiempo en que ellas son ejecutadas y son las siguientes (1) antes de la soldadura. (2) durante la soldadura y (3) después del soldeo.

8.1. Antes de la aplicación de soldadura.

Antes del proceso de ejecución real de la soldadura, los siguientes puntos deberán ser inspeccionados:

- El área a soldar estará libre de aceite, óxido, cascarilla o cualquier otro material suelto ajeno, al menos dentro de los 50 mm del área de soldadura para asegurar soldaduras sanas. Todas las superficies de los biseles serán cepilladas antes de comenzar a soldar.
- Identificación adecuada de los soldadores/operadores y los números de identificación de juntas de soldadura. Los códigos de soldadores deberán ser marcados al lado de la soldadura antes de realizar la actividad. Todas las juntas serán marcadas para su identificación con un número de junta (J-1, J-2, etc) y la estampa de homologación del soldador/operador.
- No se realizarán soldaduras cuando las superficies estén mojadas o húmedas o cuando los soldadores/operadores estén expuestos a condiciones extremas. Toda superficie mojada o húmeda deberá ser secada por calentamiento y será llevada a la temperatura de precalentamiento requerida antes de la soldadura.
- Para cada método de inspección antes del proceso de soldadura se debe tomar todas las medidas de seguridad apropiadas.
- Verificar que haya una correcta iluminación en el lugar de trabajo.
- Siempre que se use electrodo de bajo hidrogeno se deberá usar hornos de soldadura para mantener los electrodos en los límites de humedad aceptables.

8.2. Durante la aplicación de soldadura.

- Verificar la calidad de cada pasada de soldadura.
- Verificar la limpieza entre pasadas.
- Se verificara las superficies repeladas.
- Verificar que las variables de soldadura estén de acuerdo al procedimiento de soldadura.

8.3. Inspección Visual después de la aplicación de soldadura.

- Para la inspección visual se utilizarán los instrumentos necesarios (galgas calibradas, linternas, lupas, flexómetros, etc).
- El ensayo de inspección es obligatorio al finalizar el proceso de soldadura y se realizará bajo los lineamientos de la norma API 650.
- Toda soldadura completada será limpiada previamente a la inspección visual.
- Las soldaduras estarán preferentemente libres de superposiciones.
- Se verificarán golpes de arco o arrastres de electrodo fuera del área de soldaduras permanentes en cualquier metal base para reparar.
- La soldadura y el metal base adyacente será limpiado por cepillado u otro medio apropiado para remover la escoria.
- El tamaño de los catetos en soldaduras de filetes corresponderá con lo indicado en planos y especificaciones técnicas según norma.
- Sé verificará si hay defectos como: PI=Penetración Inadecuada, IF=Fusión Incompleta, EU= Socavado Externo, P= Poro, F= Fisura, para proceder con la respectiva reparación

- La Inspección visual será controlado de acuerdo al protocolo adjuntado a este procedimiento.

8.4. Inspección Visual Directa.

- La examinación visual directa puede ser realizada cuando existe acceso suficiente para ubicar nuestras vistas a 24 pulgadas (600 mm) de la superficie a ser examinada y con una inclinación angular que no sea menor de 30° sobre la superficie a ser examinada.
- Espejos puede ser usados para obtener el ángulo de división adecuado y el uso de lupas o lentes de magnificación puede ser usados durante el proceso de inspección.
- Iluminación requerida (luz blanca natural o artificial) sobre la parte específica, componente, bisel o sección que requiere la inspección. La mínima intensidad de la luz sobre la superficie de examinación deberá ser 100 fc (1000 lux). Las fuentes de luz, técnicas usadas y verificación de los niveles de luz son requeridas durante la inspección.
- La inspección visual nos permite determinar defectos superficiales y esta es una indicación valiosa de la calidad de la soldadura. La inspección visual solo identifica discontinuidades superficiales.

8.5. Calidad de la superficie de la soldadura examinada

Examine visualmente a superficie de la soldadura y verifique que el contorno de la soldadura cumpla los criterios de aceptación mencionados en las tablas. La mano de obra estándar puede encargarse de temas como la rugosidad de la superficie, salpicaduras y golpes de arco (arc strikes). Las siguientes son las discontinuidades típicas encontradas sobre la superficie de las soldaduras:

- Porosidades.
- Fusión incompleta.
- Penetración incompleta.
- Falta de llenado (underfill).
- Solapado (overlap)
- Fisuras.
- Inclusiones metálicas y no metálicas.
- Excesivo refuerzo.

Verificar las dimensiones de la soldadura: Determinar si la conformidad ha sido obtenida, el inspector podría comprobar para ver si toda la soldadura satisface los planos en cuanto al tamaño, longitud y localización. Los tamaños de juntas a filete pueden ser determinados mediante el uso de tipos especiales de galgas de soldadura. Las soldaduras de ranura deberían ser llenados totalmente en la sección transversal de la junta, o como se especifica y el reforzamiento de la soldadura no debería ser excesivo.

9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

Todos los criterios de aceptación deben aplicarse según el código API 650 respetando este procedimiento de inspección y estas serán reportadas mediante los registros adjuntos a este procedimiento.

1. El fabricante determinará y certificará que cada examinador visual cumple con los siguientes requisitos:
   - Tiene visión (con corrección, si es necesario) para poder leer una tabla estándar Jaeger Tipo 2 a una distancia de menos de 300 mm (12 pulg.) y es capaz de pasar una prueba de contraste de color. Los examinadores se verificarán anualmente para asegurarse de que cumplan con este requisito; y
   - Es competente en la técnica del examen visual, incluida la realización del examen y la interpretación y evaluando los resultados; sin embargo, cuando el método de examen consta de más de una operación, el examinador que realiza solo una parte de la prueba solo necesita estar calificado para la parte que realiza el examinador.
2. Una soldadura será aceptable mediante un examen visual si la inspección muestra lo siguiente.

   a) No hay grietas ni cráter, otras grietas en la superficie o golpes de arco en o adyacentes a las juntas soldadas.

   b) El corte inferior máximo permitido es de 0,4 mm (1/64 pulg.) de profundidad para juntas verticales a tope, accesorios permanentes orientados verticalmente, soldaduras de accesorios para boquillas, pozos de registro, aberturas de tipo empotrado y soldaduras interiores de concha a fondo. Para juntas de tope horizontales, accesorios permanentes orientados horizontalmente y juntas de tope de anillo anular, el máximo El corte inferior permitido es de 0,8 mm (1/32 pulg.) de profundidad.

   c) La frecuencia de porosidad de la superficie en la soldadura no excede un grupo (uno o más poros) en cualquier longitud de 100 mm (4 pulg.), y el diámetro de cada grupo no excede los 2.5 mm (3/32 pulg.)

   d) El refuerzo de las soldaduras en todas las juntas a tope en cada lado de la placa no debe exceder lo siguiente 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)

   No es necesario quitar el refuerzo, excepto en la medida en que exceda el espesor máximo aceptable o a menos que se requiera su eliminación en 8.1.3.4 para el examen radiográfico.

3. Una soldadura que no cumpla con los criterios dados en 8.5.1 se debe reelaborar antes de la prueba hidrostática como sigue:

   a) Cualquier defecto se eliminará por medios mecánicos o procesos de ranurado térmico. Los golpes de arco descubiertos en o adyacentes a las uniones soldadas deben repararse rectificando y volviendo a soldar según sea necesario. Los golpes de arco reparadas por soldadura deben estar al ras de la placa.

   b) Se requiere volver a soldar si el espesor resultante es menor que el mínimo requerido para el diseño o las condiciones de prueba hidrostática. Todos los defectos en áreas más gruesas que el mínimo deben ser emplumadas a al menos un cono 4:1.

c) La soldadura de reparación se examinará visualmente en busca de defectos.

10. RESTRICCIONES

- No se podrá realizar las inspecciones visuales si la soldadura no presente una limpieza adecuada para su evaluación y si no se tiene los instrumentos de medición y herramientas pertinentes.

11. REGISTROS:

- **SGC-C-REG-MEC-039** REGISTRO DE SOLDADORES CALIFICADOS.
- **SGC-C-REG-MEC-040** REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA.
- **SGC-C-REG-MEC-041** REGISTRO DE REPARACIÓN DE SOLDADURA.
- **SGC-C-REG-MEC-042** REGISTRO WELDING BOOK PARA JUNTAS EN TANQUES.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 2
4. DOCUMENTO DE REFERENCIA 2
5. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
6. RESPONSABILIDADES 3
7. RECURSOS 3
   7.1 PERSONAL 3
   7.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL 3
   7.3 MATERIALES 3
   7.4 HERRAMIENTAS 3
8. DESARROLLO 3
   8.1. MATERIALES PENETRANTES 3
   8.2. PROCEDIMIENTO 4
9. CRITERIO DE ACEPTACIÓN 7
10. RESTRICCIONES 9
11. ANEXOS 9

1. OBJETIVO

El presente procedimiento establece el método correcto para realización del ensayo no destructivo por Tintes estableciendo los criterios de aceptación y rechazo de la inspección bajo el estándar API 650.

2. ALCANCE

Este procedimiento describe el método y requerimientos para la examinación de líquidos penetrantes en la empresa Sergear SAC. Solamente se aplica para detectar discontinuidades abiertas a la superficie tales como fisuras, costuras, traslapes, cierres en frío, laminaciones, discontinuidades para fugas o faltas de fusión que son detectadas por este método.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Inspección por líquidos penetrantes:** Es un tipo de ensayo no destructivo que se utiliza para detectar e identificar discontinuidades presentes en la superficie de los materiales examinados. Generalmente se emplea en aleaciones no ferrosas, aunque también se puede utilizar para la inspección de materiales ferrosos cuando la inspección por partículas magnéticas es difícil de aplicar.
- **Visual (VT):** Es un ensayo no destructivo realizado para determinar discontinuidad de la soldadura en forma visual.
- **Discontinuidad:** Son irregularidades que se presentan en la soldadura, por falta de continuidad, falta de cohesión (unión), debido a la interrupción física normal de materia. Las discontinuidades son aceptables siempre que estén dentro de los criterios de aceptación según la norma aplicable.
- **Defecto:** Es una discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación son inadmisibles por alguna norma específica. En particular, al realizar un ensayo no destructivo (END) se cataloga como defecto dentro de los criterios de aceptación por la norma aplicable.
- **Soldadura:** Es el proceso de unión que produce la coalescencia de los materiales calentándose a temperatura adecuada.
- **Penetrante:** Líquido que se utiliza para detectar e identificar discontinuidades presentes en la superficie de los materiales examinados. Como su nombre lo indica este penetra en las discontinuidades.
- **Limpiador:** Líquido que se utiliza para limpiar la superficie antes y después de la aplicación del penetrante.
- **Revelador:** Polvo suspendido en líquido volátil de rápida evaporación, el cual absorbe el penetrante de las discontinuidades y nos muestra señales visibles.

4. DOCUMENTO DE REFERENCIA

- Especificaciones técnicas de tanques proporcionados por el cliente.
- Alcances constructivos.
- Certificados de calidad de materiales.

5. NORMAS Y ESTÁNDARES

- API 650 Tanque de almacenamiento.
- ASTM E-165 "Pruebas estándar para examinación de líquidos penetrantes"
- SNT-TC-1A Practica Recomendada.
- AWS A2.4 Símbolos de soldadura y ensayo no destructivos.
- ASME VIII División 1.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. via transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. RECURSOS

7.1 PERSONAL

Para las inspecciones se requiere un inspector con la siguiente certificación:

- Nivel II en Inspección por Líquidos Penetrantes.

7.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Casco de seguridad.
- Protección Auditiva.
- Lentes Claros.
- Zapatos de seguridad con punta de acero.
- Bloqueador Solar.
- Respirador para vapores y partículas de polvo
- Chaleco de Seguridad con cinta Reflectivos.

7.3 MATERIALES

- Marcador Metálico.
- Trapo Industrial o Paños Absorbentes.
- Kit de Líquidos Penetrantes.

7.4 HERRAMIENTAS

- Galgas. Debidamente calibrado
- Espejo.
- Regla Metálica.
- Cinta métrica. Debidamente calibrado
- Linterna.

8. DESARROLLO

8.1. MATERIALES PENETRANTES

- Este procedimiento debe utilizar la siguiente clasificación del Tipo y Método de Examinación según la Tabla 1 de ASTM E165: Tipo II (Examinación de Líquidos Penetrantes

Visibles) y Método C (Removible por solvente, descrito en ASTM E1220).

Clasificación de Tipos de Examinación por Líquidos Penetrantes y Métodos según ASTM E165, Párrafo 6.

TABLE 1
CLASSIFICATION OF PENETRANT EXAMINATION TYPES AND METHODS

Type I — Fluorescent Penetrant Examination
Method A — Water-washable (see Test Method E 1209)
Method B — Post-emulsifiable, lipophilic (see Test Method E 1208)
Method C — Solvent removable (see Test Method E 1219)
Method D — Post-emulsifiable, hydrophilic (see Test Method E 1210)
Type II — Visible Penetrant Examination
Method A — Water-washable (see Test Method E 1418)
Method C — Solvent removable (see Test Method E 1220)

- Los materiales penetrantes no afectarán adversamente a los elementos a ser examinados. El término de "materiales penetrantes" mencionado arriba, es utilizado para incluir todos los agentes de limpieza, solventes, penetrantes, reveladores, etc., utilizados en el proceso de examinación.
- Los tres componentes del mismo fabricante y familia deben ser utilizados siempre; el intercambio de materiales de varios fabricantes no debe ser permitido, a menos que sea aceptado por las especificaciones del fabricante.
- Los siguientes son los materiales penetrantes actuales para ser utilizados con este procedimiento.

TIPO	FABRICANTE	CODIFICACIÓN DEL FABRICANTE
Limpiador/Removedor	CANTESCO	C101-A
Penetrante	CANTESCO	P101S-A
Revelador	CANTESCO	D101-A

TIPO	FABRICANTE	CODIFICACIÓN DEL FABRICANTE
Limpiador/Removedor	MAGNAFLUX	SKC – S
Penetrante	MAGNAFLUX	SKL – SP2
Revelador	MAGNAFLUX	SKD – S2

Nota: No está permitido el uso de productos de un conjunto con productos de otro conjunto.

- Estos materiales penetrantes pueden ser sustituidos por otros fabricantes, siempre cuando cumplan con los requerimientos de este procedimiento.

8.2. PROCEDIMIENTO

- El procedimiento general para examinación de líquidos penetrante visible y removible por solventes es como sigue:

- **Limitaciones de Temperatura;** la temperatura del penetrante y la superficie del elemento o material a ser examinado no debe ser menor a 50°F (10°C) ni mayor que 125°F (52°C) durante el periodo de examinación, el calentamiento o enfriamiento local está permitido previsto que la temperatura del elemento permanezca en el rango de 50°F a125°F (10°C a 52°C) durante la examinación. Donde no sea practico cumplir con estas limitaciones de temperatura, otras temperaturas y tiempos pueden ser utilizados, siempre y cuando los procedimientos serán Calificados según está especificación en ASME Sección V Articulo 6 / Apéndice III "Técnicas de Calificación para Examinaciones a Temperaturas no Estándares".
- **Preparación de Superficie;** Este procedimiento puede ser utilizado sobre superficies soldadas, maquinadas, forjadas o fundidas donde aplique. El esmerilado o maquinado debe remover irregularidades superficiales que podrían encubrir u ocultar las indicaciones de discontinuidades inaceptables, o en cualquier caso interfiera con la efectividad de la examinación.
- **Limpieza de Elementos:**
- Pre-Limpieza, Todos los elementos o áreas a ser examinadas deben estar limpios y secos antes que el penetrante sea aplicado. El área adyacente dentro de 1 pulgada (25mm) de la superficie a ser inspeccionada debe estar libre de cualquier óxido, cascarilla de soldadura, salpicadura, grasa, pintura, película aceitosa, suciedad, etc. Que podrían interferir con la penetración.
- Limpieza con solvente para disolver y remover restos de aceite, grasa, ceras, pinturas y materiales orgánicos en general. Como una regla, para examinación de líquidos penetrantes en elementos o superficies según condiciones de rolado, forjado, fundido, soldado, maquinado donde no son encontrados los problemas de óxidos, cascarillas, restos inorgánicos, etc., puede ser considerado suficiente el uso del mismo limpiador / removedor que es aplicado para remover el exceso de penetrante, o cualquier otro resto de grasa, aplicado de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- **Secado después de limpieza;** los elementos para el cual el método de limpieza según este procedimiento ha sido aplicado deben ser completamente secados después de la limpieza para eliminar cualquier rastro de líquidos que podría impedir el ingreso del penetrante. El secado puede ser acompañado por evaporación normal o con aire húmedo a presión, según sea apropiado.
- **Examinación:**
- **Aplicación del penetrante**. Después que el elemento ha sido limpiado, secado y verificado el rango de temperatura apropiado (125°F ó 52°C como máximo), el penetrante debe ser aplicado al elemento entero o el área bajo inspección hasta que esté completamente cubierto con penetrante.
  - Después de la aplicación, el exceso de penetrante debe retirarse del elemento. Se debe tener cuidado de evitar charcos de penetrante sobre el elemento a examinarse.
  - El tiempo de permanencia del penetrante sobre el elemento debe transcurrir para permitir la penetración apropiada que será según sea recomendada por el fabricante del producto. La tabla 2 proporciona tiempos de permanencia para diferentes materiales, formas y tipos de discontinuidades. A menos que esté especificado de manera distinta, el tiempo de permanencia no debe exceder del máximo recomendado por el fabricante.

TABLE 2
RECOMMENDED MINIMUM DWELL TIMES

Material	Form	Type of Discontinuity	Dwell Times[A] (minutes) Penetrant[B]	Developer[C]
Aluminum, magnesium, steel, brass and bronze, titanium and high-temperature alloys	castings and welds	cold shuts, porosity, lack of fusion, cracks (all forms)	5	10
	wrought materials — extrusions, forgings, plate	laps, cracks (all forms)	10	10
Carbide-tipped tools		lack of fusion, porosity, cracks	5	10
Plastic	all forms	cracks	5	10
Glass	all forms	cracks	5	10
Ceramic	all forms	cracks, porosity	5	10

[A] For temperature range from 50 to 100°F (10 to 38°C) for fluorescent penetrants and 50 to 125°F (10 to 52°C) for visible penetrant.
[B] Maximum penetrant dwell time in accordance with 8.6.2.
[C] Development time begins as soon as wet developer coating has dried on surface of parts (recommended minimum). Maximum development time in accordance with 8.8.4.

- Durante el tiempo de permanencia completa, el penetrante debe quedar húmedo, si las características del penetrante son afectadas materialmente por un tiempo de permanencia prologado, según sea evidenciado por la dificultad en remover el exceso, o si el penetrante quede completamente seco, entonces remueva y reaplique el penetrante por el tiempo de permanencia original pre establecido.

- **Retirar el Exceso de Penetrante.**
  - Después que el tiempo de penetración requerido ha transcurrido, el exceso de penetrante debe ser retirado utilizando el limpiador/removedor junto con un trapo libre de hilachas o papel absorbente y limpiar la superficie hasta que todos los rastros remanentes de exceso de penetración hayan sido removidos.
  - A continuación, un trapo libre de hilachas debe ser humedecido ligeramente con el limpiador/removedor y la superficie debe ser limpiada hasta que todos los rastros remanentes de exceso de penetrante hayan sido removidos.
  - El uso de excesivo limpiador/removedor debe ser evitado para minimizar la remoción de penetrante del interior de las discontinuidades.
  - Está prohibido bañar la superficie con solvente siguiendo la aplicación del penetrante antes del revelado.

- **Secado del Elemento.**
  - Normalmente, no se requiere una técnica especial para el secado de las piezas o superficie donde el exceso de penetrante ha sido removido con solvente; la evaporización normal, más una limpieza adicional con trapo seco es suficiente.

- **Aplicación del Revelador.**
  - El revelado de las indicaciones es el proceso de extraer el penetrante afuera de las discontinuidades mostrándose manchas extendidas sobre la superficie para incrementar su visibilidad a la vista.
  - El revelador a ser utilizado en este procedimiento debe ser no acuoso y es suministrado en latas de aerosol para aplicación por atomizado o rociado, las partículas reveladoras están suspendidas en solvente no acuoso. Las latas de revelado deben ser completamente agitadas hasta que la esfera interna se mueva libremente dentro de la lata.
  - El revelador debe ser aplicado al elemento por atomizado o rociado después que el exceso de penetrante ha sido removido y el elemento haya secado.
  - El revelador debe ser aplicado al elemento por atomizado o rociado de tal manera que asegure cubrirlo completamente con una plana y delgada capa de revelador; el agujero en la punta de la lata de aerosol debe ser apuntado o dirigido hacia el área que será examinada, en un ángulo recto aproximadamente y en

una distancia según indicado en las instrucciones del fabricante.

- El lapso de tiempo del revelador para permanecer sobre el elemento antes de la inspección debe ser según sea recomendado por el fabricante del producto, pero en ningún caso debe ser menor que 10 minutos (ver tabla 2), el tiempo de revelado se inicia tan pronto la capa de revelador húmedo es secada por evaporación normal. Los períodos de revelado mayores a 30 minutos están permitidos si el exceso de la mancha exterior no daña los resultados de la examinación.

- **Inspección.**
  - La inspección de los elementos o áreas debe ser desarrollada después que el tiempo de revelado aplicable ha transcurrido, para asegurar la aparición apropiada de manchas de penetrante al exterior de las discontinuidades sobre la capa del revelador. La superficie debe ser observada mientras se aplica el revelador como una ayuda en la evaluación de las indicaciones.
  - Las indicaciones visibles por líquidos penetrantes deben ser examinadas con luz blanca natural o artificial, cualquiera de las dos. Una intensidad mínima de luz en el sitio de inspección de 1000 lux debe ser permitida.

- **Evaluación de Indicaciones.**
- Todas las indicaciones deben ser evaluadas por inspección visual (tan pronto como el tiempo de revelado haya transcurrido), de acuerdo con el estándar de aceptación del código donde aplique y/o especificaciones técnicas del contrato, elemento o material que esté siendo examinado.
- Las ubicaciones donde los defectos han sido encontrados (discontinuidades fuera de tolerancia) deben ser apropiadamente marcados, si la disposición del control de calidad permite reparaciones ellos deben ser desarrollados según los códigos para el uso de procedimientos de soldaduras aprobados, y las áreas reparadas deben ser re-examinadas de acuerdo con este procedimiento.

9. CRITERIO DE ACEPTACIÓN

Todos los criterios de aceptación deben aplicarse según códigos API 650, ASME V, y ASME VIII donde aplique respetando este procedimiento de inspección y estas serán reportadas mediante el formato de inspección por líquidos penetrantes adjunto en el anexo.

1. Cuando se especifica un examen de penetrante líquido, el método de examen debe estar de acuerdo con la Sección V, Artículo 6, del Código ASME.
2. El examen de penetrante líquido debe realizarse de acuerdo con un procedimiento escrito certificado por el Fabricante para cumplir con los requisitos aplicables de la Sección V del Código ASME.
3. El fabricante determinará y certificará que cada examinador de líquidos penetrantes cumple con lo siguiente

requisitos

a) Tiene visión (con corrección, si es necesario) para permitirle leer un cuadro estándar Jaeger Tipo 2 a una distancia de no menos de 300 mm (12 pulgadas) y es capaz de distinguir y diferenciar el contraste entre los colores utilizados. Los examinadores deben ser revisados anualmente para asegurarse de que cumplan con estos requisitos.

b) es competente en la técnica del método de examen de penetración líquida para el cual está certificado, incluyendo hacer el examen e interpretar y evaluar los resultados; sin

embargo, cuando el método de examen consta de más de una operación, el examinador puede estar certificado como calificado para uno o más de las operaciones.

4. Las normas de aceptación y la eliminación y reparación de defectos deben estar de acuerdo con la Sección VIII, Anexo 8, Párrafos 8-3, 8-4 y 8-5, del Código ASME. Como se describe a continuación:

EVALUACIÓN DE INDICACIONES

Una indicación de una imperfección puede ser mayor que la imperfección que lo causa; sin embargo, el tamaño de la indicación es la base para la evaluación de aceptación. Solo indicaciones con dimensiones mayores de más de 1/16 pulg. (1.5 mm) se considerarán relevantes.

(a) Una indicación lineal es aquella que tiene una longitud mayor de tres veces el ancho.

(b) Una indicación redondeada es circular o elíptica. forma con una longitud igual o inferior a tres veces la anchura.

(c) Cualquier indicación cuestionable o dudosa será reexaminado para determinar si son o no pertinente.

NORMAS 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. Todas las superficies a examinar deberán estar libres de:

(a) indicaciones lineales relevantes;

(b) indicaciones redondeadas relevantes mayores de 3/16 pulg. (5 mm);

(c) cuatro o más indicaciones redondeadas relevantes en una línea separada por 1/16 pulg. (1.5 mm) o menos (borde a borde).

REQUERIMIENTOS DE REPARACIÓN

Las imperfecciones inaceptables serán reparadas y reexaminadas hecho para asegurar la eliminación o reducción a un nivel aceptable tamaño. Cada vez que una imperfección es reparada por picado o rectificado y posterior reparación por soldadura no es obligatorio, el área excavada se mezclará en la superficie circundante para evitar muescas agudas, grietas, o esquinas Donde se requiere soldadura después de la reparación de una imperfección, el área debe limpiarse y soldarse realizado de acuerdo con un procedimiento de soldadura calificado.

(a) Tratamiento de las indicaciones consideradas no relevantes. Ninguna se considerará la indicación que se considere no relevante como una imperfección a menos que se muestre por reexaminación por el mismo método o por el uso de otros métodos no destructivos y / o por acondicionamiento de superficies que no hay imperfección inaceptable presente.

(b) Examen de áreas a partir de las cuales tienen defectos eliminado Después de que se cree que se ha eliminado un defecto y antes de hacer reparaciones de soldadura, el área deberá ser examinado por métodos adecuados para garantizar que se haya eliminado o reducido a una imperfección de tamaño aceptable.

(c) Reexaminación de las áreas de reparación. Después de las reparaciones tienen hecho, el área reparada se mezclará en la superficie circundante para evitar muescas afiladas, grietas o esquinas y reexaminado por el líquido penetrante método y por todos los demás métodos de examen que originalmente se

requerían para el área afectada, excepto que, cuando la profundidad de reparación es menor que la radiográfica sensibilidad requerida, la radiografía puede ser omitido.

10. RESTRICCIONES

- No se podrá realizar las inspecciones por líquidos penetrantes si la soldadura no presente una limpieza adecuada para su evaluación.
- No se podrá realizar las Inspecciones por Líquidos penetrantes si se presenta condiciones climáticas adversas.

11. ANEXOS

- **SGC-C-REG-MEC-043** REGISTRO DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO PARA PRUEBA NEUMÁTICA EN PLANCHAS DE REFUERZO EN TANQUES"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

ÍNDICE

1. OBJETIVO: 2
2. ALCANCE: 2
3. REFERENCIAS: 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES: 2
5. DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES: 3
7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO: 3
8. REGISTROS 4

5. Procedimiento para prueba neumática en planchas de refuerzo en tanques

1. OBJETIVO:

Determinar una secuencia de actividades aplicables a la ejecución del control de fugas en costuras soldadas en planchas de refuerzo en las boquillas.

2. ALCANCE:

El alcance de este procedimiento aplica a todas las inspecciones neumáticas a realizar en tanques de almacenamiento bajo el estándar API 650 en la empresa Sergear SAC

3. REFERENCIAS:

- Planos y Especificaciones técnicas (alcances) del Proyecto entregados por el cliente para Fabricación de tanques.
- Planos de fabricación elaborados por Sergear SAC, previamente aprobado por el cliente.
- Alcances de construcción.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES:

- API 650 Tanques de almacenamiento.
- ASTM American Society For Testing And Materials
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- NTP Normas técnicas peruanas.

5. DEFINICIONES

- **Prueba neumática:** Es la prueba de presión que se realiza usando como fluido de prueba generalmente aire.
- **Acero:** Todos los materiales deberán ser completamente nuevos y de stocks vigentes. Salvo que se indique algo diferente en los planos de diseño, los materiales deberán cumplir con las especificaciones de las normas de ASTM. Se podrá solicitar la aprobación de materiales sustitutos, con propiedades equivalentes.
- **Dossier de calidad:** Son los documentos que compilan toda la información asociada con el desarrollo de la construcción del proyecto, conformados por el registro de control de calidad, certificados de calidad, calibraciones de equipos, etc., amparada en el alcance contractual, y que ofrece la base para la validación de la obra ejecutada.
- **Protocolos:** Son los documentos que soportan técnicamente un proceso o actividades específicas del proyecto, pueden incluir resultados de cálculos estructurales, pruebas a los materiales, certificados de calibración de equipos, personal calificado, fichas técnicas, etc. Este tipo de documentos deben estar autorizados por todos los especialistas involucrados días antes de cualquier evento.
- **Formatos:** Significan las formas que se utilizan para registras todas las actividades establecidas en los procedimientos, instructivos de trabajo y/o protocolos.

- **Registros:** Son los documentos que proporciona toda la evidencia objetiva de actividades o resultados. Este tipo de documentos deben estar correctamente autorizados por los responsables involucrados.

6. RESPONSABILIDADES:

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:

7.1 EQUIPOS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- 01 manómetro 0 a 30 psi calibración vigente
- Solución jabonosa
- Compresor con regulador de presión, mangueras, conectores.
- Botiquín implementado para primeros auxilios
- Linterna
- Malla para señalización.
- Cintas de seguridad.

7.2 ACTIVIDADES PREVIAS

-Se realizará la inspección de la zona de trabajo, para poder señalizar el área donde se realizará las pruebas.

-La iluminación durante la prueba neumática será la adecuada para una adecuada interpretación y evaluación de los resultados.

-La solución jabonosa u otro material conveniente para la detección de fugas deberá ser usada para todas las soldaduras alrededor del refuerzo, tanto del lado interior y exterior del casco del tanque.

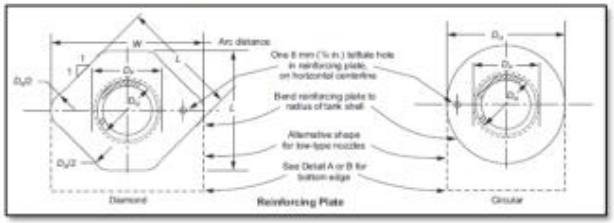
-Las juntas de la tubería estarán descubiertas (limpias)

7.5 DESARROLLO

-Hacer la instalación de los elementos necesarios (compresor con regulador de presión, mangueras, racores, válvulas, etc) para la prueba tanto en el equipo como en la correspondiente toma de aire.

-Verificar la condición del equipamiento para la ejecución de la prueba.

-Se aplicará una presión mínima de 100 Kpa (15 lbf/in²) medida en el espacio existente entre el cuerpo del tanque y la plancha de refuerzo en cada abertura del tanque usando agujeros especificados.



- Mientras que cada espacio es sometido a tal presión Aplicar agua jabonosa, aceite de linaza u otro material adecuado para la detección de fugas con brocha a la soldadura alrededor del refuerzo tanto dentro como fuera del tanque.
- La prueba neumática debe ser mantenida el tiempo requerido mínimo 30 segundos hasta descartar la detección de fugas en toda la unión soldada alrededor de la plancha de refuerzo.
- Una vez finalizada la prueba retirar todos los elementos de prueba.

7.4 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- La presencia de una fuga indicada por crecimiento o de formación continua de burbujas o espumas producidas por el paso de aire, es inaceptable.
- Las fugas detectadas deberán ser reparadas y re-examinadas usando el procedimiento de inspección descrito.

8. REGISTROS:

- **SGC-C-REG-MEC-044** REGISTRO DE PRUEBA NEUMATICA EN PLANCHAS DE REFUERZO.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO PARA PRUEBA DE VACÍO EN TANQUES"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

ÍNDICE

1. OBJETIVO: 2
2. ALCANCE: 2
3. REFERENCIAS: 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES: 2
5. DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES: 3
7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO: 3
8. REGISTROS 5

1. OBJETIVO:

Determinar una secuencia de actividades aplicables a la ejecución del control y realización de la prueba de vacío en juntas de soldadura del fondo de un tanque bajo el estándar API 650.

2. ALCANCE:

El alcance de este procedimiento aplica a todas las inspecciones de prueba de vacío a realizar en tanques de almacenamiento en la empresa Sergear SAC.

3. REFERENCIAS:

- Planos y Especificaciones técnicas (alcances) del Proyecto entregados por el cliente para Fabricación de tanques.
- Planos de fabricación elaborados por Sergear SAC, previamente aprobado por el cliente.
- Alcances de construcción.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES:

- API 650 Tanques de almacenamiento.
- ASTM American Society For Testing And Materials
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- NTP Normas técnicas peruanas.

5. DEFINICIONES

- **Prueba de vacío:** La prueba de fuga de burbujas (o caja de vacío) es una parte integral de las inspecciones de tanques según lo exige el Instituto Americano del Petróleo (API) y otras asociaciones de estándares internacionales para establecer la condición de soldaduras de placa inferior de tanque y soldaduras de placa base.
- **Dossier de calidad:** Son los documentos que compilan toda la información asociada con el desarrollo de la construcción del proyecto, conformados por el registro de control de calidad, certificados de calidad, calibraciones de equipos, etc., amparada en el alcance contractual, y que ofrece la base para la validación de la obra ejecutada.
- **Protocolos:** Son los documentos que soportan técnicamente un proceso o actividades específicas del proyecto, pueden incluir resultados de cálculos estructurales, pruebas a los materiales, certificados de calibración de equipos, personal calificado, fichas técnicas, etc. Este tipo de documentos deben estar autorizados por todos los especialistas involucrados días antes de cualquier evento.
- **Formatos:** Significan las formas que se utilizan para registras todas las actividades establecidas en los procedimiento, instructivos de trabajo y/o protocolos.

- **Registros:** Son los documentos que proporciona toda la evidencia objetiva de actividades o resultados. Este tipo de documentos deben estar correctamente autorizados por los responsables involucrados.

6. RESPONSABILIDADES:

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:

7.1 EQUIPOS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

La aplicación de éste ensayo requiere el empleo de:

- Una Campana de vacío de 150mm (6 in.) de ancho por 750mm (30 in.) de largo (*), con empaquetaduras en los bordes del fondo abierto y una ventana de vidrio en la tapa.
- Un motor eléctrico capaz de generar un vacío parcial de mínimo de 3 psi a 10 psi
- Un vacuómetro. (DEBIDAMENTE CALIBRADO)
- Solución jabonosa (agua y jabón líquido).

(*) Las dimensiones de la campana no necesariamente deben ser las indicadas.

7.2 ACTIVIDADES PREVIAS

Las superficies soldadas que serán ensayadas deberán presentar condiciones adecuadas de modo que no interfieran con el resultado final del ensayo. Es decir, la superficie del cordón debe de estar limpia y libre de rugosidades excesivas, ondulaciones, óxidos, salpicaduras de soldaduras, etc. Si fuera necesario, las superficies podrían ser esmeriladas, escobilladas, raspadas, o preparadas de alguna forma para ejecutar el ensayo.

7.3 DESARROLLO

1. La prueba de vacío se realiza utilizando una caja de prueba de aproximadamente 150 mm (6 pulg.) De ancho por 750 mm (30 pulg.) De largo con una ventana transparente en la parte superior,

que proporciona la visibilidad adecuada para ver el área bajo examen. Durante la prueba, la iluminación debe ser adecuada para la evaluación e interpretación adecuadas de la prueba. El fondo abierto se sellará contra la superficie del tanque con una junta adecuada. Se deben proporcionar conexiones, válvulas, iluminación y medidores, según sea necesario. Se utilizará una solución de película de jabón o solución comercial de detección de fugas, aplicable a las condiciones.

2. Las pruebas de vacío se realizarán de acuerdo con un procedimiento escrito preparado por el fabricante del tanque. El procedimiento requerirá:

a) realizar un examen visual del fondo y las soldaduras antes de realizar la prueba de la caja de vacío;

b) verificar el estado de la caja de vacío y sus juntas de estanqueidad;

c) verificar que no hay una burbuja rápida o una respuesta de escupir a fugas grandes; y

d) aplicar la solución de película a un área seca, de modo que el área esté completamente mojada y una generación mínima de Se producen burbujas de aplicación.

3. Se utilizará un vacío parcial de 21 kPa (3 lbf / in², 6 in. Hg) a 35 kPa (5 lbf / in², 10 in Hg) para la prueba. Si el Comprador lo especifica, se realizará una segunda prueba de vacío parcial de 56 kPa (8 lbf / in², 16 in. Hg) a 70 kPa (10 lbf / in², 20 in. Hg) para la detección de Fugas muy pequeñas.

4. El fabricante deberá determinar que cada operador de caja de vacío cumpla con los siguientes requisitos:

a) tiene visión (con corrección, si es necesario) para poder leer un cuadro estándar Jaeger Tipo 2 a una distancia de no menos de 300 mm (12 pulg.). Los operadores serán revisados anualmente para asegurarse de que cumplen con este requisito; y

b) es competente en la técnica de la prueba de la caja de vacío, que incluye realizar el examen e interpretar y evaluar los resultados; sin embargo, cuando el método de examen consiste en más de una operación, el operador que realiza solo una parte de la prueba solo necesita estar calificado para esa parte que realiza el operador.

5. La prueba de la caja de vacío debe tener una superposición de al menos 50 mm (2 pulg.) De la superficie vista anteriormente en cada aplicación.

6. Los límites de temperatura de la superficie del metal deben estar entre 4 ° C (40 ° F) y 52 ° C (125 ° F), a menos que se pruebe que la solución de película funciona a temperaturas fuera de estos límites, ya sea mediante pruebas o recomendaciones del fabricante.

7. Se requiere una intensidad de luz mínima de 1000 Lux (100 fc) en el punto de examen durante la aplicación del examen y la evaluación de fugas.

8. El vacío se mantendrá durante al menos 5 segundos o el tiempo requerido para ver el área bajo prueba.

9. La presencia de una fuga de espesor total indicada por la formación o el crecimiento continuo de una o más burbujas o espuma, producida por el aire que pasa a través del espesor, es inaceptable. La presencia de una gran fuga de apertura, indicada por una burbuja de ruptura rápida o una respuesta de escupir en la configuración inicial de la caja de vacío es inaceptable. Las fugas se repararán y volverán a analizar.

10. Un registro o informe de la prueba que incluya una declaración que aborde la temperatura y la intensidad de la luz deberá completarse y entregarse al Comprador a solicitud.

7.4 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Las secciones de los cordones que muestren burbujas o espumas producidas durante la prueba debido a imperfecciones pasantes ya sea tipo porosidades o fisuras serán inaceptables y se cuantificará y marcará mediante un marcador indeleble para su posterior reparación y reexaminación.
- La presencia de una fuga indicada por crecimiento o deformación continua de burbujas o espumas producidas por el paso de la caja de vacío, es inaceptable.
- Las fugas detectadas deberán ser reparadas y re-examinadas usando el procedimiento de inspección descrito.

8. REGISTROS:

- **SGC-C-REG-MEC-045** REGISTRO DE PRUEBA DE VACÍO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

7. Procedimiento de inspección por partículas magnéticas en tanques de almacenamiento

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 2
4. DOCUMENTO DE REFERENCIA 2
5. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
6. RESPONSABILIDADES 2
7. RECURSOS 3
   7.1 PERSONAL 3
   7.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL 3
   7.3 EQUIPOS A UTILIZAR 3
   7.4 HERRAMIENTAS ADICIONALES 3
8. DESARROLLO 3
9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN 4
10. RESTRICCIONES 5
11. REGISTRO 5

1. OBJETIVO

Establece la secuencia de inspección con Partículas Magnéticas visibles, para inspección de soldadura, en juntas a tope y soldadura a filete. Bajo el estándar API 650 y ASME VIII.

2. ALCANCE

Este procedimiento contiene los requerimientos y Técnicas para la inspección por Partículas Magnéticas en uniones soldadas de materiales ferromagnéticos. En la fabricación de tanques en la empresa Sergear SAC.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Inspección por partículas magnéticas:** La aplicación del ensayo de Partículas Magnéticas consiste básicamente en magnetizar la pieza a inspeccionar, aplicar las partículas magnéticas (polvo fino de limaduras de hierro) y evaluar las indicaciones producidas por la agrupación de las partículas en ciertos puntos. Este proceso varía según los materiales que se usen, los defectos a buscar y las condiciones físicas del objeto de inspección.
- **Discontinuidad:** Son irregularidades que se presentan en la soldadura, por falta de continuidad, falta de cohesión (unión), debido a la interrupción física normal de materia. Las discontinuidades son aceptables siempre que estén dentro de los criterios de aceptación según la norma aplicable.
- **Defecto:** Es una discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación son inadmisibles por alguna norma específica. En particular, al realizar un ensayo no destructivo (END) se cataloga como defecto dentro de los criterios de aceptación por la norma aplicable.
- **Soldadura:** Es el proceso de unión que produce la coalescencia de los materiales calentándose a temperatura adecuada.

4. DOCUMENTO DE REFERENCIA

- Especificaciones técnicas de tanques proporcionados por el cliente.
- Alcances constructivos.
- Certificados de calidad de materiales.

5. NORMAS Y ESTÁNDARES

- API 650 Tanque de almacenamiento.
- SNT-TC-1A Practica Recomendada.
- AWS A2.4 Símbolos de soldadura y ensayo no destructivos.
- ASME VIII División 1.
- ASME V Ensayos No Destructivos.
- ASTM E709. Standard Guide for Magnetic Particle Testing

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia

entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.

- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. RECURSOS

7.1 PERSONAL

Para las inspecciones se requiere un inspector con la siguiente certificación:

-Nivel II en Inspección por Líquidos Penetrantes.

7.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

-Casco de seguridad.
-Protección Auditiva.
-Lentes Claros.
-Zapatos de seguridad con punta de acero.
-Bloqueador Solar.
-Respirador para vapores y partículas de polvo
-Chaleco de Seguridad con cinta Reflectivos.

7.3 EQUIPOS A UTILIZAR

- Equipo de Magnetización (Recomendado Yoke Y6)
- Marca (Recomendado CONTOUR PROBE)
- Modelo (recomendado DA-200)
- Indicador de Campo Magnético (Recomendado MG-50 Parker Research Corp)
- Partículas Magnética (Vía Húmeda / Vía Seca.)

7.4 HERRAMIENTAS ADICIONALES

-Galgas. Debidamente calibrado
-Espejo.
-Regla Metálica.
-Cinta métrica. Debidamente calibrado
-Linterna.

8. DESARROLLO

8.1. PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES

- La superficie examinada y todas las zonas adyacentes en un rango de por lo menos 1 pulgada, deberá estar seca y limpia, libres de cuerpos extraños (polvo, grasas, pelusas, etc.) que interfieran con la inspección.

- La limpieza se podrá realizar con escobillas manuales o circulares, podrá emplearse solventes para la remoción de grasas y aceites.

8.2. APLICACIÓN DE LAS PARTICULAS MAGNETICAS:

El tipo de partículas a aplicarse podrán ser húmedas o secas.

- Se podrá aplicar corriente alterna (AC) o corriente directa (DC)

- La corriente alterna es usada con el objetivo de detectar discontinuidades finas en la superficie.
- La corriente directa será utilizada cuando el objetivo sea detectar discontinuidades sub superficiales, (máximo 2mm de profundidad)

8.3. EQUIPOS

- El equipo para la magnetización será un yugo magnético, el cual deberá presentar una intensidad apropiada de flujo de campo magnético que pueda detectar discontinuidades superficiales presentes en un material ferromagnético que contengan discontinuidades conocidas.
- Si fuera necesario comprobar la fuerza magnetizante será demostrada mediante la prueba de levantamiento de peso muerto cada 6 meses.
- Si es necesario verificar la dirección de campo magnético deberá usarse un indicador de campo magnético (pie gauge, shims, etc).

8.4. PARTICULAS MAGNETICAS

- Las partículas magnéticas pueden ser de color: rojo, negro, gris o amarillo y no es más que material ferromagnético finamente dividido y libre de óxidos, grasas o suciedad.
- La selección de color de las partículas magnéticas será en función de color del material a inspeccionar, con el objetivo es generar un buen contraste que facilite la interpretación de discontinuidades.
- La inspección con partículas magnéticas secas, no deberá ser realizado sobre la superficie o partes cuya temperatura exceda los 315° C.
- La inspección por partículas magnéticas humadas visibles o fluorescentes no deberán ser realizadas sobre superficies cuyas zonas de interés superen una temperatura aprox. 59°C.

8.5. DEZMAGNETIZACION

- Cuando sea requerido de acuerdo a las especificaciones del contrato pertinente y/o el código, los componentes o partes, deberán ser desmagnetizados una vez culminada la inspección por el método de Partículas Magnéticas. La cantidad máxima de magnetismo residual permisible es de +/- 3 μ gauss.

8.6. LIMPIEZA FINAL

- Todas las superficies deberán ser limpiadas, de tal manera que el polvo dehierro sea completamente removido después de la inspección y magnetización. Cuando esta sea requerida y se haya completado la inspección.
- Todos los tapones deberán ser removidos de los agujeros y cavidades.

9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los criterios de aceptación serán de acuerdo a lo establecido en la norma ASME SECCION VIII – apéndice 6

9.1. EVALUACIÓN DE INDICACIONES

Las indicaciones serán reveladas por la retención de partículas magnéticas. Sin embargo, todas estas indicaciones no son necesariamente imperfecciones, ya que la rugosidad superficial excesiva, las variaciones de permeabilidad magnética (como en el borde de las zonas afectadas por el calor), etc., pueden producir indicaciones similares.
Una indicación de una imperfección puede ser mayor que la imperfección que la causa; sin embargo, el tamaño de la indicación es la base para la evaluación de aceptación. Solo se considerarán relevantes las indicaciones que tengan una dimensión superior a 1/16 pulg. (1,5 mm).

(a) Una indicación lineal es aquella que tiene una longitud mayor que tres veces el ancho.
(b) Una indicación redondeada es una de forma circular o elíptica con una longitud igual o inferior a tres veces su ancho.
(c) Cualquier indicación cuestionable o dudosa será reexaminada para determinar si son relevantes o no.

9.2. NORMAS 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. Todas las superficies a examinar deberán estar libres de:

(a) indicaciones lineales relevantes;

(b) indicaciones redondeadas relevantes mayores de 3/16 pulg. (5 mm);

(c) cuatro o más indicaciones redondeadas relevantes en una línea separada por 1/16 pulg. (1.5 mm) o menos, de borde a borde.

9.3. REQUISITOS DE REPARACIÓN

El defecto se eliminará o reducirá a una imperfección de tamaño aceptable. Siempre que se elimine una imperfección por astillado o rectificado y no se requiera reparación posterior por soldadura, el área excavada se mezclará con la superficie circundante para evitar muescas, hendiduras o esquinas afiladas. Cuando se requiera soldadura después de eliminar una imperfección, el área se limpiará y se realizará la soldadura de acuerdo con un procedimiento de soldadura calificado.
(a) Tratamiento de las indicaciones consideradas no relevantes. Cualquier indicación que se considere no relevante se considerará como una imperfección a menos que se demuestre mediante un nuevo examen por el mismo método o mediante el uso de otros métodos no destructivos y / o por el acondicionamiento de la superficie de que no hay imperfección inaceptable.
(b) Examen de áreas de las cuales se han eliminado las imperfecciones. Después de que se cree que se ha eliminado un defecto y antes de realizar reparaciones de soldadura, el área se examinará por métodos adecuados para garantizar que se haya eliminado o reducido a una imperfección de tamaño aceptable.
(c) Reexaminación de las áreas de reparación. Después de que se hayan realizado las reparaciones, el área reparada se mezclará con la superficie circundante para evitar muescas, hendiduras o esquinas afiladas y se volverá a examinar mediante el método de partículas magnéticas y todos los demás métodos de examen que se requirieron originalmente para el área afectada. Excepto que, cuando la profundidad de reparación es menor que la sensibilidad radiográfica requerida, se puede omitir la radiografía.

10. RESTRICCIONES

- No se podrá realizar las inspecciones por partículas magnéticas si la soldadura no presente una limpieza adecuada para su evaluación.
- No se podrá realizar las Inspecciones por partículas magnéticas si se presenta condiciones climáticas adversas.

11. REGISTRO

- **SGC-C-REG-MEC-046** REGISTRO DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.

8. Procedimiento de inspecciones radiográficas en tanques de almacenamiento bajo api-650

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO DE INSPECCIONES RADIOGRÁFICAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES: 2
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA 3
5. NORMAS Y ESTÁNDARES 3
6. RESPONSABILIDADES 3
7. DESARROLLO: 3
8. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: 13
9. REGISTROS: 16

1. OBJETIVO

Establecer los requerimientos mínimos necesarios para la ejecución del método nodestructivo de Radiografía Industrial mediante Rayos Gamma, basado en la norma API 650.

2. ALCANCE

Aplicación del Exámen Radiográfico en juntas soldadas a tope en tanques de almacenamiento fabricados bajo el estándar API-650
Las que serán debidamente evaluadas de acuerdo al criterio de aceptación o rechazo que sea aplicable. Este procedimiento no tiene el alcance de seguridad radiológica el cual forma parte de otro procedimiento.
Se requiere un examen radiográfico para soldaduras a tope en el cuerpo del tanque (ver 8.1.2.2, 8.1.2.3 y 8.1.2.4 de la norma API-650), soldaduras a tope de placa anular (ver 8.1.2.9 de la norma API-650) y conexiones de tipo empotrado con soldaduras a tope (ver 5.7 .8.11 de la norma API-650). No se requiere un examen radiográfico para lo siguiente: soldaduras de la placa del techo, soldaduras de la placa inferior, soldaduras que unen el ángulo superior con el techo o la carcasa, soldaduras que unen la placa de la carcasa con la placa inferior, soldaduras en la boquilla y cuellos de entrada hechos de la placa, o soldaduras de accesorios al Tanque.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

- **Trazabilidad:** Aptitud de reconstruir la historia, la utilización o la localización de una entidad por medio de identificaciones registradas.
- **Inspección Visual:** Observación de una porción de componentes, juntas y otros elementos que pueden ser vistos antes, durante y después de su manufactura, fabricación, ensamblaje, instalación, examinación y prueba.
- **Soldadura a tope:** es una soldadura en la que las partes de metal a soldar se unen por sus extremos, canto contra canto. Soldadura de una junta fijando sus extremos sin empalmarlos.
- **WPS:** El procedimiento de soldadura o WPS (Welding Procedure Specification) es un documento que provee las directrices para realizar la soldadura con base en los requerimientos del código, proporciona igualmente la información necesaria para orientar al soldador u operador de soldadura y asegurar el cumplimiento de los requerimientos del código.
- **PQR:** (Procedure Qualification Records) o Registro de Calificación de procedimiento, es el documento donde se prueba de una manera objetiva (por medio de ensayos mecánicos) que la soldadura descrita en el WPS es capaz de proveer las propiedades requeridas para la aplicación pretendida, así como probar que se cumple con las propiedades mecánicas (resistencia, ductilidad, tenacidad, etc.).
- **WPQR:** es la abreviatura de Welder Performance Qualification Record, que traducido al español significa "Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador", en términos simples es el documento escrito que demuestra que un soldador es calificado (conocido comúnmente como Homologado), este documento se obtiene después de que el soldador ha pasado satisfactoriamente una prueba práctica de habilidad para desarrollar un determinado WPS.
- **DEFECTO:** Es una discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación son inadmisibles por alguna norma específica. En particular, al realizar un ensayo no destructivo (END) se cataloga como defecto a toda la discontinuidad o grupo de discontinuidades cuyas indicaciones no se encuentren dentro de los criterios de aceptación por la norma aplicable.
- **DISCONTINUIDAD:** Son irregularidades que se presentan en la soldadura, por falta de continuidad, falta de cohesión (unión), debido a la interrupción física normal de materia.
- **FABRICACIÓN:** Es la preparación de la tubería para su ensamblaje. Incluye corte, roscado, ranurado, formado, doblado

y unión de los componentes para formar subensambles. La fabricación se puede realizar tanto en taller como en campo.

- **FUSIÓN:** La fusión del material de aporte y el material base, o del material base solamente, que genera coalescencia.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Especificaciones técnicas para fabricación de tanques del cliente.
- Alcances del proyecto.

5. NORMAS Y ESTÁNDARES

- API 650 Ed. 2014 "Welded Tanks for Oil Storage"
- ASME Code, Section V, Ed. 2015 "Nondestructive Examination"
- ASTM E94 "Standard Guide for Radiographic Examination"
- ASME Code, Section VIII, Ed. 2015 "Rules for Construction of Pressure Vessels"
- ASTM E 747/04 Standard Practice for Design, Manufacture and Material Grouping Classification of Wire Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology.
- AWS A2.4 Símbolos de soldadura y ensayo no destructivos.
- ASNT Recommended Practice No. SNT-TC-1A Ed. 2011

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO:

7.1. PERSONAL

Para las inspecciones se requiere un inspector con la siguiente certificación:

- Inspector Nivel II ó III en ensayos radiográficos RT.

7.2. REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

- Todo el personal involucrado en esta actividad, deberá cumplir con el Procedimiento de Seguridad Radiológica en su última revisión. Será responsabilidad del Nivel I y Nivel II operador de radiografía por su propia seguridad radiológica e industrial y la del personal que pudiera encontrarse en las inmediaciones del lugar del ensayo, cumplir el procedimiento indicado y las recomendaciones vigentes del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

- Todo el personal involucrado en las tareas de radiografía, llevará dosímetro personal tipo lapicero y/o dosímetro tipo película, además de un detector sonoro para registrar y controlar que no se sobrepasen los límites de radiación que pueden absorber tanto el personal como el público.
- Los Operadores que efectúen los ensayos radiográficos mediante la operación directa del equipo de Gammagrafía, deberán poseer el certificado de habilitación para el manejo de equipos con radioisótopos y fuentes de radiaciones ionizantes emitidos por el IPEN (Licencia individual).

7.3. ACTIVIDADES A SEGUIR

Antes de iniciar el ensayo radiográfico, el Inspector de soldadura del Cliente deberá aprobar la soldadura mediante ensayo visual (VT), evidenciando dicha aprobación mediante la marca de sus iniciales y fecha al costado de la soldadura. De manera enunciativa más no limitativa, las actividades principales a seguir para la inspección radiográfica son:

- Actividades de campo mediante la exposición de las películas, que será realizado por un Radiólogo Nivel I ó Nivel II y puede hacerlo con un Asistente de Nivel I
- Actividades en laboratorio o cuarto oscuro mediante el procesado de las películas expuestas, que será realizado por un Radiólogo Nivel I ó Nivel II.
- Actividad en área seca y con iluminación tenue e indirecta para evaluación de las películas e imágenes radiográficas para la emisión del informe de inspección radiográfica según el criterio de aceptación o rechazo aplicable de acuerdo al Código de Construcción seleccionado en forma específica, que será realizado por un Radiólogo certificado Nivel II ó Nivel III.

7.4. MATERIALES Y EQUIPOS

- Para monitorear el área controlada por radiación ionizante durante las exposiciones radiografías, se empleara un monitor de radiación tipo Geiger - Muller

7.4.1. Fuente de radiación

Como fuente de radiación para la exposición de la película se utilizará una de las siguientes:

(a) Fuente de emisión de Rayos Gamma de las siguientes características:

- Fuente de Radiación Gamma de Ir-192 (máx. 120 Curies), la cual debe adjuntar certificado del fabricante con carta de decaimiento y tamaño focal.
- Equipo de lanzamiento a control manual de Telemando.

7.4.2. Películas

Las películas deberán ser específicas para ser usadas en radiografía industrial, según ASTM E1815 Grupo I (Agfa/D4; Kodak /MX 125).

7.4.3. Pantallas reforzadoras

Las pantallas de Plomo de espesor frontal 0.005 pulg. y posterior 0.010 pulg. Deberán ser usadas para intensificación de la imagen en la película.

Preferiblemente se utilizaran películas con pantalla de plomo integrales colocadas por el fabricante. También es

posible emplear pantallas de Pb frontal y posterior de diversos espesores que permitan obtener una calidad de imagen aceptable al código.

7.4.4.Identificación, leyendas y marcas de Pb en las películas

En cada radiografía con imagen formada con Caracteres de Plomo debe de quedar registrado lo siguiente:

a) Siglas de la firma examinadora, siglas del Constructor, Nº. De Isométrico, Diámetro de junta, Espesor de junta, espacio para ubicación del ICI, No. de junta, Fecha, estampa del soldador (por ejemplo JCC-03).

b) La leyenda de identificación puede ser elegida de acuerdo al proyecto y en acuerdo con el Cliente.

c) Cualquier medio para evitar la radiación dispersa puede ser empleado cuando sea necesario. Para verificar dicha radiación, cada chasis de película tendrá adherida en su exterior en el lado posterior una letra de Plomo "B" de dimensiones 1/16 in espesor y 1/2 in de altura. Si la imagen de la letra "B" aparece en la radiografía (imagen blanca), se hace evidente una excesiva retro - dispersión y una nueva película deberá ser expuesta con la adecuada protección. Una imagen oscura de la letra "B" no es causa de rechazo de la película.

Indicadores de Calidad de Imagen (IQI)

Los IQI deben ser del mismo grupo de materiales al que se ensayara. Los indicadores de calidad de imagen (IQI) serán de tipo hilo y seleccionados según el código y basados en el espesor del material más refuerzo de soldadura indicado por el código de construcción a ensayar. Los indicadores de la Calidad de imagen serán colocados preferiblemente del lado de la fuente; en el caso de que lo anterior no sea posible por razones prácticas, se les colocará en el lado película y se colocará una letra "F".

Elementos para interpretación de las películas

Facilidades de iluminación para lectura de películas.

Para observar la película se utilizarán equipos llamados usualmente Negatoscopios, estos, deberán tener un reóstato para poder variar la iluminación incidente en la película y poder leer densidades ópticas de hasta 4.0 H&D unidades. Se debe evitar cualquier luz que genere reflejos sobre la radiografía y se deberá añadir una luz indirecta tenue, evitando la completa oscuridad.

Densitómetro y tirilla de densidades

Solamente se empleará un densitómetro calibrado (por una vigencia máxima de 90 días o cuando haya sospecha de alguna falsa lectura) ó una tirilla comparadora de densidades para establecer la densidad de la película obtenida.

Laboratorio para el procesado de las películas.

El laboratorio para el procesado manual deberá ser un cuarto oscuro que debe constar de lo siguiente:

a) Aire Acondicionado con la capacidad suficiente para mantener la temperatura de las soluciones químicas alrededor de 20°C, temperaturas mayores son factores de influencia del contraste y definición en la calidad radiográfica.

b) Luz de seguridad (con filtro) de rango 15W a 25W y distancias que no produzcan velos adicionales a las imágenes radiográficos después de proceso de revelado.

c) Tanques para procesamiento de películas de acero inoxidable u otro material que no reaccione químicamente con los líquidos revelador y fijador. La temperatura de los químicos deberán ser siempre verificados para mantenerse a la temperatura óptima recomendada por el fabricante de químicos. El radiólogo laboratorista es responsable de seleccionar el tiempo apropiado de tal forma se demuestre la calidad radiográfica requerida por el código de referencia.

Table T-276
IQI Selection

Nominal Single-Wall Material Thickness Range, in. (mm)	IQI					
	Source Side			Film Side		
	Hole-Type Designation	Essential Hole	Wire-Type Essential Wire	Hole-Type Designation	Essential Hole	Wire-Type Essential Wire
Up to 0.25, incl. (6.4)	12	2T	9	10	2T	8
Over 0.25 through 0.375 (6.4 through 9.5)	15	2T	8	12	2T	5
Over 0.375 through 0.50 (9.5 through 12.7)	17	2T	7	15	2T	6
Over 0.50 through 0.75 (12.7 through 19.0)	20	2T	8	17	2T	7
Over 0.75 through 1.00 (19.0 through 25.4)	25	2T	9	20	2T	8
Over 1.00 through 1.50 (25.4 through 38.1)	30	2T	10	25	2T	9
Over 1.50 through 2.00 (38.1 through 50.8)	35	2T	11	30	2T	10
Over 2.00 through 2.50 (50.8 through 63.5)	40	2T	12	35	2T	11
Over 2.50 through 4.00 (63.5 through 101.6)	50	2T	13	40	2T	12
Over 4.00 through 6.00 (101.6 through 152.4)	60	2T	14	50	2T	13
Over 6.00 through 8.00 (152.4 through 203.2)	80	2T	16	60	2T	14
Over 8.00 through 10.00 (203.2 through 254.0)	100	2T	17	80	2T	16
Over 10.00 through 12.00 (254.0 through 304.8)	120	2T	18	100	2T	17
Over 12.00 through 16.00 (304.8 through 406.4)	160	2T	20	120	2T	18
Over 16.00 through 20.00 (406.4 through 508.0)	200	2T	21	160	2T	20

d) Accesorios auxiliares para el revelado: Calentador para las soluciones de los diferentes químicos, termómetro, cronómetro, pinzas y colgadores para el secado de las películas.

7.4. REQUERIMIENTOS DEL ENSAYO RADIOGRAFICO

Los siguientes Párrafos describen los requerimientos generales para las inspecciones radiográficos en soldaduras a tope de configuración geométrica en simple V, doble V o la que el Constructor/Cliente especifique, no son aplicables para juntas angulares.

7.4.1. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES DE SOLDADURA

La inspección radiográfica se realizará después de la inspección visual realizada por el Inspector de Soldadura del Cliente el cual dejará en el tanque la identificación de la junta y la autorización para radiografiarla.

La superficie acabada del refuerzo de soldadura se recomienda que posea una altura uniforme, con una altura máxima sobre el nivel del metal base que indica el Código de Construcción. Toda salpicadura de soldadura es recomendable se solicite sea removida previa a la radiografía.

7.4.2. CALIDAD DE LAS RADIOGRAFIAS

Las radiografías deberán ser ejecutadas con una técnica de suficiente sensitividad para demostrar los marcadores de identificación, traslape entre radiografías contiguas, delimitación e identificación del IQI (Indicador de Calidad de Imagen) alambre esencial visible, todos estos son indicadores esenciales de la calidad de la imagen radiográfica.

Todas las radiografías deberán estar libres de defectos mecánicos, químicos u otros procesos que pudieran interferir con la interpretación apropiada de la radiografía La sensitividad del alambre requerido

deberá ser el que indica la tabla T-276 del Código ASME Sección V

Limitaciones de Densidad:

La densidad de película transmitida (medida por transmisión de luz) a través de la imagen radiográfica del IQI de alambre adyacente y el área de interés deberán ser como mínimo 2.0 H&D y 4.0 H&D como máximo, para simple película.

7.4.3. LOCALIZACIÓN Y CANTIDAD DEL INDICADOR DE CALIDAD DE IMAGEN (IQI)

Los indicadores de calidad (IQI) deben ser colocados del lado de la fuente en la sección que será examinada, de tal forma que el plano del (IQI) sea normal al haz de radiación y estará colocado en forma perpendicular a la soldadura. El código de identificación del IQI no deberá estar en la zona de interés a evaluar. Para placas radiográficas menores a 10 pulg. de longitud como mínimo se utilizara un IQI, y esta será colocada en punto medio de la zona a evaluar. Para placas radiográficas mayores o iguales a 10pulg. De longitud como mínimo se utilizaran dos IQI, una ubicada en el punto medio y la otra a 1 pulg. Del inicio.

7.4.4. DISTANCIA OBJETO A PELICULA

La distancia objeto a la película deberá ser lo mínimo posible y cuando sea práctico, la película deberá estar en contacto a la superficie del objeto a ser radiografiado.

7.4.5. DISTANCIA FUENTE A PELICULA

La distancia fuente película será lo suficientemente, como para proporcionar una penumbra lo más pequeña posible no mayor a 0.020" (0.51 mm) (Ver Tabla T-274.2 del Art. 2) Código ASME Sección V

7.4.6. PENUMBRA GEOMÉTRICA

La penumbra geométrica será determinada según la siguiente formula:

$$Ug = F*t / D$$

Dónde:

a) F = Tamaño efectivo de la fuente radiactiva. Este valor se puede obtener de la carta de exposición que suministra el fabricante. Para una fuente no colimada de forma cilíndrica, se obtiene calculando la longitud de su diagonal proyectada.

b) D = Distancia: Desde la fuente de radiación (lado fuente) al lado objeto a ser radiografiado.

c) t = Espesor a ser radiografiado, o distancia objeto a película, medida desde el lado objeto a la película, puede coincidir con el espesor del material si está en contacto con la película y objeto, o puede ser un diámetro.

d) La penumbra geométrica deberá ser tal que permita la visibilidad sin esfuerzo visual del alambre esencial requerido.

e) El tamaño focal será el indicado por el fabricante de la fuente radiactiva, indicado en la carta de decaimiento.

Material Thickness, in. (mm)	U_g Maximum, in. (mm)
Under 2 (50)	0.020 (0.51)
2 through 3 (50–75)	0.030 (0.76)
Over 3 through 4 (75–100)	0.040 (1.02)
Greater than 4 (100)	0.070 (1.78)

7.4.7. LONGITUD DE LAS PELÍCULAS

La ubicación y cantidad de películas se realizara de acuerdo a la sección 8 parte 8.1.2 del API STD 650. Las reparaciones serán expuestas con el mismo tamaño de película que se utiliza para la toma original y utilizando la cantidad de películas que sea necesaria para cubrir completamente el sector donde se realizó la reparación, aun cuando esto signifique que se aumente una o dos películas más por la extensión de la reparación sobre la zona afectada.

7.4.8. MANIPULEO DE PELICULAS

El cargado y descargado de películas de su chasis para el procesado manual, deberá ser efectuado en bastidores o carretes limpios y secos sin vestigios de químicos secos. Todos los chasis y pantallas deberán permanecer limpios y libres de suciedad u otro motivo de defecto en la película. Las películas serán manipuladas solamente por sus filos con manos secas y limpias y se evitará todo contacto brusco de las mismas.

7.4.9. ALMACENAMIENTO DE LAS PELÍCULAS

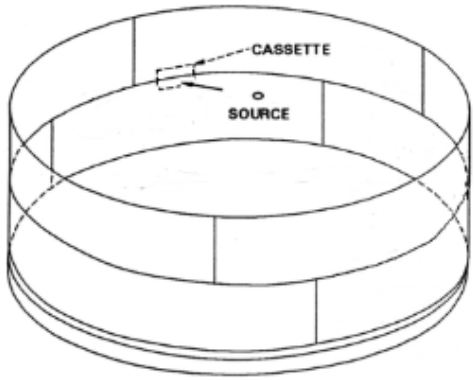
Películas no expuestas deben ser almacenadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para evitar daños antes de su utilización, asimismo almacenadas en lo posible sobre sus bordes.

7.5. TÉCNICAS RADIOGRAFICAS.

Se detallan a continuación las posibles técnicas aplicables a este procedimiento:

7.5.1. SIMPLE PARED / SIMPLE IMAGEN (SW/SI)

En la técnica de simple pared, la radiación pasa solo poruna pared de la soldadura (material), el cual es vistopor una radiografía aceptable.



7.6. INDICACIONES DE DISCONTINUIDADES QUE REQUIERAN CLARIFICACIÓN

Cuando aparezcan indicaciones en la radiografía, que puedan ser ocasionadas por defectos de la película, debido a procesamiento o manipuleo, o por irregularidades de superficie o defectos en el metal base a ser ensayado, el siguiente procedimiento se aplicará.

a) Examinar visualmente la superficie de la soldadura y el área adyacente para determinar si las discontinuidades proyectadas en la película se deben a irregularidades superficiales y de dimensiones no aceptables.

b) Cualquier indicación que presente duda y pueda ser un defecto de película o de material requerirá tomar otra radiografía para confirmar la sospecha. Si el radiólogo está seguro de su evaluación, solo tomará otra radiografía si es a pedido y cuenta de la parte interesada y se registrará

c) Cualquier confirmación de una discontinuidad detectada por la inspección, y que requiera ser reparada, necesitará ser re radiografiada después de dicha reparación y la placa original y sus reparaciones sometidas a evaluación y archivo

7.7. NÚMERO Y UBICACIÓN DE RADIOGRAFÍAS

Los siguientes requisitos se aplican a las juntas verticales.

a) Para juntas soldadas a tope en las que la placa de cubierta más delgada tiene un grosor menor o igual a 10 mm (3/8 pulg.), se tomará una radiografía puntual en los primeros 3 m (10 pies) de la junta vertical completa de cada tipo y espesor soldado por cada soldador u operador de soldadura. Las radiografías puntuales tomadas en las articulaciones verticales del curso más bajo pueden ser utilizadas para cumplir con los requisitos de la Nota 3 en la Figura 8.1 para uniones individuales. A partir de entonces,

sin tener en cuenta el número de soldadores u operadores de soldadura, se tomará una radiografía puntual adicional en cada 30 m (100 pies) adicionales (aproximadamente) y cualquier fracción mayor restante de la junta vertical del mismo tipo y espesor. Al menos El 25% de los puntos seleccionados deben estar en uniones de juntas verticales y horizontales, con un mínimo de dos de tales intersecciones por tanque. Además de los requisitos anteriores, se tomará una radiografía de punto aleatorio en cada junta vertical en el curso más bajo (vea el panel superior de la Figura 8.1).

b) Para juntas soldadas a tope en las que la placa de cubierta más delgada es mayor de 10 mm (3/8 pulg.) pero menor o igual a 25 mm (1 pulg.) de espesor, se tomarán radiografías puntuales de acuerdo con el Artículo a). Además, se radiografiarán todas las uniones de juntas verticales y horizontales en placas en este rango de espesor; cada película debe mostrar claramente no menos de 75 mm (3 pulg.) de soldadura vertical y 50 mm (2 pulg.) de longitud de soldadura en cada lado de la intersección vertical. En el curso más bajo, se tomarán dos radiografías puntuales en cada junta vertical: una de las radiografías debe estar tan cerca del fondo como sea posible, y la otra debe tomarse al azar (ver el panel central de la Figura 8.1).

c) Las juntas verticales en las que las placas de la carcasa tienen un grosor mayor de 25 mm (1 pulg.) deben radiografiarse completamente. Todas las uniones de juntas verticales y horizontales en este rango de grosor se radiografiarán; cada película debe mostrar claramente no menos de 75 mm (3 pulg.) de soldadura vertical y 50 mm (2 pulg.) de longitud de soldadura en cada lado de la intersección vertical (consulte el panel inferior de la Figura 8.1).

d) La soldadura a tope alrededor de la periferia de una placa de inserción o placa de inserción engrosada que se extiende menos que la altura adyacente del recorrido de la carcasa y que contiene aberturas de la carcasa (es decir, boquilla, boca de acceso, limpieza de tipo empotrado, conexión de carcasa de tipo empotrado) y sus elementos de refuerzo será completamente radiografiado.

e) La soldadura a tope alrededor de la periferia de una placa de inserción o placa de inserción engrosada que se extiende para que coincida con la altura del recorrido de la carcasa adyacente deberá tener las soldaduras a tope vertical y horizontal y las intersecciones de las juntas de soldadura vertical y horizontal radiografiadas utilizando las mismas reglas que aplicar a las uniones de soldadura en placas adyacentes de la carcasa en el mismo curso de la carcasa.

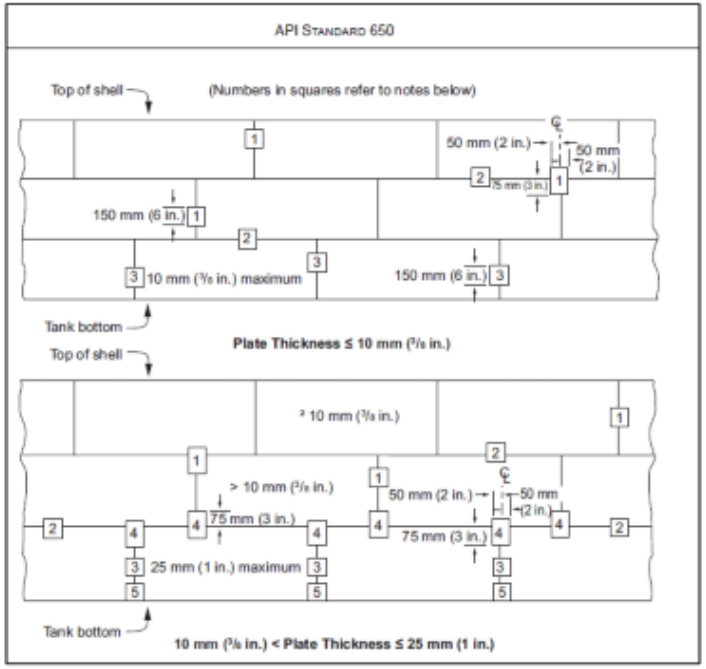
Para juntas horizontales

- Se tomará una radiografía puntual en los primeros 3 m (10 pies) de la junta a tope horizontal completa del mismo tipo y grosor (según el grosor de la placa más delgada en la junta) sin importar el número

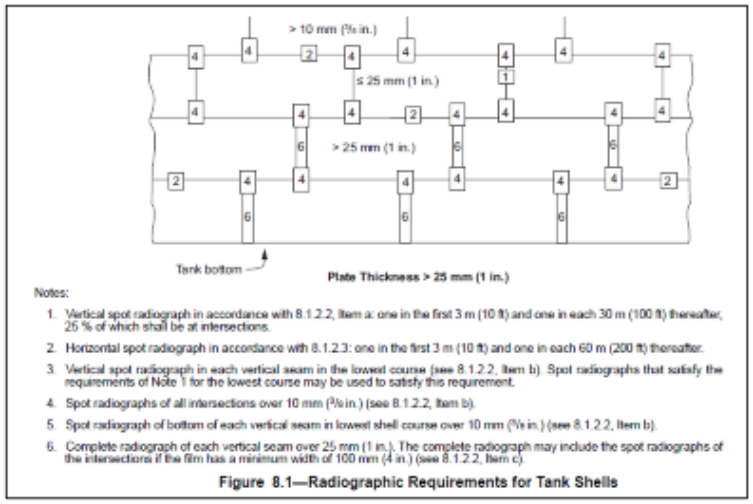
de soldadores o operadores de soldadura. Posteriormente, se tomará una radiografía en cada 60 m (200 pies) adicionales (aproximadamente) y cualquier fracción mayor restante de la junta horizontal del mismo tipo y grosor. Estas radiografías se suman a las radiografías de uniones de juntas verticales requeridas por el Artículo c de juntas verticales (ver Figura 8.1).

- El número de radiografías puntuales requeridas en este documento se aplicará por tanque, independientemente del número de tanques que se erijan de manera simultánea o continua en cualquier ubicación.
- Se reconoce que en muchos casos el mismo soldador u operador de soldadura no suelda ambos lados de una junta a tope. Si dos soldadores u operadores de soldadura sueldan lados opuestos de una junta a tope, está permitido examinar su trabajo con una radiografía puntual. Si se rechaza la radiografía, se tomarán radiografías puntuales adicionales para determinar si uno o ambos soldadores u operadores de soldadura tienen la culpa.
- Se tomará un número igual de radiografías puntuales del trabajo de cada soldador u operador de soldadura en proporción a la longitud de las uniones soldadas.
- A medida que avanza la soldadura, se tomarán radiografías tan pronto como sea posible. El inspector del Comprador puede determinar los lugares donde se tomarán las radiografías puntuales.
- Cada radiografía debe mostrar claramente un mínimo de 150 mm (6 pulg.) De longitud de soldadura. La película debe estar centrada en la soldadura y debe tener el ancho suficiente para permitir un espacio adecuado para la ubicación de las marcas de identificación y un penetrómetro indicador de calidad de imagen (IQI).
- Cuando se requieren placas anulares inferiores en 5.5.1 (norma API-650), o en M.4.1 (norma API-650), las juntas radiales se radiografiarán de la siguiente manera: (a) Para juntas a tope de doble soldadura, se tomará una radiografía puntual en el 10% de las articulaciones radiales; (b) Para juntas a tope soldadas con barra de respaldo permanente o removible, se tomará una radiografía puntual en el 50% de las juntas radiales. Se debe tener especial cuidado en la interpretación de radiografías de uniones soldadas simples que tienen una barra de respaldo permanente. En algunos casos, las exposiciones adicionales tomadas en ángulo pueden determinar si las indicaciones cuestionables son aceptables. La longitud radiográfica mínima de cada junta radial debe ser de 150 mm (6 pulg.). Las ubicaciones de las radiografías deben estar preferiblemente en el borde exterior de la unión donde se unen la placa de cubierta y la placa anular.
- La superficie terminada del refuerzo de soldadura en la ubicación de la radiografía debe estar al ras de la placa o tener una corona razonablemente uniforme que no exceda los siguientes valores:

Plate Thickness mm (in.)	Maximum Thickness of Reinforcement mm (in.)
≤ 13 (1/2)	1.5 (1/16)
> 13 (1/2) to 25 (1)	2.5 (3/32)
> 25 (1)	3 (1/8)



- Figura 8.1: Requisitos radiográficos para los depósitos de tanques



Notes:

1. Vertical spot radiograph in accordance with 8.1.2.2, Item a: one in the first 3 m (10 ft) and one in each 30 m (100 ft) thereafter, 25 % of which shall be at intersections.
2. Horizontal spot radiograph in accordance with 8.1.2.3: one in the first 3 m (10 ft) and one in each 60 m (200 ft) thereafter.
3. Vertical spot radiograph in each vertical seam in the lowest course (see 8.1.2.2, Item b). Spot radiographs that satisfy the requirements of Note 1 for the lowest course may be used to satisfy this requirement.
4. Spot radiographs of all intersections over 10 mm (⅜ in.) (see 8.1.2.2, Item b).
5. Spot radiograph of bottom of each vertical seam in lowest shell course over 10 mm (⅜ in.) (see 8.1.2.2, Item b).
6. Complete radiograph of each vertical seam over 25 mm (1 in.). The complete radiograph may include the spot radiographs of the intersections if the film has a minimum width of 100 mm (4 in.) (see 8.1.2.2, Item c).

Figure 8.1—Radiographic Requirements for Tank Shells

Continuación figure 8.1

Notas:

1. Radiografía puntual vertical de acuerdo con 8.1.2.2, Artículo a: uno en los primeros 3 m (10 pies) y uno en cada 30 m (100 pies) a partir de entonces, el 25% de los cuales estará en las intersecciones.
2. Radiografía de punto horizontal de acuerdo con 8.1.2.3: una en los primeros 3 m (10 pies) y una en cada 60 m (200 pies) a partir de entonces.

3. Radiografía puntual vertical en cada costura vertical en el curso más bajo (ver 8.1.2.2, Artículo b). Las radiografías puntuales que satisfacen los requisitos de la Nota 1 para el curso más bajo se pueden utilizar para satisfacer este requisito.

4. Radiografías puntuales de todas las intersecciones de más de 10 mm (3/8 pulg.) (Ver 8.1.2.2, Artículo b).

5. Radiografía puntual de la parte inferior de cada costura vertical en el curso de caparazón más bajo de más de 10 mm (3/8 pulg.) (Ver 8.1.2.2, Artículo b).

6. Radiografía completa de cada costura vertical de más de 25 mm (1 pulg.). La radiografía completa puede incluir las radiografías puntuales de las intersecciones si la película tiene un ancho mínimo de 100 mm (4 pulg.) (Ver 8.1.2.2, Artículo c).

8. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

8.1. CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD DE SOLDADURAS

Los Criterios de Aceptación de las soldaduras radiografiadas serán de acuerdo a lo que se indica en los procedimientos específicos de construcción, especificación técnica del cliente y por los estándares del párrafo UW-51 (b) en la Sección VIII del Código ASME. El cual dice lo siguiente:

(b) Indicaciones reveladas por la radiografía dentro de una soldadura que exceden los siguientes criterios son inaceptables y por lo tanto son defectos. Los defectos se repararán según lo previsto en UW-38, y el área reparada será reexaminada. En lugar de un nuevo examen por radiografía, la soldadura reparada puede ser examinada por ultrasonidos de acuerdo con el Apéndice Obligatorio 12 a opción del Fabricante. Para espesores de material superiores a 1 pulg. (25 mm), se obtendrá la concurrencia del usuario. Este examen ultrasónico se anotará en Observaciones en el formulario de informe de datos del fabricante:

(1) cualquier indicación caracterizada como una grieta o zona de fusión o penetración incompleta;

(2) cualquier otra indicación alargada en la radiografía que tiene una longitud mayor que:

(-a) 1/4 pulg. (6 mm) para t hasta 3/4 pulg. (19 mm)

(-b) 1/3 t para t de 3/4 pulg. (19 mm) a 2 1/4 pulg. (57 mm)

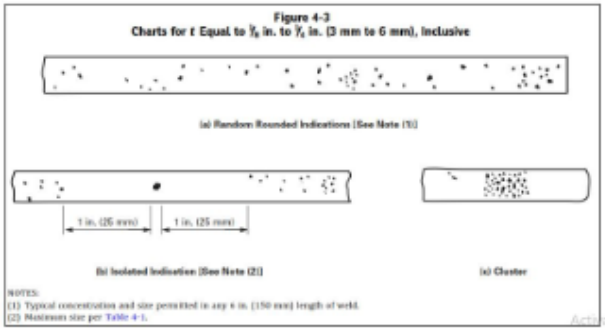
(-c) 3/4 pulg. (19 mm) para t sobre 2 1/4 pulg. (57 mm)

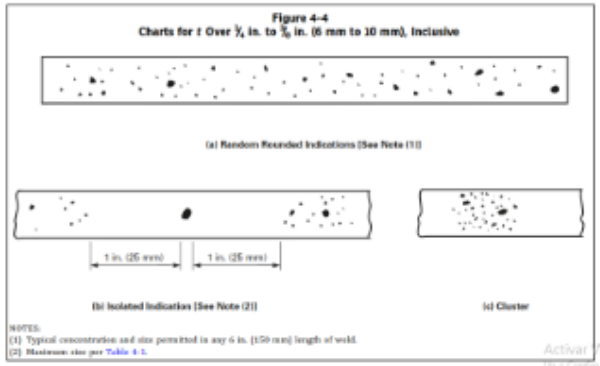
Dónde:

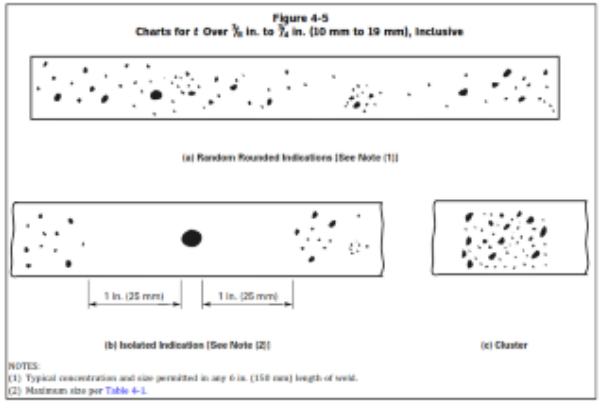
t = el espesor de la soldadura, excluyendo cualquier recuperación permitida informacion. Para una soldadura a tope uniendo dos miembros teniendo diferentes espesores en la soldadura, t es el más delgado de estos dos espesores. Si una penetración completa soldadura incluye una soldadura de filete, el grosor de la garganta del filete se incluirá en t.

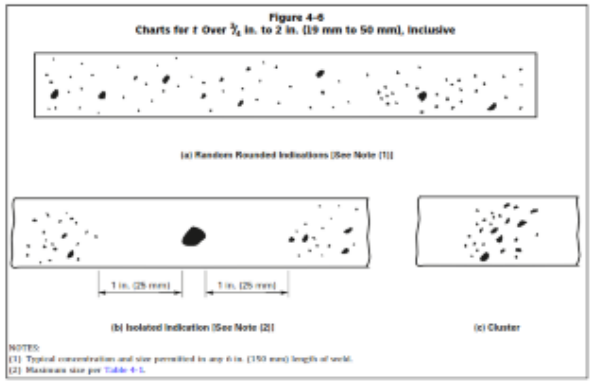
(3) cualquier grupo de indicaciones alineadas que tienen un agregado longitud mayor que t en una longitud de 12t, excepto cuando la distancia entre las imperfecciones sucesivas excede 6L donde L es la longitud de la imperfección más larga en el grupo;

(4) indicaciones redondeadas superiores a las especificadas por los estándares de aceptación dados en el Apéndice obligatorio 4 de la norma ASME VIII.









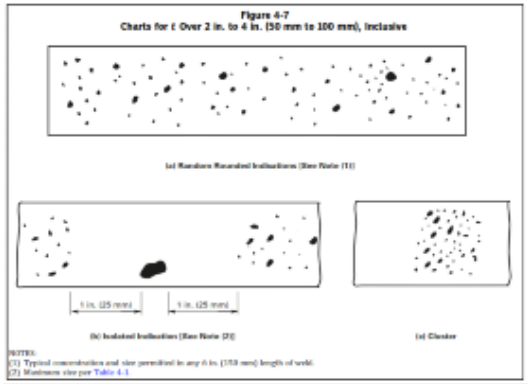


Figure 4-7
Charts for t Over 2 in. to 4 in. (50 mm to 100 mm), Inclusive

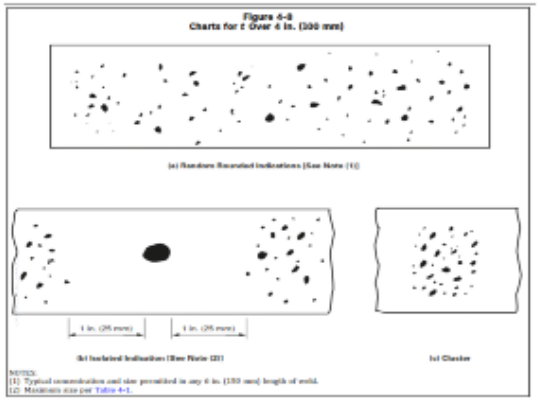


Figure 4-8
Charts for t Over 4 in. (100 mm)

8.2. SOLDADURAS INACEPTABLES

Los defectos considerados inaceptables contenidos en las soldaduras serán reportados en el informe. Cuando se requiera, las soldaduras deberán ser reparadas de acuerdo a un adecuado procedimiento y re - ensayadas de la misma manera como se radiografió originalmente, manteniendo las posiciones y abarcando las áreas de material nuevo en la unión soldada en la toma radiográfica de reparación, para esta radiografía se añadirá a la identificación de la unión la letra "R".

8.3. DISCONTINUIDADES EN EL METAL BASE

Quemaduras de arco, discontinuidades longitudinales de proceso, o cualquier discontinuidad detectada por Radiografía en la tubería o accesorio, fuera de la soldadura, serán reportadas indicándose que requiere verificación de la inspección visual. La decisión de dicha reparación será efectuada por la Compañía Propietaria de la Obra.

8.4. REPARACIÓN DE SOLDADURAS

- Determinación de los límites de soldadura defectuosa

  Cuando una radiografía muestra que una sección de soldadura es inaceptable según las disposiciones de 8.1.5 de la norma API-650 o los límites de la soldadura deficiente no están definidos por la radiografía, se examinarán dos puntos adyacentes a la sección por radiografía; sin embargo, si la radiografía original muestra al menos 75 mm (3 pulg.) de soldadura aceptable entre el defecto y cualquier borde de la película, no es necesario tomar una radiografía adicional de la soldadura en ese lado del defecto. Si la soldadura en cualquiera de las secciones adyacentes no cumple con los requisitos de 8.1.5 de la norma API-650, se examinarán puntos adicionales hasta que se determinen los límites de soldadura inaceptable, o el constructor puede reemplazar toda la soldadura realizada por el soldador o el operador de soldadura en esos

tramos. Si se reemplaza la soldadura, el inspector tendrá la opción de solicitar que se tome una radiografía en cualquier lugar seleccionado en cualquier otra junta en la que haya soldado el mismo soldador u operador de soldadura. Si alguno de estos puntos adicionales no cumple con los requisitos de: Standards of Paragraph UW51 (b) in Section VIII of the ASME Code, los límites de soldadura inaceptable se determinarán según lo especificado para la sección inicial.

- Reparación de soldaduras defectuosas

  Los defectos en las soldaduras se deben reparar astillando o derritiendo los defectos de un lado o ambos lados de la junta, según sea necesario, y volviendo a soldar. Solo se requiere cortar las juntas defectuosas que sea necesario para corregir los defectos.

  Todas las soldaduras reparadas en las uniones deben verificarse repitiendo el procedimiento de examen original y repitiendo uno de los métodos de prueba de 7.3 de la norma API-650, sujeto a la aprobación del Comprador.

9. REGISTROS:

- **SGC-C-REG-MEC-047** REGISTRO DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

9. Procedimiento de control de verticalidad, redondez, desviaciones, fundamentos, boquillas y manholes en tanques de almacenamiento

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE VERTICALIDAD, REDONDEZ, DESVIACIONES, FUNDAMENTOS, BOQUILLAS Y MANHOLES EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	
	ÁREA: CONTROL DE CALIDAD	REVISIÓN: 0
	CODIGO SERGEAR: SGC-C-PRO-MEC-021	Página 1 de 6

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE VERTICALIDAD, REDONDEZ, DESVIACIONES, FUNDAMENTOS, BOQUILLAS Y MANHOLES EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO"

INDICE

1. OBJETIVO: 2
2. ALCANCE: 2
3. REFERENCIAS: 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES: 2
5. DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES 3
7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO: 3
8. REGISTROS 6

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

1. OBJETIVO:

Determinar una secuencia de actividades aplicables a la ejecución del control de verticalidad, redondez, desviaciones locales, fundamentos, boquillas y manholes en tanques de almacenamiento.

2. ALCANCE:

El alcance de este procedimiento Se aplica a todos los trabajos a realizar en la fabricación de tanques de almacenamiento bajo el API 650 con las rutinas de control de calidad que comprende el control de verticalidad, redondez, desviaciones locales, fundamentos, boquillas y manholes en tanques de almacenamiento. Con el fin de determinar la conformidad de los mismos.

3. REFERENCIAS:

- Especificaciones técnicas del Proyecto entregados por el cliente.
- Planos de fabricación elaborados por Sergear SAC, previamente aprobado por el cliente.
- Alcances de construcción.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES:

- API 650 Tanques de almacenamiento.
- ASTM American Society For Testing And Materials
- RNE Reglamento Nacional de Edificaciones (Código peruano)
- AISC American Institute Of Steel Construction
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- NTP Normas técnicas peruanas.

5. DEFINICIONES

- **Verticalidad:** Deformaciones internas y externas, apegado al plano vertical (plomeado)
- **Redondez:** Incrementos y decrementos en el radio.
- **Peaking (Picos):** Distorsiones verticales.
- **Banding (Bandas):** Distorsiones horizontales.
- **Cimentación:** Elevaciones apegadas al plano horizontal.
- **Dossier de calidad:** Son los documentos que compilan toda la información asociada con el desarrollo de la construcción del proyecto, conformados por el registro de control de calidad, certificados de calidad, calibraciones de equipos, etc., amparada en el alcance contractual, y que ofrece la base para la validación de la obra ejecutada.
- **Protocolos:** Son los documentos que soportan técnicamente un proceso o actividades específicas del proyecto, pueden incluir resultados de cálculos estructurales, pruebas a los materiales, certificados de calibración de equipos, personal calificado, fichas técnicas, etc. Este tipo de documentos deben estar autorizados por todos los especialistas involucrados días antes de cualquier evento.

- **Formatos:** Significan las formas que se utilizan para registras todas las actividades establecidas en los procedimientos, instructivos de trabajo y/o protocolos.
- **Registros:** Son los documentos que proporciona toda la evidencia objetiva de actividades o resultados. Este tipo de documentos deben estar correctamente autorizados por los responsables involucrados.

6. RESPONSABILIDADES:

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:

7.1. EQUIPOS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- Flexómetro (debidamente calibrado)
- Escuadras.
- Nivel de mano
- Estación total (debidamente calibrado)
- Nivel Topográfico (debidamente calibrado)

7.2. GENERALIDADES

El propósito de las tolerancias dadas en los siguientes puntos es producir un tanque de apariencia aceptable y permitir el correcto funcionamiento de los techos flotantes. Las mediciones se tomarán antes de la prueba de agua hidrostática. A menos que el Comprador renuncie o modifique la Hoja de datos, Línea 15, o se establezca por separado mediante un acuerdo entre el Comprador y el Fabricante, se aplicarán las siguientes tolerancias.

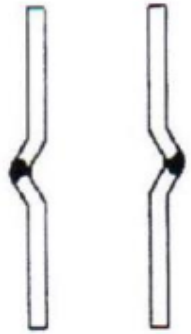
7.3. VERTICALIDAD

- La máxima desalineación de la parte superior de la carcasa con respecto al fondo de la carcasa no deberá exceder 1/200 de la altura total del tanque. La falta de plomería en un curso de cubierta no debe exceder las variaciones permitidas de planitud y ondulación como se especifica en ASTM A6M / A6, ASTM A20M / A20 o ASTM A480M / A480, lo que sea Aplicable.
- La máxima desalineación de las columnas del techo, postes de guía u otros componentes internos verticales no debe exceder 1/200 de la altura total. Los criterios 1/200 también se aplicarán a las columnas de techo fijo. Para tanques con techos flotantes internos, aplique los criterios de esta sección o del Anexo H, el que sea más estricto.

7.4. REDONDEZ

- Los radios medidos a 0.3 m (1 pie) sobre la soldadura de la esquina inferior no deberán exceder las siguientes tolerancias:

Tank Diameter m (ft)	Radius Tolerance mm (in.)
< 12 (40)	± 13 (1/2)
From 12 (40) to < 45 (150)	± 19 (3/4)
From 45 (150) to < 75 (250)	± 25 (1)
≥ 75 (250)	± 32 (1 1/4)

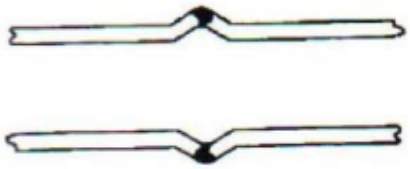


7.5. DESVIACIONES LOCALES

Las desviaciones locales de la forma teórica (por ejemplo, discontinuidades de soldadura y puntos planos) se limitarán de la siguiente manera.

a) Las desviaciones (pico) en las juntas de soldadura verticales no deben exceder los 13 mm (1/2 pulg.). El pico en las juntas de soldadura vertical se determinará utilizando una tabla de barrido horizontal de 900 mm (36 pulg.) De largo. La tabla de barrido se realizará al radio nominal del tanque.

b) Las desviaciones (bandas) en las uniones de soldadura horizontales no deben exceder los 13 mm (1/2 pulg.). Las bandas en las uniones de soldadura horizontales se determinarán utilizando una tabla de barrido vertical de borde recto de 900 mm (36 pulg.) De largo.



c) Los puntos planos medidos en el plano vertical no deben exceder la planitud y ondulación de la placa apropiada requisitos dados en verticalidad.

7.6. FUNDAMENTOS

- Para lograr las tolerancias especificadas en verticalidad, redondez y desviaciones locales es esencial que se proporcione una base fiel al plano para la construcción del tanque. La base debe tener un soporte adecuado para mantener la veracidad de la base.
- Cuando se especifiquen cimientos fieles a un plano horizontal, las tolerancias serán las siguientes.
  a) Cuando se proporciona una pared de anillo de hormigón debajo de la carcasa, la parte superior de la pared del anillo debe estar nivelada dentro de ± 3 mm (1/8 pulg.) en cualquier 9 m (30 pies) de la circunferencia y dentro de ± 6 mm (1 / 4 pulgadas) en la circunferencia total medida a partir de la elevación promedio.
  b) Cuando no se proporciona una pared de anillo de hormigón, la base debajo de la carcasa debe estar nivelada dentro de ± 3 mm (1/8 pulg.) en cualquier 3 m (10 pies) de la circunferencia y dentro de ± 13 mm (1/2 pulg.) en la circunferencia total medida a partir de la elevación promedio.
  c) Cuando se proporciona una base de losa de concreto, los primeros 0.3 m (1 pie) de la base (o el ancho del anillo anular), medidos desde el exterior del tanque radialmente hacia el centro, deberán cumplir con el requisito de muro de hormigón. El resto de la base debe estar dentro de ± 13 mm (1/2 pulg.) De la forma de diseño.
- Cuando se especifica una base inclinada, las diferencias de elevación sobre la circunferencia se calcularán a partir del punto alto especificado. Las diferencias de elevación reales sobre la circunferencia se determinarán a partir de la elevación real del punto alto especificado. Las diferencias de elevación reales no se desviarán de las diferencias calculadas en más de las siguientes tolerancias.
  a) Cuando se proporciona una pared de anillo de hormigón, ± 3 mm (1/8 pulg.) en cualquier circunferencia de 9 m (30 pies) y ± 6 mm (1/4 pulg.) en circunferencia total.
  b) Cuando no se proporciona una pared de anillo de hormigón, ± 3 mm (1/8 pulg.) en cualquier circunferencia de 3 m (10 pies) y ± 13 mm (1/2 pulg.) en la circunferencia total.

7.7. BOQUILLAS

Las boquillas (excluidas las bocas de inspección) se instalarán dentro de las siguientes tolerancias:

a) proyección especificada desde el exterior de la carcasa del tanque hasta la cara extrema de la brida: ± 5 mm (3/16 pulg.);

b) elevación de la boquilla de la carcasa o ubicación radial de una boquilla de techo: ± 6 mm (1/4 pulg.);

c) inclinación de la brida en cualquier plano, medido en la cara de la brida:

± 1/2 grado para boquillas mayores que NPS de 12 pulgadas de diámetro nominal,

± 3 mm (1/8 pulg.) En el diámetro exterior de la brida para boquillas NPS 12 y menores;

d) orientación del orificio del perno de la brida: ± 3 mm (1/8 pulg.).

7.8. MANHOLES

Las bocas de inspección se instalarán dentro de las siguientes tolerancias:

a) proyección especificada desde el exterior de la carcasa hasta la cara extrema de la brida, ± 13 mm (1/2 pulg.)
b) elevación y ubicación angular, ± 13 mm (1/2 pulg.)
c) inclinación de la brida en cualquier plano, medida a través del diámetro de la brida, ± 13 mm (1/2 pulg.).

8. REGISTROS:

- **SGC-C-REG-MEC-048** REGISTRO DE CONTROL DE VERTICALIDAD, REDONDEZ Y FUNDACIÓN EN TANQUES.

- **SGC-C-REG-MEC-049** REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL EN BOQUILLAS, MANHOLES, Y DESVIACIONES.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO DE AJUSTE Y TORQUE EN UNIONES EMPERNADAS"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

ÍNDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. DOCUMENTOS REFERENCIA 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES 2
7. EQUIPOS E INSTRUMENTOS 3
8. PROCEDIMIENTO DE TORQUEO 3
   8.1. IDENTIFICACIÓN DE JUNTAS 3
   8.2. PASOS PARA EL TORQUEO DE PERNOS EN ESTRUCTURAS 3
   8.3. PASOS PARA EL TORQUEO DE PERNOS EN UNIÓN DE BRIDAS EN BOQUILLAS DEL TANQUE 4
9. REGISTRO 6
10. ANEXOS 7

1. OBJETIVO

Establecer la correcta ejecución del proceso de ajuste y Torque en uniones empernadas garantizando la calidad de la misma proporcionando el torque necesario.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para los trabajos donde se efectúen uniones empernadas en estructuras metálicas como soportes adheridos en el tanque y unión en las boquillas del Tanque a fabricar en la empresa Sergear SAC

3. DOCUMENTOS REFERENCIA

- Especificaciones técnicas de estructuras y tuberías del cliente.
- Especificación técnica estructuras metálicas.
- Especificaciones Fabricación de soportes para tuberías.
- Especificaciones Técnicas para la fabricación de Tanques.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

- ANSI / ASME B16.5 Pipe flanges and flanged fittings.
- ASTM A325
- ASTM A307
- ASTM A193 Gr B7
- ASTM A36
- ASTM A 53-B
- ASTM A105
- API 650.

5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Torque:** Se define por Torque o Momento de rotación a la expresión dada por: $t = r \times F$.
- **Brida:** Accesorio utilizado en la conformación de las uniones bridadas de tuberías, cuyo diseño y construcción responde a la Norma ASME/ANSI B.16.5 la cual también incluye requerimientos y recomendaciones para bulones y juntas.
- **Dobladuras:** El doblamiento por stress es otra posible falla que sufren los pernos además de la tensión longitudinal y la carga cortante. El doblamiento se origina al soportar cargas que no están perpendiculares al eje longitudinal del perno ya que su localización y dirección son contrarias al eje del perno.
- **Fatiga:** La fatiga es cíclica, donde un perno, es sometido a una cantidad pequeña de torque y una carga alternada de servicio. Esto causa que los pernos fallen o se rompan aún a cargas menores que las establecidas. La vida de un perno bajo una condición de fatiga, depende del número de veces y la magnitud del ciclo.
- **Corrosión:** Otra causa de ruptura en los pernos es la corrosión que puede tener varias formas, tal como descomposición química, corrosión galvánica entre metales distintos, oxidación en reventaduras causadas por tensión.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.

- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envio de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. via transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Torquímetro (debidamente calibrado).
- Juego de dados.
- Escobilla de Acero.
- Llave de boca y mixta.
- Llave de impacto.
- Cajón de herramientas.

8. PROCEDIMIENTO DE TORQUEO

8.1. IDENTIFICACIÓN DE JUNTAS

Se identificará cada unión empernada por nudos según planos de montaje de estructuras y/o boquillas en los tanques y equipos, para luego poder protocolizar el torqueado realizado.

8.2. PASOS PARA EL TORQUEO DE PERNOS EN ESTRUCTURAS

En el caso de estructuras empernadas Una vez que los elementos estructurales estén alineados y nivelados, se procederá al ajuste final de los pernos con torquímetros, teniendo cuidado de dejar marcas visibles en los pernos ya ajustados.

- El personal encargado del empernado tendrá conocimiento de la secuencia de torqueo.
- Se procederá a realizar el torqueo de las estructuras de acuerdo a la secuencia y la cantidad de torque establecido para cada perno.
- Limpiar la zona y los pernos donde se realizará el torqueo.
- Se le suministrara al operador una tabla de torque de acuerdo al diámetro del perno y el tipo.
- Se le proporcionará al operador un torquímetro el cual contará con su certificado de calibración vigente.
- El ayudante deberá tener pintura del color de la estructura para el marcado de los pernos torqueados.
- La secuencia de torqueo de los pernos será alternada, al final se tiene que cumplir con el torque en todas las uniones.
- Se realizará registros e inspecciones del control de calidad.

- Después de realizar el torqueo de pernos se procederá a pintar al color de acabado de las estructuras.
- Ver en los anexos de este procedimiento la tabla de torque en pernos para unión de estructuras.

8.3. PASOS PARA EL TORQUEO DE PERNOS EN UNIÓN DE BRIDAS EN BOQUILLAS DEL TANQUE

- Antes durante y después del torqueo de las bridas se debe tener en cuenta las recomendaciones de limpieza.
- La ejecución de esta actividad consiste en realizar las conexiones mediante bridas de los sistemas de tuberías y otras conexiones.
- Dentro de las actividades que conforman el proceso constructivo del presente procedimiento, el Área de Construcción debe tener en cuenta los siguientes pasos a seguir para realizar la correcta instalación de uniones:

a) La fuga en la brida resulta de las diferencias siguientes:

- Alineamiento inapropiado de bridas. (Angular, axial o lateral)
- Daño a la cara de la brida mecanizada y/o empaquetadura.
- Lubricante insuficiente o inapropiado en el hilo. (En caso aplique)
- Carga irregular de pernos.
- Apriete inapropiado.
- Tamaño y/o clase de empaquetadura inapropiada.
- Inapropiada posición de la empaquetadura.

b) Para realizar una correcta conexión de bridas empernadas se seguirán los siguientes pasos:

- Todos los componentes (Empaquetaduras, cara de bridas, arandelas, y pernos) serán inspeccionadas por daños y/o fragmentos antes del ensamble. Note que la marca de la herramienta radial y la raya a través de la superficie de asiento de la brida son prácticamente imposibles de sellar sin tener en cuenta del tipo de empaquetadura a utilizar.
- Cualquier componente dañado será reparado o reemplazado.
- Los pernos roscados, agujeros de pernos, y superficie soporte será limpiada de todo residuo, incluido lubricantes usados.
- Los solventes para lavar componentes serán secados por completo antes de la aplicación de nuevos lubricantes.
- Las tuercas serán colocadas por completo en el perno para asegurar el aseguramiento apropiado.
- Las bridas serán alineadas apropiadamente y serán paralelas. El desalineamiento axial de las bridas será dentro de los 3mm (1/8"). El espacio entre las bridas serán igual sobre la superficie completa de la cara de asiento de la empaquetadura, dejando no más que 6mm (1/4") de espacio entre las caras de la brida para

insertar los Empaquetaduras. Los agujeros de los pernos de las bridas serán alineadas dentro de los 3mm (1/8") de desviación máxima, permitiendo el pase fácil de espárragos por los agujeros de los pernos de la brida.

- Los espárragos y tuercas más bajos (dos espárragos para brida de 4 pernos y cuatro espárragos para las demás configuraciones) serán instaladas.
- Una nueva empaquetadura (las empaquetaduras viejas nunca serán rehusadas) serán instaladas, permitiendo ser movidas y centradas por los espárragos sueltos.
- Los espárragos y tuercas restantes serán instaladas.
- Es esencial que las empaquetaduras estén posicionadas centradas dentro de los círculos de los pernos y paralelos a las caras de la brida.
- Todas las tuercas serán ajustadas para un "ajuste firme" con el mismo torque, dejando hilo en ambos lados del espárrago, (mínimo 3 hilos).
- La secuencia de empernado será iniciada como se especifica en la sección c. (materiales de intermedio y alto rendimiento) o sección d. (materiales de pernos de bajo rendimiento).

c) Secuencia de apriete de pernos de la brida para pernos de material de intermedia y alta resistencia.

- Todos los espárragos serán ajustados usando una secuencia cruzada para obtener una distribución igual de cargas de apriete en la empaquetadura (Ver Figura 1 de Anexo).
- Es importante que esto suceda que no más que el 33% de las cargas requeridas para la tensión de los pernos sea alcanzada en el ajuste inicial.
- Cuando la secuencia final de ajuste de los pernos ha sido completada, un hilo completo de cada pasador o perno, como mínimo, extenderá si es posible a la tuerca para asegurar el apropiado engranaje de los hilos.
- Mientras use un torquímetro, los sujetadores serán ajustados con un regular, estirón continuo. El ajuste con afinado, la acción brusca producirá resultados de torque falsos.

-La tabla 1, tabla 2 y tabla 3 será usada para asegurar el ajuste correcto

De juntas Empernadas.

- **Tabla 1, Tipo de Empaquetadura Vs Tensión en el Perno:** Esta tabla será usada en conjunto con el tipo de Empaquetadura y clase de brida para determinar cuál es la tensión del perno a ser usada. Una vez que la correcta tensión en el perno está fijada, la tabla 2 será referenciada para valores de torques.
- **Tabla 2 y 3, tabla de torques (Inglés).** Estas tablas contienen valores de torque, basados en tamaños de pernos, que serán usados en la siguiente procedimiento de apriete.

- Tres secuencia de pasos será usados para lograr la apropiada tensión sobre el asiento de la empaquetadura.

- **Paso 1:** Usando el "Primer Nivel de tensión del perno" de la tabla 1, elegir el valor de torque asociado con el tamaño del perno apropiado en la Tabla 2 y el torque en todos los pernos para que el valor en la secuencia de ajuste sea como se muestra en la Figura 1.
- **Paso 2:** Usar el "Segundo Nivel de tensión del perno" de la tabla 1, elegir el valor del torque asociado con el tamaño del perno apropiado en la tabla 2 y el torque en todo los pernos para que el valor en la secuencia de ajuste como muestra en la figura 1.
- **Paso 3:** Use el "Nivel Final de tensión del perno" de la tabla 1, elegir el valor del torque asociado con el tamaño del perno apropiado en la tabla 2 y el torque de todos los pernos para que el valor en la secuencia de apriete como se muestra en la figura 1, marcar los pernos como se va dando el torqueo final.

d) Secuencia de apriete de los pernos de las bridas para material de pernos de bajo rendimiento.

- Este procedimiento será utilizado para todas las instalaciones donde los materiales de los pernos (no más que 30Ksi (207 MPa) de rendimiento de resistencia mínima especificada) en el proceso/servicio satisfactorio de tubería, condiciones y mantenimiento de integridad de juntas en condiciones de operación, pero no son de suficiente resistencia a asientos apropiados de empaquetaduras sin exceder el nivel de esfuerzo máximo permitido de los pernos de baja resistencia.
- Instalar los espárragos de rendimiento alto (ASTM A193 Gr.B7) para secciones **c** y **d** de este procedimiento.
- En complemento a este procedimiento previo, aflojar todos los espárragos a aproximadamente el 50% de los 45 Ksi (310 MPa) de tensión en el asiento (observar 20Ksi (138 MPa) valores en la tabla 2)
- Para completar el procedimiento de empernado de bajo rendimiento, empezar en los espárragos No. 1 descendiendo según las agujas del reloj, remover uno de los pernos temporales en cada tiempo y reemplazar con los espárragos de bajo rendimiento y las tuercas como se listan en las especificaciones de tuberías individuales. El torque de cada espárrago de bajo rendimiento para 20Ksi (138MPa) niveles de tensión como está insertado.

9. REGISTRO

- **SGC-C-REG-MEC-050** REGISTRO DE AJUSTE DE PERNOS Y TORQUEO.

10. ANEXOS

Figura 1: Secuencia de apriete de empernado de las Bridas

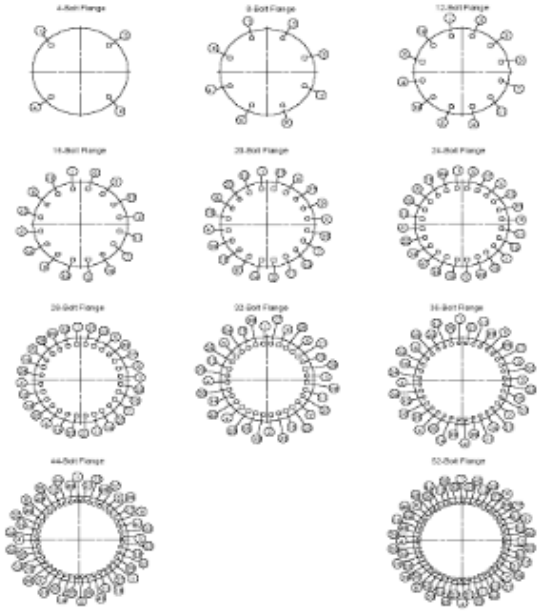


Tabla 1: Tipo de Empaquetadura versus Tensión en el Perno

Gasket Type	Notes	Sequence Level: First Level (Bolt Stress)		Second Level (Bolt Stress)		Final Level (Bolt Stress)	
		Metric (MPa)	US (KSI)	Metric (MPa)	US (KSI)	Metric (MPa)	US (KSI)
Low-Stress, Spiral-Wound with Gauge Ring	1	69	10	138	20	207	30
Spiral-Wound with Gauge Ring	2	103	15	207	30	310	45
Spiral-Wound without Gauge Ring	3, 4	103	15	207	30	310	45
Metal Jacketed	3	103	15	207	30	310	45
Ring Type Joint (RTJ)		103	15	207	30	310	45
Sheet Gasket (Ring) Class 150	5	69	10	138	20	207	30
Sheet Gasket (Ring) Class 300	5	103	15	207	30	310	45
Red Rubber (Flat Face)	6	69	10	138	20	207	30
Teraline PTFE		69	10	138	20	207	30

Notas:

1. Low-Stress, Spiral-Wound con o sin el anillo interno, son las empaquetaduras de baja compresión para bridas ASME Class 150. Sellan con una tensión del perno de 25,000 psi en lugar de 45,000 psi.
2. Estándar, empaquetaduras de spiral, con o sin anillo interno, para bridas ASME Clase 300 y superior.
3. Para uso en sistema de empaquetaduras capturadas solamente (Ejemplo: Empaquetaduras en cumbrera de intercambiadores de calor).

4. Autorización final para estos tipos de empaques es de 3.2mm/3.4mm (0.125"/0.135") entre las caras de la brida.
5. Los tipos de empaquetaduras incluyen: Union Carbide Grafoil, Garlock Blue-Gard, Durabla Black, Flexitallic Sigma 511, Garlock 3510.
6. Garlock estilo 22 Empaquetadura de caucho roja.

Tabla 2: Tabla de Torque en Unidades US

		Bolt Stress													
		5 ksi		10 ksi		15 ksi		20 ksi		30 ksi		45 ksi		60 ksi	
Nominal Diameter of Stud (Inch)	Number of Threads (Per Inch)	Torque Ft. Lb.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lb.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lbs.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lbs.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lbs.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lbs.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lbs.	Compression Lbs.
1/4	20	1	135	2	270	2	405	3	540	4	810	6	1,215	8	1,620
5/16	18	1	225	3	450	4	675	5	900	8	1350	12	2,025	16	2,700
3/8	16	2	340	4	680	6	1020	8	1360	12	2040	18	3,060	24	4,080
7/16	14	3	465	7	930	10	1395	13	1860	20	2790	30	4,185	40	5,580
1/2	13	5	630	10	1260	15	1890	20	2520	30	3780	45	5,670	60	7,560
9/16	12	8	810	15	1620	23	2430	31	3240	45	4860	68	7,290	90	9,720
5/8	11	10	1010	20	2020	30	3030	40	4040	60	6060	90	9,090	120	12,120
3/4	10	17	1510	33	3020	50	4530	67	6040	100	9060	150	13,590	200	18,120
7/8	9	27	2095	53	4190	80	6285	107	8380	160	12570	240	18,855	320	25,140
1	8	41	2755	82	5510	123	8265	164	11020	245	16530	368	24,795	490	33,060
1 1/8	8	59	3640	119	7280	178	10920	237	14560	355	21840	533	32,760	710	43,680
1 1/4	8	83	4645	167	9290	250	13935	333	18580	500	27870	750	41,805	1,000	55,740
1 3/8	8	113	5775	227	11550	340	17325	453	23100	680	34650	1020	51,975	1,360	69,300
1 1/2	8	133	7025	267	14050	400	21075	533	28100	800	42150	1200	63,225	1,600	84,300
1 5/8	8	183	8400	367	16800	550	25200	733	33600	1100	50400	1650	75,600	2,200	100,800
1 3/4	8	250	9900	500	19800	750	29700	1000	39600	1500	59400	2250	89,100	3,000	118,800
1 7/8	8	333	11520	667	23040	1000	34560	1333	46080	2000	69120	3000	103,680	4,000	138,240
2	8	367	13260	733	26520	1100	39780	1467	53040	2200	79560	3300	119,340	4,400	159,120
2 1/4	8	530	17115	1060	34230	1590	51345	2120	68460	3180	102690	4770	154,035	6,360	205,380
2 1/2	8	733	21460	1467	42920	2200	64380	2933	85840	4400	128760	6600	193,140	8,800	257,520
2 3/4	8	987	26295	1973	52590	2960	78885	3946	105180	5920	157770	8880	236,655	11,840	315,540
3	8	1287	31620	2573	63240	3860	94860	5147	126480	7720	189720	11580	284,580	15,440	379,440

Tabla 3: de Torque en bridas y espárragos

Tabla de bridas y espárragos ASME B16.5 y bridas BS 1560

	Pressure Class 150lb					Pressure Class 300lb					Pressure Class 600lb				
Nom Bore	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD
1/2"		3.1/2"	4	1/2"	2.3/8"	R11	3.3/4"	4	1/2"	2.5/8"	R11	3.3/4"	4	3.3/4"	2.5/8"
3/4"		3.7/8"	4	1/2"	2.3/4"	R13	4.5/8"	4	5/8"	3.1/4"	R13	4.5/8"	4	4.5/8"	3.1/4"
1"	R15	4.1/4"	4	1/2"	3.1/8"	R16	4.7/8"	4	5/8"	3.1/2"	R16	4.7/8"	4	4.7/8"	3.1/2"
1.1/4"	R17	4.5/8"	4	1/2"	3.1/2"	R18	5.1/4"	4	5/8"	3.7/8"	R18	5.1/4"	4	5.1/4"	3.7/8"
1.1/2"	R19	5"	4	1/2"	3.7/8"	R20	6.1/8"	4	3/4"	4.1/2"	R20	6.1/8"	4	6.1/8"	4.1/2"
2"	R22	6"	4	5/8"	4.3/4"	R23	6.1/2"	8	5/8"	5"	R23	6.1/2"	8	6.1/2"	5"
2.1/2"	R25	7"	4	5/8"	5.1/2"	R26	7.1/2"	8	3/4"	5.7/8"	R26	7.1/2"	8	7.1/2"	5.7/8"
3"	R29	7.1/2"	4	5/8"	6"	R31	8.1/4"	8	3/4"	6.5/8"	R31	8.1/4"	8	8.1/4"	6.5/8"
3.1/2"	R33	8.1/2"	8	5/8"	7"	R34	9"	8	3/4"	7.1/4"	R34	9"	8	7/8"	7.1/4"
4"	R36	9"	8	5/8"	7.1/2"	R37	10"	8	3/4"	7.7/8"	R37	10.3/4"	8	7/8"	8.1/2"
5"	R40	10"	8	3/4"	8.1/2"	R41	11"	8	3/4"	9.1/4"	R41	13"	8	1"	10.1/2"
6"	R43	11"	8	3/4"	9.1/2"	R45	12.1/2"	12	3/4"	10.5/8"	R45	14"	12	1"	11.1/2"
8"	R48	13.1/2"	8	3/4"	11.3/4"	R49	15"	12	7/8"	13"	R49	16.1/2"	12	1.1/8"	13.3/4"
10"	R52	16"	8	7/8"	14.1/4"	R53	17.1/2"	16	1"	15.1/4"	R53	20"	16	1.1/4"	17"
12"	R56	19"	12	7/8"	17"	R57	20.1/2"	16	1.1/8"	17.3/4"	R57	22"	20	1.1/4"	19.1/4"
14"	R59	21"	12	1"	18.3/4"	R61	23"	20	1.1/8"	20.1/4"	R61	23.3/4"	20	1.3/8"	20.3/4"
16"	R64	23.1/2"	16	1"	21.1/4"	R65	25.1/2"	20	1.1/4"	22.1/2"	R65	27"	20	1.1/2"	23.3/4"
18"	R68	25"	16	1.1/8"	22.3/4"	R69	28"	24	1.1/4"	24.3/4"	R69	29.1/4"	20	1.5/8"	25.3/4"
20"	R72	27.1/2"	20	1.1/8"	25"	R73	30.1/2"	24	1.1/4"	27"	R73	32"	24	1.5/8"	28.1/2"
24"	R76	32"	20	1.1/4"	29.1/2"	R77	36"	24	1.1/2"	32"	R77	37"	24	1.7/8"	33"

	Pressure Class 900lb					Pressure Class 1500lb					Pressure Class 2500lb				
Nom Bore	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD
1/2"	R12	4.3/4"	4	3/4"	3.1/4"	R12	4.3/4"	4	3/4"	3.1/4"	R13	5.1/4"	4	3/4"	3.1/2"
3/4"	R14	5.1/8"	4	3/4"	3.1/2"	R14	5.1/8"	4	3/4"	3.1/2"	R16	5.1/2"	4	3/4"	3.3/4"
1"	R16	5.7/8"	4	7/8"	4"	R16	5.7/8"	4	7/8"	4"	R18	6.1/4"	4	7/8"	4.1/4"
1.1/4"	R18	6.1/4"	4	7/8"	4.3/8"	R18	6.1/4"	4	7/8"	4.3/8"	R21	7.1/4"	4	1"	5.1/8"
1.1/2"	R20	7"	4	1"	4.7/8"	R20	7"	4	1"	4.7/8"	R23	8"	4	1.1/8"	5.3/4"
2"	R24	8.1/2"	8	7/8"	6.1/2"	R24	8.1/2"	8	7/8"	6.1/2"	R26	9.1/4"	8	1"	6.3/4"
2.1/2"	R27	9.5/8"	8	1"	7.1/2"	R27	9.5/8"	8	1"	7.1/2"	R28	10.1/2"	8	1.1/8"	7.3/4"
3"	R31	9.1/2"	8	7/8"	7.1/2"	R35	10.1/2"	8	1.1/8"	8"	R32	12"	8	1.1/4"	9"
4"	R37	11.1/2"	8	1.1/8"	9.1/4"	R39	12.1/4"	8	1.1/4"	9.1/2"	R38	14"	8	1.1/2"	10.3/4"
5"	R41	13.3/4"	8	1.1/4"	11"	R44	14.3/4"	8	1.1/2"	11.1/2"	R42	16.1/2"	8	1.3/4"	12.3/4"
6"	R45	15"	12	1.1/8"	12.1/2"	R46	15.1/4"	12	1.3/8"	12.1/2"	R47	19"	8	2"	14.1/2"
8"	R49	18.1/2"	12	1.3/8"	15.1/2"	R50	19"	12	1.5/8"	15.1/2"	R51	21.3/4"	12"	2"	17.1/4"
10"	R53	21.1/2"	16	1.3/8"	18.1/2"	R54	23"	12	1.7/8"	19"	R55	26.1/2"	12"	2.1/2"	21.1/4"
12"	R57	24"	20	1.3/8"	21"	R58	26.1/2"	16	2"	22.1/2"	R60	30"	12"	2.3/4"	24.3/8"
14"	R62	25.1/4"	20	1.1/2"	22"	R63	29.1/2"	16	2.1/4"	25"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
16"	R66	27.3/4"	20	1.5/8"	24.1/4"	R67	32.1/2"	16	2.1/2"	27.3/4"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
18"	R70	31"	20	1.7/8"	27"	R71	36"	16	2.3/4"	30.1/2"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
20"	R74	33.3/4"	20	2"	29.1/2"	R75	38.3/4"	16	3"	32.3/4"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
24"	R78	41"	20	2.1/2"	35.1/2"	R79	46"	16	3.1/2"	39"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Torque para espárragos

	30,000psi		45,000psi		60,000psi	
Bolt Dia	Torque Ft/lbs	Load lbs	Torque Ft/lbs	Load lbs	Torque Ft/lbs	Load lbs
1/4"	4	810	6	1215	8	1620
5/16"	8	1350	12	2025	16	2700
3/8"	12	2040	18	3060	24	4080
7/16"	20	2790	30	4185	40	5580
1/2"	30	3780	45	5670	60	7560
9/16"	45	4860	68	7290	90	9720
5/8"	60	6060	90	9090	120	12120
3/4"	100	9060	150	13590	200	18120
7/8"	160	12570	240	18855	320	25140
1"	245	16530	368	24795	490	33060
1.1/8"	353	21840	533	32760	710	43680
1.1/4"	500	27870	750	41805	1000	55740
1.3/8"	680	34650	1020	51975	1360	69300
1.1/2"	880	42150	1320	63225	1600	84300
1.5/8"	1100	50400	1650	75600	2200	100800
1.3/4"	1500	59400	2250	89100	3000	118800
1.7/8"	2000	69120	3000	103680	4000	138240
2"	2200	79560	3300	119340	4400	159120
2.1/4"	3180	102690	4770	154035	6360	205380
2.1/2"	4400	128760	6600	193140	8800	257520
2.3/4"	5920	157770	8880	236655	11840	315540
3"	7720	189720	11580	284580	15440	379440
3.1/4"	10000	224700	15000	337050	20000	449400
3.1/2"	12500	262500	18750	393750	25000	525000
3.3/4"	15400	303300	23150	454950	30900	606600

Notas

Carga en libras sobre los espárragos cuando el torq	ue arriba
señalado sea aplicado	
La cuerda del perno la tuerca y la superficie deben	estar lubricados
antes de apriete	
Es muy recomendado que el equipo de apriete hidrául	ico sea usado
en pernos de 1 1/8" hacia arriba	
Controlar el apriete del perno es muy recomendado p	ara minimizar
el riesgo de fugas en el ensamblado	
En el ensamblado lo que fuga es la brida y no el em	paque

TABLA 4: torque en pernos para unión de estructuras

VALORES DE TORQUE NORMALES SUGERIDOS PARA ELEMENTOS DE SUJECIÓN INDUSTRIAL (SEGÚN MANUAL DE TORQUE HAND TOOL DIVISION)

GRADOS Y MARCAS SODIPER	ESPECIFICACIÓN	1/4"		5/16"		3/8"		7/16"		1/2"		9/16"		5/8"		3/4"		7/8"		1"		1.1/8"		1.1/4"		1.3/8"		1.1/2"	
		lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	s/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m
GRADO 2	ASTM A-307 GRADO A	6	0.83	11	1.52	19	2.63	30	4.15	45	6.22	66	9.12	93	12.86	150	20.75	202	27.90	300	41.50	474	65.50	659	91.10	884	122.30	1057	146.20
GRADO 5	ASTM A-449 TIPO 1	9	1.24	18	2.48	31	4.30	50	6.90	75	10.37	110	15.21	150	20.75	250	34.56	376	52.00	583	80.60	782	108.20	1087	151.70	1461	202.10	1748	241.70
GRADO 8	ASTM A-354 GRADO BD	13	1.80	28	3.87	46	6.36	75	10.37	115	15.90	165	22.82	225	31.12	370	51.17	591	81.70	893	123.50	1410	195.00	1964	271.60	2633	364.10	3150	435.60
A-325	ASTM A-325 (NOTA 1)	----	----	----	----	----	----	----	----	100	13.83	----	----	200	27.66	355	49.10	525	72.60	790	109.30	1060	146.60	1495	206.80	1980	271.10	2600	359.60
A-490	ASTM A-490 (NOTA 1)	----	----	----	----	55	7.60	90	12.45	138	19.08	196	27.38	270	37.34	444	61.40	709	98.10	1071	148.10	1592	294.00	3264	326.40	3159	436.80	3780	522.80
	ANSI B18.6.3 SAE J 478	75 lbs/pul	0.86	140 lbs/pul	1.61	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	ASTM A-574	14	1.93	30	4.14	50	6.90	81	11.18	121	16.70	176	24.29	240	33.12	395	54.51	629	86.90	954	133.00	1523	210.10	2120	292.50	2843	392.30	3402	469.47

NOTA 1: ESPECIFICACIONES DE TORQUE VALEN PARA SUJECIÓN PERMANENTE EN ESTRUCTURAS DE ACERO

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO PARA PRUEBAS HIDROSTÁTICAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

ÍNDICE

1. OBJETIVO: 2
2. ALCANCE: 2
3. REFERENCIAS: 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES: 2
5. DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES: 3
7. DESARROLLO: 3
8. REGISTROS: 7

11. Procedimiento para pruebas hidrostáticas en tanques de almacenamiento

1. OBJETIVO:

Determinar una secuencia de actividades aplicables a la ejecución del control en el ensayo de pruebas hidrostáticas en tanques de almacenamiento, siguiendo los parámetros de especificaciones en la norma API 650.

2. ALCANCE:

El alcance de este procedimiento es aplicable a todas las actividades de prueba hidrostática a realizar en tanques en la empresa Sergear SAC.

3. REFERENCIAS:

- Especificaciones técnicas del Proyecto entregados por el cliente para Fabricación de tanques.
- Alcances de construcción.
- Planos aprobados para la fabricación del tanque.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES:

- API 650 Tanques de almacenamiento.
- ASTM American Society For Testing And Materials
- RNE Reglamento Nacional de Edificaciones (Código peruano)
- AISC American Institute Of Steel Construction
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- NTP Normas técnicas peruanas.

5. DEFINICIONES

- **Prueba Hidrostática:** Es la prueba de presión que se realiza usando como fluido de prueba generalmente agua para probar el comportamiento integral del tanque fabricado y así descartar imperfecciones. La presión de prueba será de acuerdo a las especificaciones suministradas por el Cliente, se realizará según la norma API 650.
- **Prueba de Servicio:** Es la prueba de presión que se realiza usando como fluido de prueba el mismo fluido a emplear durante la operación de las instalaciones.
- **Dossier de calidad:** Son los documentos que compilan toda la información asociada con el desarrollo de la construcción del proyecto, conformados por el registro de control de calidad, certificados de calidad, calibraciones de equipos, etc., amparada en el alcance contractual, y que ofrece la base para la validación de la obra ejecutada.
- **Protocolos:** Son los documentos que soportan técnicamente un proceso o actividades específicas del proyecto, pueden incluir resultados de cálculos estructurales, pruebas a los materiales, certificados de calibración de equipos, personal calificado, fichas técnicas, etc. Este tipo de documentos deben estar autorizados por todos los especialistas involucrados días antes de cualquier evento.

- **Formatos:** Significan las formas que se utilizan para registras todas las actividades establecidas en los procedimiento, instructivos de trabajo y/o protocolos.
- **Registros:** Son los documentos que proporciona toda la evidencia objetiva de actividades o resultados. Este tipo de documentos deben estar correctamente autorizados por los responsables involucrados.

6. RESPONSABILIDADES:

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO:

API-650 (7.3.7.1) La prueba hidrostática del tanque debe realizarse antes de conectar las tuberías externas permanentes al tanque, excepto las tuberías que son necesarias para llenar y vaciar el tanque, que deben tener un componente flexible para permitir el asentamiento. Los accesorios al armazón, ubicados al menos a 1 m (3 pies) sobre el nivel del agua, y los accesorios del techo pueden soldarse durante el llenado del tanque con agua. Después de completar la prueba, solo los accesorios pequeños no estructurales se pueden soldar al tanque de acuerdo con el punto 7.2.1.12. De la norma API-650.

Cualquier unión soldada por encima del nivel del agua de prueba se examinará para detectar fugas mediante uno de los siguientes métodos:

1) aplicar un aceite altamente penetrante en todas las juntas de soldadura interiores, p. aceite de primavera para automóviles y examen de fugas en el exterior de las juntas;

2) aplicar vacío a ambos lados de las juntas o aplicar presión de aire interna como se especifica para la prueba del techo en el punto 7.3.8 De la norma API-650. Y examinar visualmente las juntas para detectar fugas; o

3) utilizando cualquier combinación de los métodos estipulados en los Subpuntos 1 y 2.

API-650 (7.3.7.2) El fabricante será responsable de lo siguiente.

1) Preparación del tanque para la prueba. Esto incluirá la eliminación de toda la basura, escombros, grasa, aceite, incrustaciones de soldadura, salpicaduras de soldadura y cualquier otra materia que no esté destinada a estar en el tanque desde el interior y el techo (s) del tanque.

2) Mobiliario, colocación y eliminación de todas las líneas de la ubicación de conexión de la fuente de agua y al punto de eliminación de agua según lo prescrito en la Hoja de datos.

3) Llenado y vaciado del tanque. (Ver punto 1.3 de la norma API-650, para la responsabilidad del Comprador de obtener los permisos requeridos para la eliminación del agua).

4) Limpieza, enjuague, secado u otra actividad prescrita, si se especifica en la Hoja de datos, después del hidrotest para preparar el tanque para
operación.

5) Tomar medidas de liquidación (a menos que el Comprador renuncie explícitamente en la Hoja de datos, Línea 14 de la norma API-650).

6) Proporcionar todos los demás materiales e instalaciones de prueba, incluidas las persianas, los pernos y las juntas (ver 4.9 de la norma API-650).

7) Verificación de las vigas de viento para el drenaje adecuado durante o después de la prueba hidráulica. Si se retiene agua, se proporcionará drenaje adicional sujeto a la aprobación del Comprador.

API 650 (7.3.7.3) El Comprador será responsable de lo siguiente.

1) Suministro y disposición del agua para la prueba hidráulica del tanque desde la ubicación de conexión de la fuente de agua como se indica en la Hoja de datos, Línea 14. Si se especifican biocidas o adiciones cáusticas al Fabricante, el Comprador es responsable de determinar o identificando restricciones de eliminación en el agua tratada.

2) Especificar la calidad del agua de prueba. Se prefiere el agua potable para las pruebas hidráulicas. El Comprador considerará cuestiones tales como:

a) fractura frágil a baja temperatura,

b) daños por congelación,

c) cantidad de sólidos suspendidos,

d) problemas de saneamiento,

e) incubación y / o crecimiento animal / vegetal,

f) acidez,

g) corrosión general,
h) picaduras,
i) protección contra células catódicas,
j) corrosión inducida microbiológicamente,
k) sensibilidad dependiente del material para rastrear ataque químico,
l) eliminación,
m) residuos residuales en el tanque después del vaciado.

3) Si la consideración de los problemas anteriores indica riesgos inaceptables, el Comprador considerará medidas de mitigación. Las acciones de mitigación pueden incluir:

a) muestreo previo del agua de prueba para establecer una prueba de referencia para la calidad del agua,
b) tratamiento de agua,
c) protección catódica,
d) monitoreo de la calidad del agua y / o corrosión,
e) enjuague posterior a la prueba u otros tratamientos para eliminar los contaminantes de la superficie.

4) Si el agua de prueba suministrada por el Comprador causa corrosión, el Comprador es responsable de las reparaciones requeridas.

5) Para las siguientes metalurgias, describa en la Hoja de Datos, Línea 14, (usando una Especificación Suplementaria) cualquier restricción adicional sobre la calidad del agua.

a) Acero al carbono: para equipos de acero al carbono donde el contacto con el agua excede los 14 días, incluido el llenado y el drenaje (por ejemplo, considere agregar un eliminador de oxígeno y un biocida, y aumente el pH mediante la adición de cáustico).
b) Acero inoxidable: ver Anexo S y Anexo X de la norma API-650.
c) Componentes de aluminio — Ver Anexo AL de la norma API-650.

API-650 (7.3.7.4) Para los tanques de acero al carbono y de baja aleación, la temperatura del metal del tanque durante la prueba hidrostática no debe ser más fría que la temperatura del metal de diseño, siempre que se evite que el agua se congele. El fabricante es responsable de calentar el agua de prueba, si es necesario calentar, a menos que se indique lo contrario en la hoja de datos, línea 14.

API-650 (7.3.7.5) El Comprador especificará la tasa mínima de llenado y descarga, si la hubiera, en la Hoja de datos, Línea 23. Cuando el Comprador especifique las medidas de liquidación, las tasas de llenado máximas serán las siguientes, a menos que el requisitos en 5.8.5.

Agua velocidad de llenado

Espesor del fondo del tanque	Parte del tanque	Máxima velocidad de llenado
Menos de 22 mm (⅞ in.)	- Curso de fondo	300 mm (12 pulg.) / Hr
	- A continuación la parte superior curso	460 mm (18 pulg.) / Hr
22 mm (⅞ in.) y más grueso	- el tercio superior del tanque	230 mm (9 pulg.) / Hr
	- tercio medio del tanque	300 (12 in.) / Hr
	- tercio inferior del tanque	460 (18 in.) / Hr

El llenado puede continuar mientras se realizan mediciones de elevación siempre que el cambio en la elevación del agua para un conjunto de lecturas no exceda los 300 mm (12 pulg.). A menos que se renuncie a la Hoja de datos, el Fabricante deberá realizar mediciones de elevación de la carcasa de acuerdo con lo siguiente.

a) Las mediciones de elevación de la carcasa se realizarán a intervalos equidistantes alrededor de la circunferencia del tanque que no exceda los 10 m (32 pies). El número mínimo de puntos de medición de la carcasa será ocho.

b) Las elevaciones observadas se referirán a un punto de referencia permanente que no se verá afectado por el asentamiento del tanque durante el hidrotest. El instrumento de nivel debe colocarse en posiciones para minimizar la cantidad de veces que el instrumento de nivel necesita moverse alrededor del tanque. Se requieren seis conjuntos de lecturas de liquidación:

1) Antes de comenzar la prueba hidrostática;
2) Con el tanque lleno a 1/4 de altura de prueba (± 600 mm [2 pies]);
3) Con el tanque lleno hasta 1/2 altura de prueba (± 600 mm [2 pies]);
4) Con el tanque lleno a 3/4 de altura de prueba (± 600 mm [2 pies]);
5) Al menos 24 horas después de que el tanque se haya llenado hasta la altura máxima de prueba. Este periodo de 24 horas se puede aumentar a la duración especificada en la hoja de datos si el Comprador lo requiere para condiciones tales como:

i) El tanque es el primero en el área,
ii) El tanque tiene una capacidad mayor que cualquier otro tanque existente en el área,
iii) El tanque tiene una mayor unidad de carga que cualquier otro tanque existente en el área,

iv. Hay una pregunta con respecto a la tasa o magnitud del acuerdo que tendrá lugar;

6) Después de que el tanque se haya vaciado de agua de prueba.

NOTA: Los tres conjuntos de lecturas de liquidación descritos en los párrafos 2, 3 y 4 anteriores pueden omitirse si así lo especifica el Comprador.

API 650 (7.3.7.6) Si el Comprador especifica las medidas de liquidación, cualquier liquidación diferencial mayor de 13 mm por cada 10 m (1/2 pulg. Por 32 pies) de circunferencia o una liquidación uniforme de más de 50 mm (2 pulg.) Deberá notificarse a El comprador para la evaluación. El llenado del tanque se detendrá hasta que el Comprador lo autorice.

API 650 (7.3.7.7) Para tanques de techo flotante, se debe medir y registrar el espacio anular máximo y mínimo entre el armazón y la placa de borde del techo antes de la flotación inicial y a la altura máxima de llenado de prueba.

API 650 (7.3.7.8) Las mediciones internas de elevación del fondo se realizarán antes y después de las pruebas hidrostáticas. Las mediciones se realizarán a intervalos máximos de 3 m (10 pies) medidos en líneas diametrales a través del tanque. Las líneas diametrales deben estar espaciadas en ángulos iguales, con una separación máxima medida en la circunferencia del tanque de 10 m (32 pies). Se utilizará un mínimo de cuatro líneas diametrales.

API 650 (7.3.7.9) Todas las mediciones de elevación se incluirán en el Paquete de documentos posteriores a la construcción del fabricante (Dossier de calidad).

8. REGISTROS:

- **SGC-C-REG-MEC-051** REGISTRO DE PRUEBA HIDROSTÁTICA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO PARA PREPARACIÓN SUPERFICIAL EN TANQUES"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. REFERENCIA 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
5. TERMINOS Y DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES 3
7. DESARROLLO: 3
   - 7.1. Preparación Superficial 3
   - 7.2. Consideraciones previas 4
   - 7.3. Condiciones ambientales 4
   - 7.4. Grado de preparación de superficie 4
   - 7.5. Evaluación del grado de limpieza y perfil de rugosidad 5
8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR 6
9. REGISTRO 6

1. OBJETIVO

En procedimiento se detalla el tipo de normas a aplicar en la preparación superficial de tanques de almacenamiento, lo que se debe de hacer antes de comenzar el arenado y finalmente como se puede verificar la calidad del arenado.

2. ALCANCE

Alcanza a todos los trabajos a realizar en las cuales se requiera la preparación de superficie por arenado en la empresa Sergear SAC.

3. REFERENCIA

- Especificaciones contractuales.
- Alcances contractuales.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

Son de aplicación para este trabajo el uso de los siguientes documentos:

- Norma NTP ISO 9001 Gestión de la calidad
- SSPC: Steel Structure Painting Council (USA)
- ASTM: American Society for Testing and Materials
- NACE: National American Corrosion Engineer
- SSPC-SP1 - Limpieza con solvente.
- SSPC-SP2 - Limpieza con herramientas manuales.
- SSPC-SP3 - Limpieza con herramientas motrices.
- SSPC-SP5 - Limpieza con chorro abrasivo grado al metal blanco.
- SSPC-PA1 - Pintado de acero para taller, campo y mantenimiento.
- ASTM D 4417 - Medición grado de perfil de rugosidad
- ASTM E 337 - Medición de condiciones ambientales
- ISO 8502-3 - Método de la cinta medida, medida de contaminantes luego de la preparación superficial

5. TERMINOS Y DEFINICIONES

- **Preparación de superficie:** Etapa previo al pintado en el cual se da una limpieza a la superficie y además se crea un perfil de anclaje para el recubrimiento.
- **Limpieza con Chorro abrasivo:** Consiste en impactar una partícula abrasiva (arena, granalla, escoria de cobre, etc.) sobre la superficie a limpiar, eliminando materias extrañas y dejando una huella en el área de impacto. El grado de rugosidad final deberá ser adecuado para los requerimientos del sistema de pintura a aplicar. Dentro de este tipo de preparación se tienen los siguientes grados de limpieza:

SSPC-SP1	Limpieza con Solventes Se basa en la acción de los solventes, emulsiones o compuestos para lograr la limpieza. Se usa para remover grasa, polvo y otras materias contaminantes. No se elimina herrumbre, escamas de óxido, escama de laminación, ni residuos de pintura vieja.
SSPC-SP2	Limpieza Manual Mecánica

SSPC-SP3	Limpieza Manual Motriz Con los dos métodos se remueve óxido, escamas de óxido y escamas de laminación mal adheridas. Estos métodos son aceptados para la aplicación de pintura de buena penetración y adhesión. La buena adhesión de la pintura dependerá del grado de limpieza que se haya logrado y no es recomendable para superficies que estarán expuestas a inmersión continua.
SSPC-SP5	Limpieza al metal blanco con chorro de arena Debe eliminarse totalmente la escama de laminación, óxido, grasa, polvo, pintura vieja y todo material extraño. Garantiza un óptimo rendimiento de la pintura y se usa en atmósferas muy corrosivas.
SSPC-SP10	Limpieza cercano a metal blanco con chorro de arena Similar al anterior, se basa en que al menos 95% de la superficie deberá tener la apariencia del acabado metal blanco y el 5% restante presente ligeras manchas, vetas o decolores.
SSPC-SP6	Arenado Comercial Es el método más usado, deberá eliminarse todo el óxido, aceite, grasa, polvo, escamas de laminación y pintura vieja mal adherida. No se pueden remover pinturas bien adheridas ni ligeros residuos de óxido bien adherido
SSPC-SP7	Arenado Superficial Es una limpieza que exige la eliminación de grasa, aceite, polvo, escamas de óxido, escama de laminación suelta, óxido y pinturas mal adheridas. Se permite que quede óxido o pintura vieja que está firmemente adherida.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. Vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO:

7.1. Preparación Superficial

Las operaciones de preparación de superficie para el pintado se llevarán a cabo, solo después de que toda la fabricación u

operaciones mecánicas sobre las partes, componentes o equipos a proteger, hayan sido satisfactoriamente efectuadas y aprobadas por el supervisor de calidad de Sergear S.A.C.

7.2. Consideraciones previas

El Jefe de Control de Calidad verificará previamente lo siguiente que los elementos metálicos a ser arenados NO deben presentar en su superficie:

- Salpicaduras de soldadura
- Porosidad
- Rebabas
- Aristas vivas (filos cortantes)
- Abolladuras o golpes, entre otros.

Las impurezas serán eliminadas mediante limpieza manual mecánica y motriz (según norma SSPC-SP2, SSPC-SP3).

Todo resto de grasa, aceites, mugre o combustible impregnado, deberán ser minuciosamente limpiadas usando espátulas, trapo o solvente (según norma SSPC-SP1).

SSPC-SP1: Limpieza con Solventes: Eliminar grasas, aceites, lubricantes de corte y toda otra presencia de material soluble de la superficie de acero utilizando para estos efectos algunos de los siguientes métodos: escobillas o trapos limpios embebidos en solventes, pulverización de solventes clorados, detergentes alcalinos, etc. Esta limpieza se considera previa a todo tipo, ya no deben existir grasas o aceites sobre la superficie que se protegerá.

- De utilizar arena como abrasivo, se deberá obtener de ríos libres de sales. El uso de arena de costas marinas no está permitido bajo ninguna condición (el abrasivo deberá ser analizado: contenido de sales solubles). La arena debe presentar una granulometría entre mallas de 18 a 40.

- El aire utilizado para impulsar el abrasivo (arena, granalla, escoria), se controlará de acuerdo con la Norma ASTM – D4285, con el fin de detectar presencia de aceites o humedad.

7.3. Condiciones ambientales

- Durante el proceso de Limpieza Superficial, el grado de humedad del medio, será como máximo 85%.

- Tiempo entre la limpieza superficial y el pintado:

  - En un ambiente rural sin polución con humedad relativa entre 70 a 85% menor de 4 horas.
  - En un ambiente industrial agresivo o a la rivera del mar menos de 2 horas.

- Si hubiera polvo o llovizna de torres de enfriamiento, se debe colocar una cobertura.

- La superficie debe ser pintada antes que aparezca una coloración pardusca. Este amarillamiento es debido al oxido que comienza a formarse. Mientras el óxido sea incoloro no es preocupante.

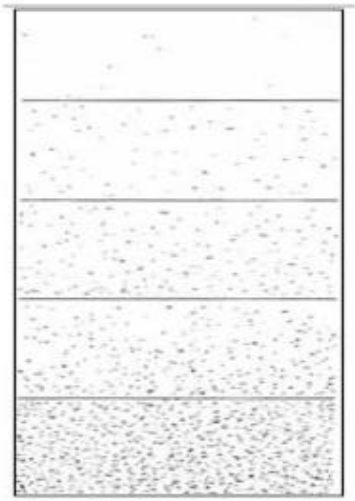
7.4. Grado de preparación de superficie

El Grado de preparación superficial, será según lo especificado por el alcance del cliente. Debe eliminarse totalmente la escama

de laminación, óxido, grasa, polvo, pintura vieja y todo material extraño. Garantiza un óptimo rendimiento de la pintura y se usa en atmósferas muy corrosivas.

7.5. Evaluación del grado de limpieza y perfil de rugosidad

- Después del proceso de limpieza superficial, se evaluará si se cumple el grado de limpieza especificado. Con una cinta réplica Testex.
- Asimismo, se verificará el perfil de rugosidad necesario para el buen anclaje del sistema de pintura, el mismo que deberá estar comprendido según las especificaciones del proyecto (2.0 a 3.0 mils.), evaluado según norma ASTM D-4417.
- Se recomienda que las personas que realizan esta labor cuenten con guantes de cuero a fin de evitar la contaminación con sudor.
- El Jefe de Control de Calidad dará la aprobación del arenado y/o granallado y la autorización para proceder al pintado.
- Todos los tiradores, cadenas y ganchos deberán ser los adecuados para evitar daños o contaminación de las superficies limpias. Todos los operadores deberán usar guantes libres de grasa, aceite o polvo. No se permitirá tocar las superficies limpias con la mano.
- Mediante el empleo de aire comprimido, escobillones de cerdas duras limpias o aspiradoras industriales de ser necesario, se debe remover todo residuo de abrasivo y polvo remanente de la preparación de superficie.
- Al término del chorreado abrasivo, se debe limpiar con aire comprimido para eliminar todo el resto del abrasivo de la preparación de superficie. Se recomienda tomar las referencias pictóricas correspondientes a la calificación de la cantidad de polvo residual sobre superficies antes de pintar en clases del 0 al 5 según la norma ISO 8502-3, se podrá tomar como criterio de aceptación la calificación las clases del 0 al 2.



- En zonas de las estructuras donde se realizará el empalme con otra mediante soldadura en obra, se recomienda encintar los extremos con cinta Masking tape (2 pulg), para minimizar daños en la pintura aplicada.



Modelos de Medidores:

- Medidor de perfil de rugosidad (mils) - Testex
- Medidor de perfil de rugosidad (micras) - Testex

Tipos de Cintas Replicas:

- Coarse 0.0 – 2.0 mils / 25 – 50 micros
- X-Coarse 1.5 – 4.5 mils / 40 – 115 micros
- X-Coarse Plus 4.6 – 5.8 mils / 95 – 147 micros



8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR

- Cintas réplicas Testex COARSE Y X-COARSE.
- Rugosímetro debidamente calibrado.

9. REGISTRO

- **SGC-C-REG-MEC-052** Registro de Preparación superficial.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS EN TANQUES"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. REFERENCIA 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
5. TERMINOS Y DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES 3
7. DESARROLLO: 3
8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR 7
9. REGISTRO 7

1. OBJETIVO

Se elabora el presente documento, donde establecemos los procedimientos de aplicación de pinturas y control de Calidad en tanques de almacenamiento.

2. ALCANCE

Alcanza a todos los trabajos de pintura a realizar en Tanques de almacenamiento en la empresa Sergear SAC.

3. REFERENCIA

- Especificaciones contractuales proporcionados por el cliente.
- Alcances contractuales.
- Hojas Técnicas de los productos a utilizar.
- Certificados de calidad de los productos.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

- SSPC-PA1 Pintado de acero para taller, campo y mantenimiento.
- SSPC-PA2 Medición de espesores de película seca.
- SSPC-SP1 Limpieza con solvente.
- SSPC-SP2 Limpieza con herramientas manuales.
- SSPC-SP3 Limpieza con herramientas mecanizadas.
- SSPC-SP5 Limpieza con chorro abrasivo grado al metal blanco.
- SSPC-SP6 Limpieza con chorro abrasivo grado al metal casi blanco.
- SSPC-SP10 Limpieza con chorro abrasivo grado comercial.
- ASTM E 337 – 02 Método Standard para la medición de humedad con un psicrómetro (medición de temperaturas de bulbo seco y húmedo).
- SSPC-GUIA 15 Métodos de Campo para la Extracción y Análisis de Sales Solubles en Sustratos de Acero y Otros Sustratos No Porosos.
- ASTM D 4285 Prueba de sequedad "Presencia de contaminantes en aire alimentado".
- SSPC – AB1 Especificación para abrasivos minerales.
- ASTM D-4417 Método estándar para la medición en campo del perfil de rugosidad, método C.
- ASTM D-4414 Medición de espesores de película húmeda.
- SSPC – PA GUÍA 11 Guía de aplicación de pintura en bordes, grietas y superficies irregulares del acero.
- ISO 8502-3 Evaluación de polvo en las superficies de acero preparadas para pintar (método de cinta sensible a la presión).

5. TERMINOS Y DEFINICIONES

- **Preparación de superficie:** Etapa previo al pintado en el cual se da una limpieza a la superficie y además se crea un perfil de anclaje para el recubrimiento.
- **Limpieza con Chorro abrasivo:** Consiste en impactar una partícula abrasiva (arena, granalla, escoria de cobre, etc.) sobre la superficie a limpiar, eliminando materias extrañas y dejando una huella en el área de impacto. El grado de rugosidad final deberá ser adecuado para los requerimientos del sistema de pintura a aplicar.
- **Registro:** Documento que provee evidencia objetiva de las actividades efectuadas o de los resultados obtenidos.
- **Sistema de Pinturas:** Se refiere al Tipo y número total de capas a aplicarse a un sustrato, en un orden predeterminado.
- **Archivo:** Medio físico (fólder, carpeta o similar) o informático en el que se mantienen y conservan los Registros y/o documentos resultado de la aplicación del Plan de Gestión de Calidad.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. Vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO:

7.1. RECOMENDACIONES PREVIAS

- Antes de empezar los trabajos se deben reunir los representantes de la empresa Sergear SAC, el propietario y el asesor técnico del proveedor de pintura, para unificar conceptos, criterios de aceptación y normas con las cuales se determinara los parámetros para la ejecución del trabajo, los cuales se detallaran en un acta de reunión previa a los trabajos.
- Es importante una adecuada ventilación en la zona de pintado para lograr evacuar los vapores orgánicos, y lograr el secado y curado de las pinturas adecuadamente.
- El piso de trabajo debe ser firme para evitar la polución de la película de pintura.
- Los elementos a recubrir deberían ubicarse a un mínimo de 80 cm del piso y con mínima área de contacto.
- Todo el personal encargado de la realización de los trabajos deberá presentar la experiencia suficiente, la cual se podrá comprobar con una homologación del personal. El contratista debe contar con los equipos de medición de condiciones ambientales (psicrómetro y termómetro de superficie), medidor de espesor húmedo y medidor de espesores de película seca.
- Verifique que se disponga de todos los componentes. Homogenice cada componente por separado previo a la mezcla. Use un agitador neumático o eléctrico a prueba de explosión.
- Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
- Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
- Para facilitar la aplicación agregue disolvente, según corresponda. El porcentaje de dilución podrá variar para facilitar la aplicación.
- Filtre la mezcla usando una malla 30.
- Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil, según las hojas técnicas de cada producto.

7.2. EQUIPOS DE PINTADO

Los equipos de pintado con que cuenta el contratista deberán estar en perfectas condiciones para poder tener una aplicación sin

problemas y lograr la optimización de la cantidad de pintura a utilizar y el tiempo de aplicación. Debe considerarse lo siguiente:

- Elección de método de aplicación de acuerdo al tipo de pintura.
- Contar los manómetros necesarios para la visualización de la presión de aplicación (en caso de usar equipos):

  - ❖ Equipos Airless (sin aire): Una buena selección de boquilla y la presión adecuada del equipo ayudará a que se obtenga mejor rendimiento y un trabajo de calidad.
  - ❖ Equipos Convencionales (con aire): Es importante considerar equipos de presión con una buena selección de las boquillas, casquillos y aguja en función al tipo de pintura a aplicarse. En estos equipos para obtener una mejor aplicación se realiza una dilución mayor que en los equipos airless. También se pueden utilizar los equipos de succión ("vaso"), sólo para resanes puntuales, estos equipos tienden a pulverizar mucho más la pintura, debido a que se trabaja con mayor dilución.
  - ❖ Brochas y rodillos: Deben ser resistentes a pinturas a base de solvente y adecuados para la aplicación de capas de acabado. Estos dispositivos son usados para resanes en zonas puntuales, aunque el acabado no será igual al aplicado con equipos.

7.3. CONDICIONES AMBIENTALES

- Tener presente las condiciones ambientales para el pintado
  - ❖ % Humedad Relativa < 85.0
  - ❖ T ° superficie 10°C – 35°C
  - ❖ T° ambiente 10°C – 35°C
  - ❖ T ° superficie – T ° rocío ≥ 3.0 ° C
  - ❖ Velocidad del viento 8 Km/h
- Las condiciones ambientales deben ser tomadas en cuenta para toda aplicación de recubrimientos, el aplicar bajo condiciones ambientales no aptas, puede traer consecuencias de falla de desprendimiento o un acabado diferente al esperado.

7.4. APLICACIÓN

- La preparación de pintura debe realizarse en recipiente totalmente limpios, se debe homogenizar la intura por separado tanto la parte A (resina) como parte B (polvo de zinc). Adicional la parte B hacia la parte A y homogenizar con agitador eléctrico o neumático tipo jiffy hasta obtener una mezcla sin grumos por un tiempo máximo de 3 minutos; agregar el diluyente solo después que la mezcla de ambos componentes haya culminado, filtrar a otro recipiente con una malla 30 a 60 o telas de nylon.
- Luego de mezclado el producto y durante la aplicación se debe contar agitación constante para evitar la sedimentación del pigmento en el fondo del envase que contiene la mezcla.

7.5. APLICACIÓN DE LA CAPA DE REFUERZO ("STRIPE COAT")

- Una vez que se haya culminado con la preparación de la superficie y pintado de las primeras capas de pintura, se deberá reforzar los cordones de soldadura, bordes, pernos, tuercas y zonas de difícil acceso, con una capa adicional por ser estas zonas puntos críticos de fallas prematuras del sistema de pintura el refuerzo se realizará de la siguiente

manera: Cordones de soldadura de áreas planas se realizara estrictamente con brocha, así como también los filos, bordes, cantos vivos y zonas de difícil acceso el refuerzo.

- Un refuerzo en cada filo, borde, canto vivo es comúnmente especificado ya que las pinturas líquidas tienden a fluir fuera de estos lugares. Esto es resultado de la tensión superficial en la película de pintura y el encogimiento de la misma durante el proceso de curado. Si esto ocurre, la película de pintura cercana a los bordes será más delgada que en el resto de la superficie y el resultado puede llevar a una corrosión prematura en dichas áreas. Esta situación puede convertirse en crítica cuando la pintura falla en las tuercas, bordes, ribetes y cordones de soldadura porque estos son los que mantienen las piezas juntas.
- El Stripe Coat debe de ser aplicada después de la primera capa y antes de la segunda capa de pintura para cualquier sistema de aplicación, con el producto de la capa intermedia.

7.6. INSPECCIÓN

- La empresa Sergear SAC debe contar con los equipos de inspección y control de calidad calibrados y en óptimas condiciones, como mínimo: psicrómetro, termómetro de superficie y medidor de espesores de película seca.
- Para el control y evaluación de calidad de la etapa de preparación de superficie se empleará las siguientes normas:

  - ✓ ASTM D 4285: Determinación de aceite o agua en el aire comprimido
  - ✓ ASTM D 4417: Grado de perfil de rugosidad
  - ✓ ASTM E 337 : Medición de condiciones ambientales

- Para el control y evaluación de la calidad del sistema de pinturas aplicado se emplearán las siguientes normas:

  - ✓ ASTM D 4414: Medición de espesor de película húmeda.
  - ✓ SSPC-PA-2: Medición de espesor de película seca.
  - ✓ ASTM D 3359: Determinación de la prueba de adherencia por corte
  - ✓ ASTM D 6677: Determinación de la prueba de adherencia por corte con cuchilla.
  - ✓ ASTM D 4541: Medición de grado de adherencia mediante equipos de tracción.
  - ✓ ASTM D 4752: Medición de resistencia del MEK en primer ricos en zinc de silicatos de etilo por frotamiento con Solvente.

Espesor de película húmeda

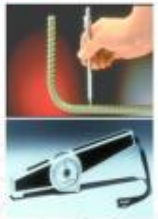




Admisibilidad	Norma Referencia	Equipo herramienta
Plan de pintado Especificación	ASTM D 4414 SSPC-PA1	Medidor EPH "galleta"

Espesor de película seca





Admisibilidad	Norma Referencia	Equipo herramienta
80% a 120% EPS	SSPC-PA2 ASTM D 1186	Medidor EPS

CONTROL DE CALIDAD

Medicion de espesor seco



Láminas para calibración de medidores de espesor.



Norma SSPC- PA2

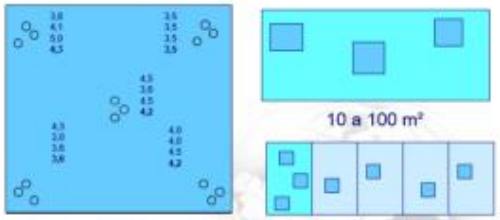
Medición de Espesor de Película seca

Tipo II: Medicion de sonda de presion constante



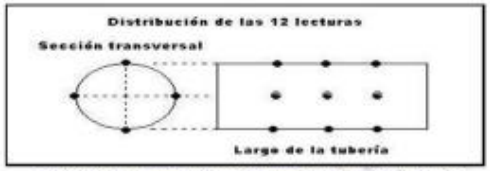


Zona	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Prom
Viga	4.3	3.5	4.2	3.6	4.2	4.0



El espesor puede variar en ± 20%

Norma SSPC- PA2
Medición de Espesor de Película seca



Medición de espesores de recubrimientos en tuberías de acero

TABLE A7
NUMBER AND LOCATIONS OF SPOT MEASUREMENTS – PIPE SPOOLS

Pipe Diameter	Circumferential Spot Measurements	Interval Spacing
Up to 12 in (30 cm)	4 evenly spaced	10 feet (3 meters) apart
14 to 24 inches (36-60 cm)	6 evenly spaced	10 feet (3 meters) apart
Greater than 24 inches (60 cm)	8 evenly spaced	10 feet (3 meters) apart

8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR

- Galleta metálica para medición de espesores de película húmeda.
- Medidor de espesores de película seca. (calibrado)
- Termómetro de superficie. (calibrado)
- Psicrómetro. (calibrado)
- Medidor de condiciones ambientales digital. (calibrado)
- Lupa.
- Cámara Fotográfica.
- Rugosímetro. (calibrado)

9. REGISTROS

- **SGC-C-REG-MEC-053** REGISTRO DE PREPARADORES, ARENADORES Y PINTORES HOMOLOGADOS.
- **SGC-C-REG-MEC-054** REGISTRO DE INSPECCIÓN DE APLICACIÓN DE PINTURA
- **SGC-C-REG-MEC-055** REGISTRO DE INSPECCIÓN FINAL DE RECUBRIMIENTO

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO BAJO API-650

"PROCEDIMIENTO PARA PRUEBA DE ADHERENCIA EN RECUBRIMIENTOS EN TANQUES"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. REFERENCIAS 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES 2
7. DESARROLLO: 3
   7.1. METODO DE PRUEBA A (Sistema de la X) 3
   7.2. METODO DE PRUEBA B (Sistema de cuadrícula) 4
8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR 5
9. REGISTRO 5

14. Procedimiento para prueba de adherencia en recubrimientos en tanques

1. OBJETIVO

Establecer los criterios de inspección y la metodología para la evaluación del grado de adherencia en la pintura de superficies de tanques de almacenamiento, con base en especificaciones según el espesor de la capa de la pintura.

2. ALCANCE

Este procedimiento debe ser usado para verificar el grado de adherencia del recubrimiento aplicado en superficies de estructuras y tuberías en la empresa Sergear SAC.

3. REFERENCIAS

- Especificaciones contractuales.
- Alcances contractuales proporcionados por el cliente.
- Hojas técnicas de los productos proporcionados por el proveedor de pintura.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

Son de aplicación para este trabajo el uso de los siguientes:

- ASTM D3359: Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test.
- ASTM 4541: Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers.

5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Prueba de adherencia:** La realización de una prueba de adherencia tras el proceso de revestimiento indica la fuerza con la que el revestimiento está afianzado en la superficie o en otra capa de revestimiento, o la fuerza de cohesión de algunos sustratos. En los procedimientos de inspección y mantenimiento se realizan pruebas rutinarias para poder detectar posibles defectos del revestimiento.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. Vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.

- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO:

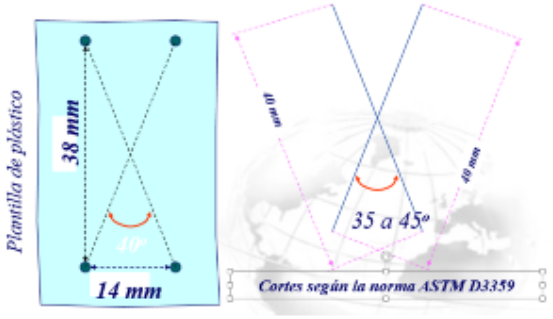
La aplicabilidad de los métodos de prueba está determinada por el espesor de la
Película, así:

- Espesores mayores o iguales a 5 mills: Método de prueba A.
- Espesores menores a 5 mills: Método de prueba B.

7.1. METODO DE PRUEBA A (Sistema de la X)

Se selecciona un área libre de manchas y con la mayor cantidad de imperfecciones en su superficie, seca y dentro de los parámetros de humedad relativa y temperatura. Se realizan dos cortes de 1.5 pulgadas cada uno cruzados en sus longitudes medias; formando un ángulo entre 30º y 45º; utilizando para ello la regla o escuadra y el elemento de corte (cuchilla).

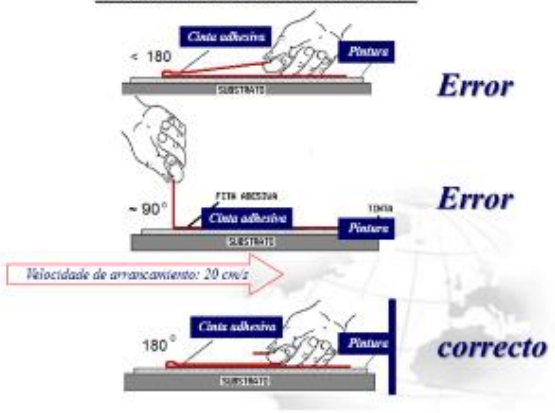
Descripción del método según el ASTM D3359-A



Haciendo sólo un movimiento a la vez; inmediatamente inspeccione las incisiones por reflexión de la luz sobre la superficie seleccionada para asegurarse que la película de pintura ha sido plenamente penetrada. Se toma una longitud de tres (3) pulgadas de cinta adhesiva, que será pegada en el centro de la intersección de los dos cortes sobre la misma dirección de los ángulos pequeños; se presiona la cinta en el lugar de las intersecciones con el uso de la goma elástica (preferiblemente la goma de un lápiz), el color bajo la cinta es una indicación de si el contacto está bien hecho.
Se remueve la cinta del extremo libre de la aplicación, en contra sentido, formando en lo posible un ángulo de 180º. Se inspecciona el área de la X para remoción del recubrimiento o capas del recubrimiento, la razón de la adherencia se basa en las siguientes escalas:

- 5 A No removido
- 4 A Removido a lo largo de las incisiones
- 3 A Removido a lo largo de las incisiones por encima de 1 / 16
- 2 A Removido a lo largo de las incisiones por encima de 1 / 4
- 1 A Removido más del área de la intersección de la X
- 0 A Removido más allá del área de la X

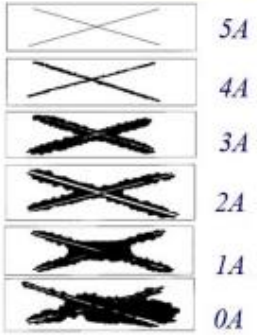
Modo de arrancamiento de la cinta



Repita la prueba en otras dos partes de la superficie metálica y consigne los resultados en el respectivo registro de control.

ASTM D3359

Descripción del método según el ASTM D3359-A



	CORTE EN X
5A	No se pela ni se remueve.
4A	Poco pelado y o remoción en incisión o intersección
3A	Levantamiento entre las incisiones hasta 1.6 mm. En ambos lados.
2A	Levantamiento entre las incisiones hasta 3.2mm. En ambos lados.
1A	Remoción de la mayor parte bajo el corte en X.
0A	

7.2. METODO DE PRUEBA B (Sistema de cuadrícula)

Seleccione un área libre de manchas y con la mayor cantidad de imperfecciones. Para películas con espesores menores o iguales a 2 mills realice sobre la superficie once (11) cortes paralelos de longitud 3 / 4" (20 mm) con una separación de 1 mm a lado y lado de las mismas, de tal forma que se genere una cuadrícula.

Para películas con espesores entre 2 y 5 mils realice seis (6) cortes paralelos a lado y lado sobre la superficie con una separación de 2 mm y longitud de 3 / 4"
(20 mm). Después de realizados los cortes, limpie la superficie con una brocha o cepillo suave para eliminar los residuos de pintura desprendidas en el corte; inspeccione por reflexión de

la luz que los cortes hayan penetrado plenamente la película de pintura. Si no ha sido alcanzada una satisfactoria penetración, se debe realizar una nueva cuadrícula en otra parte de la superficie metálica. Una vez generada la cuadrícula sobre el área seleccionada se toma tres (3) pulgadas de cinta adhesiva y se ubica en el centro de la cuadrícula presionándola suavemente con la goma elástica; el color bajo la cinta en una buena indicación para saber cuando se ha hecho un buen contacto.

Se remueve la cinta del extremo libre de la aplicación, en contrasentido, formando en lo posible un ángulo de 180º. Se inspecciona el área de la cuadrícula y se avala el grado de adherencia de acuerdo a la siguiente escala:

- 5 B Ninguno de los cuadros ha sido removido
- 4 B Menos del 5 %de los cuadros han sido removidos
- 3 B Entre el 5 %y el 15 %de los cuadros han sido removidos
- 2 B Entre el 15 %y el 35 %de los cuadros han sido removidos
- 1 B Entre el 35 %y el 65 %de los cuadros han sido removidos
- 0 B Desprendimiento mayor al 65 %de los cuadros

Repita la prueba en otros dos lugares de la superficie metálica y consigne los resultados en el respectivo registro de control.

8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR

- Bisturí, navaja, u otro elemento de corte
- Regla o escuadra
- Cinta con ancho de 1 in y adherencia de 40 ± 2.5 0z / in
- Goma elástica (goma del lápiz)
- Fuente de luz

9. REGISTRO

- **SGC-C-REG-MEC-056** REGISTRO DE PRUEBA DE ADHERENCIA EN RECUBRIMIENTOS

ANEXO 3

Formatos de Registros elaborados para la inspección en la fabricación de Tanques de almacenamiento

1. Registro recepción de material y/o equipos (para tanques)
2. Registro de control de instrumentos de medición
3. Registro fotográfico
4. Registro de control dimensional en el habilitado
5. Registro de control dimensional en el armado
6. Registro de control de rolado en planchas
7. Registro de soldadores calificados
8. Registro de inspección visual de soldadura
9. Registro de reparación de soldadura
10. Registro welding book para juntas en tanques
11. Registro de inspección por líquidos penetrantes
12. Registro de prueba neumática en planchas de refuerzo
13. Registro de prueba de vacío en tanques de almacenamiento
14. Registro de inspección por partículas magnéticas
15. Registro de inspección radiográfica en tanques de almacenamiento.
16. Registro de control de verticalidad, redondez y fundación en tanques.
17. Registro de control dimensional en boquillas, manholes, y desviaciones
18. Registro de ajuste de pernos y torqueo.
19. Registro de prueba hidrostática en tanques de almacenamiento
20. Registro de preparación superficial
21. Registro de preparadores, arenadores y pintores homologados
22. Registro de inspección de aplicación de pintura
23. Registro de inspección final de recubrimiento
24. Registro de prueba de adherencia en recubrimientos

1. Registro recepción de material y/o equipos (para tanques)

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-033	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Código Cliente:
Revisión: 0	REGISTRO RECEPCION DE MATERIAL Y/O EQUIPOS (PARA TANQUES)	Código OBRA SGA:
Especialidad: MECÁNICO		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTROS N°	PÁG. _____ DE _____

CLIENTE:		AREA:	
OBRA		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

TIPO DE MATERIALES: Civil ☐ Estructura ☐ Mecánico ☐ Tuber ☐ Soldad ☐ rico Ins ental Otros: _____

ITEM	FECHA	DESCRIPCIÓN	CANT.	PROVEEDOR	FABRICANTE/MARCA	GUIA DE REMISIÓN	N° LOTE/ COLADA/serie	NORMA TECNICA /CLASE	CERTIFICADO DE CALIDAD	ESTADO DE SUPERFICIE	RESULTADO

3.0 OBSERVACION/ COMENTARIOS :

_____

4.0 APROBACION

Supervisor de SERGEAR	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	Cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

2. Registro de control de instrumentos de medición

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-034	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Código Cliente:	
Revisión: 0	REGISTRO DE CONTROL DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Código OBRA SGA:	
Especialidad: MECÁNICO		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:		REGISTROS N°		PÁG. _____ DE _____
CLIENTE:			AREA:		
OBRA			SISTEMA:		
N° OBRA:			SUB SISTEMA:		
ESTRUCTURA			PLANO:		

2.0 INSPECCIÓN

ITEM	FECHA	IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO/ INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE SERIE	FECHA DE CALIBRACION	FECHA PROXIMA CALIBRACIÓN	CÓDIGO CERTIFICADO	CORRECTO FUNCIONAMIENTO	RESULTADO	COMENTARIOS

3.0 OBSERVACION/ COMENTARIOS :

4.0 APROBACION

Supervisor de SERGEAR	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	Cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

3. Registro fotográfico

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN		SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-035		FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650		Cod Cliente	
REV.	0	REGISTRO FOTOGRÁFICO		Cod obra:	
Esp.:	MECÁNICO			FECHA:	
1.0. DATOS GENERALES				FECHA:	
PROYECTO:			ÁREA:		
OBRA:			SISTEMA:		
N° OBRA:			SUB SISTEMA:		
DESCRIPCIÓN:			PLANO:		

Supervisor de SERGEAR	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	Cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FIRMA:	FIRMA:

4. Registro de control dimensional en el habilitado

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-036	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:	
REV: 0	REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL EN EL HABILITADO	Cod obra SGA:	
disciplina: mecánica		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

ESQUEMA/PLANO:

CODIGO	ITEM	MEDIDAS			ITEM	MEDIDAS			ITEM	MEDIDAS		
		TEORICO	REAL	ERROR		TEORICO	REAL	ERROR		TEORICO	REAL	ERROR
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

5. Registro de control dimensional en el armado

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-037	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:	
REV: 0	REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL EN EL ARMADO	Cod obra SGA:	
disciplina: mecánica		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

ESQUEMA/PLANO:

CODIGO	ITEM	MEDIDAS			ITEM	MEDIDAS			ITEM	MEDIDAS		
		TEORICO	REAL	ERROR		TEORICO	REAL	ERROR		TEORICO	REAL	ERROR
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

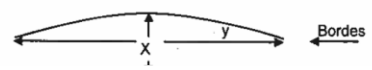
6. Registro de control de rolado en planchas

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-038	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:	
REV: 0	REGISTRO DE CONTROL DE ROLADO EN PLANCHAS	Cod obra SGA:	
disciplina: mecánica		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

GRÁFICO:



CÓDIGO	FECHA	VERIFICACIÓN DE BORDES	DIMENSIONES		CONFORME / NO CONFORME	OBSERVACIONES	RESULTADOS
			X	Y			

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

7. Registro de soldadores calificados

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-039	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:	
REV. 0	REGISTRO DE SOLDADORES CALIFICADOS	Cod obra SGA:	
Especia.: MECÁNICA		Fecha:	

1.0. DATOS GENERALES		FECHA:	N° REGISTRO:
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

APELLIDOS Y NOMBRES	D.N.I.	N° DE ESTAMPA	PROCESO	POSICIÓN	N° DE WPS

3.0) Comentarios/ Observaciones:

4.0. APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

8. Registro de inspección visual de soldadura

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-040	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA (VT)	Cod obra SGA:
Especialidad: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTROS N°	PÁG. _____ DE _____

PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

				SOLDADOR(1)	COMPONENTES			TIPO DE JUNTA(2)		INSPECCION VISUAL			OBSERVACIONES
ITEM	LINEA/ISOMETRICO/ CODIGO PIEZA	JUNTA	PROC.	CODIGO	COMP. 1	COMP. 2	SCH/ ESPESOR	TOPE	FILETE	APROBADO (2)	CODIGO (3) DEFECTO	REPARACION (2)	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

NOTAS:
1. COLOCAR ESTAMPA DE SOLDADOR
2. MARCAR CON UN CHECK SI ESTA CORRECTO
3. TIPO DE DEFECTOS, IP= Penetración Inadecuada,IF=Fusión Incompleta, EU= Socavado Externo, P= Poro, F= Fisura, O=Otros

3.0 COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA	FECHA:	FECHA:

9. Registro de reparación de soldadura

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-041	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV. 0	REGISTRO DE REPARACIÓN DE SOLDADURA	Cod obra SGA:
Especia.: MECÁNICA		Fecha:

1.0. DATOS GENERALES		FECHA:		Nº REGISTRO:
PROYECTOS:		ÁREA:		
OBRA		SISTEMA:		
Nº OBRA		SUB SISTEMA:		
ESTRUCTURA:		PLANO:		

2.0 INSPECCIÓN

REPARACIÓN

Equipo y/o elemento a controlar: _____ Fecha: _____

TIPO DE INSPECCIÓN Y/O ENSAYO REALIZADO

Inspección Visual (VT)	☐	Radiográfia (RT)	☐	Partículas Magnéticas (PM)	☐
Tintes Penetrantes (PT)	☐	Ultrasonido (UT)	☐		

CONTROL DE REPARACIONES

ITEM	IDENTIFICACIÓN DEL DEFECTO	TIPO DE DEFECTO LOCALIZADO, TAMAÑO	REPARACIÓN N°	REPARADO POR	FECHA DE REPARACIÓN	CONFORME	
						SI	NO
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐

RESUMEN DE RESULTADOS DE REPARACIÓN

Tipo de reparación efectuada: Parcial ☐ Total ☐

Total de reparaciones: Aceptadas _____ Rechazadas _____

3.0. **COMENTARIOS/ OBSERVACIONES:**

_____

_____

_____

4.0 APROBACIÓN

Supervisor SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	LOGO CLIENTE
	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	
	REGISTRO WELDING BOOK PARA JUNTAS EN TANQUES	Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-042

Cliente:

Proyecto:

ÁREA:

PLANO REFERENCIA:

DATOS GENERALES

CÓDIGO/ NORMA:		WPS N°:		PROCESO DE SOLDADURA:		TIPO DE ELECTRODO:		INSPECTOR	

CONTROL DE JUNTAS DE SOLDADURA

ITEM	DATOS DEL PLANO		DATOS DE SOLDADURA			CÓDIGO DE COMPONENTE	ESTAMPA DEL SOLDADOR	COMPONENTE I				COMPONENTE II				ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS												
																INSPECCIÓN VISUAL (VT)			REPARACIÓN DE SOLDADURA			LIQUIDOS PENETRANTES			OTRO ENSAYO, ESPECIFICAR:_____			
	(ISOMÉTRICO)	REVISIÓN	N° JUNTA	TIPO DE JUNTA				DESCRIPCIÓN	MATERIAL	# (Pulg.)	ESPESOR (Pulg.)	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	# (Pulg.)	ESPESOR (Pulg.)	FECHA	N° REG.	ESTATUS	FECHA	N° REG.	ESTATUS	FECHA	N° REG.	ESTATUS	FECHA	N° REP.	ESTATUS	OBSERVACIÓN
				TOPE	FILETE																							
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												
24																												
25																												
26																												
27																												
28																												
29																												
30																												

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

10. Registro welding book para juntas en tanques

11. Registro de inspección por líquidos penetrantes

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-043	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES	Cod obra SGA:
Especialidad: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

Tipo de Limpieza	Tipo de Líquido Penetrante	Tipo de Revelador	Criterio de Aceptación
Tiempo de Secado	**Intervalo de Tiempo**	**Tiempo de Revelador**	**Post Limpiado**

ESQUEMA Y/O PLANO:

ITEM	CÓDIGO ELEMENTO	ESTAMPA DEL SOLDADOR	FECHA	JUNTA	ACEPTAR	RECHAZAR	TIPO DE DEFECTO	REPARACIÓN		INSPECCIÓN
								ACEPTAR	RECHAZAR	

ABREVIATURA DE DEFECTOS Y DISCONTINUIDADES				INSPECCIÓN	
Quemón:	BT	Concavidad:	IC	Aceptación:	ACEPT.
Fisura de Crater:	CC	Falta de Fusión:	IF	Rechazado.	RECHA.
Fisura Longitudinal:	CL	Falta de Penetración:	IP	Reparar:	REPAR.
Poros Agrupados:	CP	Porosidad:	P		
Exeso de Penetración:	EP	Socavación Interna:	IU		
Socavación Externa:	EU	Escoria Aislada:	ISI		
Desalineamiento:	D	Hi-Lo:	HL		
Sobreespesor en refuerzo:	SR	Crater:	C		
Solapamiento:	SP	Cateto deficiente:	CD		

3.0) COMENTARIOS/ OBSERVACIONES:

4.0 APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

12. Registro de prueba neumática en planchas de refuerzo

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN		SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-044		FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650		Cod Cliente:	
REV:	0	REGISTRO DE PRUEBA NEUMÁTICA EN PLANCHAS DE REFUERZO		Cod obra SGA:	
ESPECIALIDAD:	MECÁNICA			Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTROS N°

PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

REQUERIMIENTO DE PRUEBA		RESULTADOS	
NORMA DE REFERENCIA		PRESIÓN DE PRUEBA APLICADA	
PRESIÓN RECOMENDADO		TIEMPO DE PRUEBA	
MANÓMETRO UTILIZADO		HORA DE INICIO	
Nº CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN		HORA DE FIN	
CORDONES DE SOLDADURA LIMPIOS Y SIN OBSTRUCCIONES		TEMPERATURA DE LA PLACA REFUERZO	
TAMAÑO DE AGUJERO EN PLANCHA DE REFUERZO		RESULTADO DE PRUEBA (CONFORME / NO CONFORME)	

FOTO Y/O ESQUEMA DE LA PRUEBA:

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

13. Registro de prueba de vacío en tanques de almacenamiento

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-045	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE PRUEBA DE VACÍO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Cod obra SGA:
disciplina: mecánica		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTROS N°

PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

SUSTANCIA APLICADA A LA SOLDADURA A EVALUARSE :

PRESIÓN DE VACÍO:	TIEMPO:

EQUIPOS EMPLEADOS

DESCRIPCIÓN:	TIPO:	RANGO:
DESCRIPCIÓN:	TIPO:	RANGO:
DESCRIPCIÓN:	TIPO:	RANGO:

INSTRUMENTOS EMPLEADOS

DESCRIPCIÓN:	MARCA:	TIPO:	RANGO:

ITEM	N° UNIÓN	FECHA	UBICACIÓN	LONGITUD	OPERADOR	SE ACEPTA	SE RECHAZA	OBSERVACIONES

3.0 OBSERVACIONES/COMENTARIOS :

4.0 APROBACIÓN

Supervisor SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR SAC	Cliente
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

14. Registro de inspección por partículas magnéticas

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-046	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	Cod obra:
Especialidad: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

EQUIPO		TIPO DE PARTÍCULAS	SECAS		PARTÍCULAS M. (MARCA)		MAGNAGLO /MAGNAFLUX		
SERIE			HÚMEDAS		TÉCNICA	YUGO		INTENS. / CAMPO	kA/m
MÉTODO DE EXAMEN	RESIDUAL		FLUORESCENTES			DIRECTO			
	CONTINUO		COLOR			BOBINA		NRO. DE VUELTAS	
TIPO DE CORRIENTE	AC		ILUMINACIÓN	NATURAL 1200 LUX		C. CENTRAL			
	DC			ARTIFICIAL 1350 LUX		ELECTROD.			
INTENSIDAD (A)				LUZ NEGRA 1000 µW/cm2	TIPO DE JUNTA		TIPO DE MATERIAL BASE		
SEPARACIÓN (ELECTRO O POLOS)		PROCESO DE SOLDADURA							

ESQUEMA Y/O PLANO Y/O FOTO:

ITEM	CÓDIGO ELEMENTO	ESTAMPA DEL SOLDADOR	LONGITUD	JUNTA	ACEPTAR	RECHAZAR	TIPO DE DEFECTO	REPARACIÓN		RESULTADO FINAL DE INSPECCIÓN
								ACEPTAR	RECHAZAR	

ABREVIATURA DE DEFECTOS Y DISCONTINUIDADES				INSPECCIÓN		
Cracks (fisuras)	C	Rounded indication (indicación redondeada)	IR	Aceptación:	ACEPT.	TOTAL INSPECCIONADO
lineal indication (indicación lineal)	IL			Rechazado.	RECHA.	

3.0) COMENTARIOS/ OBSERVACIONES:

4.0 APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

15. Registro de inspección radiográfica en tanques de almacenamiento.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-047	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIONES RADIOGRÁFICAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Cod obra:
Especialidad: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

DATOS DEL COMPONENETE INSPECCIONADO			
ELEMENTO:	DIÁMETRO NOMINAL:	PROCESO SOLDADURA:	TIPO DE JUNTA:
CÓDIGO:	DITANCIA MAX. OBJ-FILM:	ESPESOR DE REFUERZO:	ESTADO SUPERFICIAL:
ESPESOR:	MATERIAL BASE:	BACKING: ESPESOR:	TRATAMIENTO TÉRMICO:

DATOS DEL ENSAYO RADIOGRÁFICO			
FUENTE:	TIPO DE PELÍCULA:	PANTALLAS:	TÉCNICA DE ENSAYO
DIMENSIÓN FOCAL:	FABRICANTE DE PELÍCULA:	POSICIÓN DE LA FUENTE:	
ACTIVIDAD:	LONGITUD DE PELÍCULA:	TÉCNICA:	
TIEMPO DE ESPOSICIÓN:	PANTALLAS:	REVELADO:	
PENUMBRA GEMOMÉTRICA:	PENETRÁMETRO	TEMPERATURA: TIEM. REVELADO:	
DIST. FOCO A LADO OBJETO:	LADO COLOCACIÓN:	RANGO DE DENSIDAD:	
CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO SEGUIDO:		CRITERIO DE ACEPTACIÓN: ASME B31.3 - 2014	

ESQUEMA Y/O PLANO Y/O FOTO:

ITEM	CÓDIGO SPOOLS	JUNTA	PLACA	ESTAMPA	ESPESOR (mm)	HILO ESENCIAL (IQI)	RANGO DE DENSIDAD (H&D)	DICONTINUIDAD-UBICACIÓN (mm)	FECHA	RESULTADO INSPECCIÓN

ABREVIATURA DE DEFECTOS Y DISCONTINUIDADES				INSPECCIÓN		
indicación redondeada	RI	indicaciones agrupadas	CI			
indicaciones redondeadas alineadas	ARI	fusión incompleta	IF			
escoria interna, inclusion de tungsteno, indicación	EI	fisura	C			
escoria interna, inclusion de tungsteno, indicación	EIC	penetración inadecuada	IP			
concavidad en la raiz	CRS	socavación	U	Aceptación:	ACEPT.	TOTAL INSPECCIONADO
quemón	BT			Rechazado.	RECHA.	

3.0) COMENTARIOS/ OBSERVACIONES:

4.0 APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

16. Registro de control de verticalidad, redondez y fundación en tanques.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-048	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE CONTROL DE VERTICALIDAD, REDONDEZ Y FUNDACIÓN EN TANQUES	Cod obra SGA:
Disciplina: mecánica		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTROS N°

PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0. INSPECCIÓN

DATOS DEL TANQUE		
CAPACIDAD:	DIÁMETRO:	ALTURA:

DATOS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN			
EQUIPO:	MARCA:	MODELO:	SERIE:

TOLERANCIAS ESTABLECIDAS

VERTICALIDAD:	SEGÚN NORMA API 650, LA TOLERANCIA ESTABLECIDA ES H/200
REDONDEZ:	SEGÚN NORMA API 650, A DIAMETROS ≤ 40 PIES LA TOLERANCIA ES DE ± 13mm(1/2")
FUNDACIÓN:	SEGÚN NORMA API 650

RESULTADOS DE VERTICALIDAD

NUMEROS DE LADOS

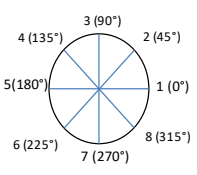
NIVEL	LADO 1	DIFERENCIA	RESULTADO	LADO 5	DIFERENCIA	RESULTADO
SUP						
MED						
INF						
NIVEL	LADO 2	DIFERENCIA	**RESULTADO**	LADO 6	DIFERENCIA	**RESULTADO**
SUP						
MED						
INF						
NIVEL	LADO 3	DIFERENCIA	**RESULTADO**	LADO 7	DIFERENCIA	**RESULTADO**
SUP						
MED						
INF						
NIVEL	LADO 4	DIFERENCIA	**RESULTADO**	LADO 8	DIFERENCIA	**RESULTADO**
SUP						
MED						
INF						

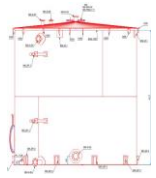
RESULTADO DE FUNDACIÓN

LADO	1	2	3	4	5	6	7	8	RESULTADO
MEDICION									

RESULTADO DE REDONDEZ

MEDICION	DIAMETRO (mm)	DIFERENCIA	RESULTADO





3.0. Observaciones y Recomendaciones:

4.0 APROBACIÓN

Supervisor SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

17. Registro de control dimensional en boquillas, manholes, y desviaciones

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-049	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL EN BOQUILLAS, MANHOLES, Y DESVIACIONES	Cod obra SGA:
disciplina: mecánica		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

ESQUEMA/PLANO:

ELEMENTO	MEDICIÓN	ITEM	MEDIDAS			ELEMENTO	MEDICIÓN	ITEM	MEDIDAS		
			TEORICO	REAL	ERROR				TEORICO	REAL	ERROR
BOQUILLAS	A) proyección especificada desde el exterior de la carcasa del tanque hasta la cara extrema de la brida: ± 5 mm (3/16 pulg.)	A				MANHOLES	A) Proyección especificada desde el exterior de la carcasa hasta la cara extrema de la brida, ± 13 mm (1/2 pulg.)	A			
		B						B			
		C						C			
		D						D			
	B) Inclinación de la brida en cualquier plano, medido en la cara de la brida	A					B) Elevación y ubicación angular, ± 13 mm (1/2 pulg.)	A			
		B						B			
		C						C			
		D						D			
	C) Inclinación de la brida en cualquier plano, medido en la cara de la brida: ± 1/2 grado para boquillas mayores que NPS de 12 pulgadas de diámetro nominal, ± 3 mm (1/8 pulg.) En el diámetro exterior de la brida para boquillas NPS 12 y menores	A					C) Inclinación de la brida en cualquier plano, medida a través del diámetro de la brida, ± 13 mm (1/2 pulg.)	A			
		B						B			
		C						C			
		D						D			
		E				DESVIACIONES LOCALES	A) Las desviaciones (pico) en las juntas de soldadura verticales no deben exceder los 13 mm (1/2 pulg.). 	A			
		F						B			
		G						C			
		H						D			
		I						E			
		J						F			
		K						G			
	D) Elevación de la boquilla de la carcasa o ubicación radial de una boquilla de techo: ± 6 mm (1/4 pulg.)	A					B) Las desviaciones (bandas) en las uniones de soldadura horizontales no deben exceder los 13 mm (1/2 pulg.). 	A			
		B						B			
		C						C			
		D						D			
	E) Orientación del orificio del perno de la brida: ± 3 mm (1/8 pulg.).	A						E			
		B						F			
		C						G			
		D						H			

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

18. Registro de ajuste de pernos y torqueo.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-050	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV. 0	REGISTRO GENERAL DE AJUSTE Y TORQUE	Cod obra SGA:
ESP. MECÁNICA		FECHA:

1.0. DATOS GENERALES	FECHA:	N° REGISTRO:

PROYECTO:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0. INSPECCIÓN

ANTECEDENTES TÉCNICOS:

EQUIPO CALIBRADO		MODELO	
FECHA DE CALIBRACIÓN		N° SERIE	
MARCA		CERTIFICADO N°	

MÉTODO DE APRIETE

LLAVE CALIBRADA		TENSIÓN CONTROLADA	
GIRO DE LA TUERCA		OTROS:	

ITEM	ELEMENTOS INMERSOS	NUDO	CANT. DE PERNOS	PERNOS		Torque establecido	Torque medido en campo	OBSERVACIONES	ACEPTACIÓN	
				Ø x long. Del perno	GRADO	(ft-lb.)	(ft-lb.)		SI	NO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

ESQUEMA:

3.0 NOTAS/COMENTARIOS / OBSERVACIONES :

4.0. APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

19. Registro de prueba hidrostática en tanques de almacenamiento

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-051	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE PRUEBA HIDROSTATICA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Cod obra SGA:
disciplina: mecánica		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTROS N°

PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

DESCRIPCIÓN DEL TANQUE:	TAG:	PLANO P&D:

HERMETICIDAD

ACTIVIDAD	VERIFICACIÓN	OBSERVACIONES
Altura máxima de diseño del tanque.		
Altura de llenado.		
Liquido de prueba.		
Inicio de prueba.		
Fin de prueba.		
Inspección visual de todas las costuras soldadas.		
Se detecto fuga el algun cordon de soldadura?		

CONTROL ASENTAMIENTO

ACTIVIDAD	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
Control de asentamiento sin carga (1)				
Control de asentamiento al 25% (2)				
Control de asentamiento al 50% (3)				
Control de asentamiento al 75% (4)				
Control de asentamiento al 100% (5)				
Diferencia máxima alcanzada (5) - (1)				
Después de que el tanque se haya vaciado de agua de prueba.				

Nota: Adjuntar un sketch de ubicación de los puntos tomados como referencia para el asentamiento.

FOTO/ESQUEMA:

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

20. Registro de preparación superficial

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-052	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:	
REV: 0	REGISTRO DE PREPARACIÓN SUPERFICIAL	Cod obra SGA:	
Espec.: mecánica		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

NORMA TECNICA DE PREPARACION SUPERFICAL: _____
MATERIAL UTILIZADO: _____
INSTRUMENTO UTILIZADO: _____

CONDICIONES AMBIENTALES			
Temp. Bulbo seco (ambiental) °C		Cinta testigo del Perfil de Rugosidad	
Temp. Bulbo húmedo (ambiental) °C			
Humedad Relativa %			
Temperatura punto de rocio °C			
Temperatura de superficie°C		Perfil de Rugosidad (mils):	

DESCRIPCIÓN: Marcas de identificación de estructuras.			

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-053	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Código Cliente:	
Revisión: 0	REGISTRO DE PREPARADORES, ARENADORES Y PINTORES HOMOLOGADOS	Código OBRA SGA:	
Especialidad: General		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:		REGISTROS Nº		PÁG. _____ DE _____
CLIENTE:			AREA:		
OBRA			SISTEMA:		
Nº OBRA:			SUB SISTEMA:		
ESTRUCTURA			PLANO:		

2.0 INSPECCIÓN

Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA HOMOLOGACIÓN	EMPRESA CERTIFICADORA	SISTEMA HOMOLOGADO (PREPARADOR, ARENADOR, PINTOR, ETC) ESPECIFICAR PRODUCTO	Nº CERTIFICADO	CONDICIÓN	COMENTARIOS

3.0 OBSERVACION/ COMENTARIOS :

_____

4.0 APROBACION

Supervisor de SERGEAR	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	Cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

21. Registro de preparadores, arenadores y pintores homologados

22. Registro de inspección de aplicación de pintura

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-054	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:	
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN DE APLICACIÓN DE PINTURA	Cod obra SGA:	
Espec.: MEC.		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°

PROYECTO:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

APLICACIÓN DE PINTURA

BROCHA ☐ RODILLO ☐ SPRAY ☐ PISTOLA ☐

EQUIPO DE APLICACION _____

CONDICIONES AMBIENTALES

TBH (°C) ☐ TBS (°C) ☐ Temperatura de Rocío (°C) ☐

HR (%) ☐ Temperatura de Superficie (°C) ☐ Hora ☐

DATOS DE PINTURA

MARCA DEL PRODUCTO _____ NUMERO DE LOTE A _____ FECHA DE PRODUCTO _____

COLOR _____ NUMERO DE LOTE B _____ FECHA DE PRODUCTO _____

PREPARACION DE PINTURA

COMPONENTE A _____ CANTIDAD UTILIZADA _____

COMPONENTE B _____ CANTIDAD UTILIZADA _____

SOLVENTE _____ CANTIDAD UTILIZADA _____

3.0 NOTAS / COMENTARIOS / OBSERVACIONES

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

4.0 APROBACION

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

23. Registro de inspección final de recubrimiento

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-056	FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN FINAL DE RECUBRIMIENTO	Cod obra SGA:
ESPEC.: MEC.		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

APARIENCIA FINAL DE LA SUPERFICIE

UNIFORME	SI	NO	CHORREADA	SI	NO	RASGUÑO	SI	NO
AMPOLLAS	SI	NO	BURBUJAS	SI	NO	OTROS	_____	

EQUIPO DE MEIDICION DE ESPESORES DE PELÍCULA SECA

TIPO DE MEDIDOR	ANALOGICO		DIGITAL		MODELO	_____

REGISTRO DE ESPESORES DE PELÍCULA SECA

Sistema especificado		
1ra capa		
2da capa		
3ra capa		
4ta capa		
	Total	

ITEM	ELEMENTO	CAPA	ESPESORES DE PELICULA SECA (mils)							
			MEDIDAS TOMADAS					MIN	MAX	PROM
			1	2	3	4	5			
			1	2	3	4	5			
			1	2	3	4	5			
			1	2	3	4	5			
			1	2	3	4	5			
			1	2	3	4	5			

CONDICION FINAL DE APLICACIÓN

ACEPTADO ☐ RECHAZADO ☐

3.0 NOTAS / COMENTARIOS / OBSERVACIONES

_____

_____

_____

_____

4.0 APROBACION

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

24. Registro de prueba de adherencia en recubrimientos

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN		SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-056		**FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO - API 650**		**Cod Cliente:**	
REV:	0	**REGISTRO DE PRUEBA DE ADHERENCIA EN RECUBRIMIENTOS**		**Cod obra SGA:**	
Especialidad:	Mecánica			**Fecha:**	

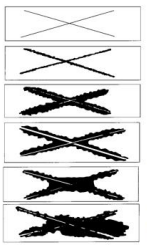
1.0 DATOS GENERALES		**FECHA:**	**REGISTROS N°**
PROYECTOS:		**ÁREA:**	
OBRA:		**SISTEMA**	
N° OBRA:		**SUB SISTEMA**	
ESTRUCTURA:		**PLANO:**	

2.0 INSPECCION

DATOS PREVIOS			**RESULTADOS**		
GRADO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIE REALIZADO			MÉTODO DE PRUEBA (A, B)		
SISTEMA DE PINTURA APLICADO	1ra CAPA		TIEMPO DE CURADO DEL RECUBRIMIENTO (días)		
	2da CAPA		CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA DE SUPERFICIE (ºC)	
	3ra CAPA			TEMPERATURA BULBO SECO (ºC)	
	4ta CAPA			TEMPERATURA PUNTO DE ROCÍO (ºC)	
ESPESOR TOTAL NOMINAL (mils)				HUMEDAD RELATIVA (%)	
ESPESOR TOTAL REAL (mils)			GRADO DE ADHERENCIA ALCANZADO (SEGÚN CUADRO ASTM D3359)		
DESCRIPCIÓN ELEMENTO INSPECCIONADO			RESULTADO (aceptado/rechazado)		

ASTM D3359

Descripción del método según el ASTM D3359-A



	CORTE EN X
5A	No se pela ni se remueve.
4A	Poco pelado y o remoción en incisión o intersección
3A	Levantamiento entre las incisiones hasta 1.6 mm. En ambos lados.
2A	Levantamiento entre las incisiones hasta 3.2mm. En ambos lados.
1A	Remoción de la mayor parte bajo el corte en X.
0A	

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	**QA/QC SERGEAR SAC**	**RESIDENTE SERGEAR SAC**	**CLIENTE**
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

ANEXO 4

Procedimientos elaborados para la inspección en la fabricación de sistemas de tuberías de acero y HDPE

1. Procedimiento de Recepción de materiales e instrumentos de medición y codificación
2. Procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado en sistemas de tuberías
3. Procedimiento de inspección visual de soldadura
4. Procedimiento de inspección por líquidos penetrantes
5. Procedimiento de inspecciones radiográficas en tuberías de acero
6. Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas
7. Procedimiento para pruebas hidrostáticas y Flushing
8. Procedimiento para preparación superficial
9. Procedimiento para prueba de adherencia en recubrimientos
10. Procedimiento para aplicación de recubrimientos
11. Procedimiento de montaje de sistemas de tuberías
12. Procedimiento para habilitación e instalación de tuberías HDPE

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO DE RECEPCION DE MATERIALES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y CODIFICACIÓN"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	01/01/2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. ***OBJETIVO*** 2
2. ***ALCANCE*** 2
3. ***REFERENCIAS*** 2
4. ***NORMAS Y ESTÁNDARES*** 2
5. ***DEFINICIONES*** 2
6. ***RESPONSABILIDADES*** 2
7. ***DESARROLLO*** 3
   - 7.1. Identificación 3
   - 7.2. Codificación 3
   - 7.3. Recepción 3
   - 7.4. Trazabilidad 4
   - 7.5. Control de Instrumentos de medición 4
   - 7.6. Modo de Aceptación 4
8. ***REGISTROS*** 4

1. Procedimiento de Recepción de materiales e instrumentos de medición y codificación

1. OBJETIVO

Describir el método utilizado por SERGEAR S.A.C., para controlar e identificar los materiales desde la recepción, durante todas las etapas de fabricación, hasta el término de los trabajos requeridos. Además del control de los instrumentos a utilizar durante las inspecciones.

2. ALCANCE

Se aplica durante la ejecución de cada uno de los trabajos que desarrolla la empresa SERGEAR S.A.C. que principalmente consiste en la fabricación de sistemas de tuberías.

3. REFERENCIAS

- Certificados de calidad
- Guías de remisión
- Facturas
- Orden de compras
- Dossier de calidad

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

Según especificaciones técnicas de cada alcance proporcionado por el cliente.

5. DEFINICIONES

Identificación: Es el método para distinguir de forma inequívoca un equipo, material, plano o documento de entre un conjunto de ellos o similares.
Trazabilidad: Aptitud de reconstruir la historia, la utilización o la localización de una entidad por medio de identificaciones registradas.
Codificación: Es un sistema alfanumérico que permite la identificación de los equipos, sus componentes y sus elementos, mediante la asignación de una determinada cantidad de dígitos, con significación o no referida a actividades que son ejecutadas por SERGEAR S.A.C.
Registro: Documento que provee evidencias objetivas de las actividades efectuadas o de los resultados obtenidos.
Archivo: Lugar en donde se guardan los diferentes documentos del proyecto.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.

- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO

7.1. Identificación

La identificación de los materiales y componentes que intervienen en la ejecución de cada uno de los trabajos y/o proyectos, se define de la siguiente forma:

- Todos los materiales, componentes e insumos que van a formar parte del proyecto, serán registrados por SERGEAR S.A.C., durante la recepción de materiales, luego será físicamente localizado y/o marcado en el almacén, donde será debidamente identificado el estado de inspección de conforme o no conforme según los requisitos de calidad especificados por el Cliente.
- Los materiales que son parte del proyecto no serán usados para otros fines que no sea para el desarrollo del mismo.

7.2. Codificación

- Para llevar un control sobre los productos realizados en taller, SERGEAR S.A.C. implementará un sistema de codificación para identificar las partes, la cual será mantenida durante la fabricación, para que en el armado no existan problemas de identificación de partes y/o componentes.
- La codificación deberá estar en función de la numeración de parte contenida en los planos, tipo de material, funcionalidad, y otros datos que sean convenientes para su identificación. Todo el personal que se encuentra trabajando en el proyecto deberá conocer el sistema de codificación.
- El uso del sistema de codificación ayudará a identificar rápidamente y tener el cuidado previsto sobre los elementos trabajados en taller, asimismo evitará que exista confusiones y reprocesos, y sobre todo confusiones en los tipos de materiales.
- Todos los elementos fabricados deberán estar codificados y mantenidos visiblemente, lo cual será verificado por el Supervisor de Control de Calidad.

7.3. Recepción

- Los materiales de construcción utilizados deberán cumplir con lo requerido en los planos y especificaciones, si fueran materiales equivalentes, deberá entregarse las equivalencias con aquellos especificados por el comprador debidamente respaldados con certificados, incluyendo el análisis de la composición química, propiedades mecánicas y físicas de los materiales propuestos.
- Se consideran aceptables los certificados por lote de laminación, pero en este caso deberán estar claramente indicados en el certificado, las marcas de los materiales cubiertos por la certificación. No se consideran aceptables las cartas de certificación emitidas por los distribuidores del acero o sus agentes.
- En ningún caso el jefe de planta deberá partir con la fabricación antes de obtener la autorización escrita del responsable del proyecto, así como el visto bueno de supervisor de control de calidad, este último puede efectuar pruebas adicionales sobre estos materiales y es responsabilidad del jefe de planta suministrar los recursos necesarios requeridos para tales pruebas. En el caso que el resultado de estos ensayos indique que el material no cumple

con lo requerido, se registrará la no conformidad y se procederá a su tratamiento respectivo.

- Todos los materiales deberán ser nuevos y libres de defectos como, trizaduras, grietas, corrosión excesiva, y/o uso, laminaciones, mala apariencia o cualquier otro defecto que conforme a las especificaciones de resistencia del material y al criterio juicioso del jefe de control de calidad, ya que pudiera resultar perjudicial para la calidad final de las estructuras.
- En caso de materiales con requerimientos de certificación, el jefe de logística gestionará la certificación correspondiente,
- Todos los materiales que llegan del proveedor a Planta, son revisados para verificar que se ajustan a las especificaciones del cliente contenidas en el requerimiento de materiales, este control se registra en los formatos de recepción de materiales diseñados para cada tipo de material.

7.4. Trazabilidad

- El Dossier Final de cada trabajo o proyecto contendrá toda la información, adecuadamente identificada, que nos permitirá determinar y/o evaluar las operaciones realizadas y registros generados durante la ejecución del proyecto.
- La documentación final tendrá una composición y contenido variable que depende del tipo de servicio. No obstante, en forma general contendrá:
  - ✓ Orden de Compra.
  - ✓ Guía de Remisión.
  - ✓ Certificado de calidad del producto.
  - ✓ Certificado de garantía del producto.

La trazabilidad podrá ser demostrada mediante la documentación que respalda el ingreso del material al proyecto.

7.5. Control de Instrumentos de medición

Se verificará que cada instrumento de medición a utilizar durante las inspecciones se encuentre en buenas condiciones y cuente con su certificado de calibración vigente máximo por un año, este tiene que estar avalado por una empresa calibradora certificada y de reconocido prestigio.

7.6. Modo de Aceptación

- Los materiales no deberán presentar daños por golpes, deformaciones, corrosión, ni ningún otro que este fuera de las especificaciones.
- El almacenamiento de las materias primas no perjudique la calidad del producto final.
- La cantidad deberá estar de acuerdo a la orden de compra.
- Todo material deberá contar con su respectivo certificado de calidad.
- Registro fotográfico (donde aplique).

8. REGISTROS

- SGC-C-REG-MEC-001: Registro Recepción de Materiales y/o Equipos
- SGC-C-REG-MEC-002: Registro de Recepción de Tuberías.
- SGC-C-REG-MEC-003: Registro de Recepción de accesorios para tuberías.
- SGC-C-REG-MEC-004: Registro de control de instrumentos de medición.
- SGC-C-REG-MEC-005: Registro fotográfico.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO DE CONTROL DIMENSIONAL EN EL HABILITADO Y ARMADO EN SISTEMAS DE TUBERÍAS"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

ÍNDICE

1. ***OBJETIVO:*** 2
2. ***ALCANCE:*** 2
3. ***REFERENCIAS:*** 2
4. ***NORMAS Y ESTÁNDARES:*** 2
5. ***DEFINICIONES*** 2
6. ***RESPONSABILIDADES:*** 3
7. ***DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:*** 3
8. ***REGISTROS*** 5

1. OBJETIVO:

Determinar una secuencia de actividades aplicables a la ejecución del control dimensional en el habilitado y armado para asegurar los procesos en la fabricación de sistemas de tuberías

2. ALCANCE:

El alcance de este procedimiento Se aplica a todos los trabajos realizados en la fabricación de sistemas de tuberías con las rutinas de control de calidad que comprende el control dimensional según plano aprobado hasta el pre-ensamble de las piezas a construir. Con el fin de determinar la conformidad de los mismos.

3. REFERENCIAS:

- Planos y Especificaciones técnicas (alcances) del Proyecto entregados por el cliente.
- Planos de fabricación elaborados por Sergear SAC, previamente aprobado por el cliente.
- Especificaciones Fabricación de soportes para tuberías.
- Alcances de construcción.
- Especificación para Instalación de tuberías de acero.
- Especificación Fabricación en taller de tubería de acero.
- Especificación General welding and requerements for fabrication piping.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES:

- PFI Standard ES-3 pipe fabrication institute Engineering committee (Fabrication institute).
- ANSI/AISC 303-16 Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges.
- ASTM American Society for Testing and Materials
- AISI American Iron and Steel Institute
- RNE Reglamento Nacional de Edificaciones (Código peruano)
- AISC American Institute of Steel Construction
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- NSI/AISC 360 Specification for Structural Steel Buildings
- NTP Normas técnicas peruanas.

5. DEFINICIONES

- **Control en el habilitado y Armado:** Control que se utiliza para ubicar diferencias entre las medidas real y nominal en la fabricación de elementos, estructuras, ensambles, etc. Los métodos aplicables a la ejecución de este control son concordantes con las especificaciones técnicas del proyecto.
- **Acero:** Todos los materiales deberán ser completamente nuevos y de stocks vigentes. Salvo que se indique algo diferente en los planos de diseño, los materiales deberán cumplir con las especificaciones de las normas de ASTM. Se podrá solicitar la aprobación de materiales sustitutos, con propiedades equivalentes.

- **Dossier de calidad:** Son los documentos que compilan toda la información asociada con el desarrollo de la construcción del proyecto, conformados por el registro de control de calidad, certificados de calidad, calibraciones de equipos, etc., amparada en el alcance contractual, y que ofrece la base para la validación de la obra ejecutada.
- **Protocolos:** Son los documentos que soportan técnicamente un proceso o actividades específicas del proyecto, pueden incluir resultados de cálculos estructurales, pruebas a los materiales, certificados de calibración de equipos, personal calificado, fichas técnicas, etc. Este tipo de documentos deben estar autorizados por todos los especialistas involucrados días antes de cualquier evento.
- **Formatos:** Significan las formas que se utilizan para registras todas las actividades establecidas en los procedimientos, instructivos de trabajo y/o protocolos.
- **Registros:** Son los documentos que proporciona toda la evidencia objetiva de actividades o resultados. Este tipo de documentos deben estar correctamente autorizados por los responsables involucrados.

6. RESPONSABILIDADES:

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:

7.1 GENERAL

Las tolerancias aplicables al proyecto, deberán ser aquellas indicadas en los planos de fabricación y especificaciones particulares emitidas por el cliente.

Cuando no existe indicación de tolerancia ni referencia a códigos y normas aplicables para este propósito, las tolerancias a aplicar deberán ser acordadas con el CLIENTE quien resolverá la norma de referencia a utilizar o especificaciones particulares, ello ha de determinarse previo a iniciar cualquier fabricación que se considere crítica.

El Ingeniero de control de calidad coordinará con el supervisor de taller, entregando los planos respectivos. Así mismo, dispondrá del equipo necesario para la ejecución de la inspección de Control Dimensional.

7.2 EQUIPOS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- Flexómetro calibrado.
- Escuadras.
- Nivel de mano.
- Vernier calibrado.
- Equipo topográfico (en caso sea necesario)

7.3 ACTIVIDADES PREVIAS

- Revisión de los planos aplicables.
- Verificar la identificación del elemento.
- Verificar las dimensiones de las piezas antes del proceso de armado.
- Verificar las dimensiones en el proceso de habilitado y armado.
- Elaborar los formatos de registros de calidad, los cuales serán llenados durante el control a realizar.

7.4 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los criterios de aceptación están en concordancia a los planos aprobados para construcción por el cliente SPCC y a las especificaciones técnicas del proyecto, el no cumplimiento de estas especificaciones conlleva al rechazo de piezas y elementos que intervienen en el proyecto.

Estos están referidos a las tolerancias dimensionales para tuberías en las normas PFI-ES-3 (pipe fabrication institute Engineering committee) e ISO 13920. (Welding -- General tolerances for welded constructions --Dimensions for lengths and angles -- Shape and position).

7.5 TOLERANCIAS DE FABRICACIÓN

- Los miembros en comprensión no tendrán una desviación en su alineamiento mayor a 1/1000 de su longitud axial entre puntos de arriostre lateral.

- Los miembros estructurales terminados deberán estar libres de torceduras, dobleces y uniones abiertas.
- Las abolladuras o dobleces serán causa suficiente para el rechazo del material.
- Los elementos que tienen ambos extremos preparados para uniones por contacto no tendrán una variación en su longitud mayor que 1/32 de pulgada.
- Los elementos con extremos no preparados para uniones en contacto podrán tener una variación en su longitud no mayor que 1/16 de pulgada para longitudes de 30 pies o menores, y no mayor de 1/8 de pulgada para longitudes mayores de 30 pies.
- En caso de discrepancia entre los diferentes códigos y lo especificado en este documento, se deberá tomar la más restrictiva, salvo indicación contraria por el equipo QA Auditor y/o la Supervisión.
- Si una tolerancia no se indica en los códigos y es necesaria para fabricar y montar las tuberías de forma adecuada, esta debe ser solicitada a la Supervisión y/o al Ingeniero responsable del diseño.

8. REGISTROS:

- **SGC-C-REG-MEC-006** REGISTRO CONTROL DIMENSIONAL EN EL HABILITADO.

- **SGC-C-REG-MEC-007** REGISTRO CONTROL DIMENSIONAL EN EL ARMADO.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES: 2
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA 2
5. NORMAS Y ESTÁNDARES 3
6. RESPONSABILIDADES 3
7. RECURSOS: 3
   7.1. PERSONAL 3
   7.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL 3
   7.3. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS 3
8. DESARROLLO 4
   8.1. Antes de la aplicación de soldadura. 4
   8.2. Durante la aplicación de soldadura 4
   8.3. Inspección Visual después de la aplicación de soldadura. 4
   8.4. Inspección Visual Directa. 5
   8.5. Calidad de la superficie de la soldadura examinada 5
9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: 6
10. CRITERIO DE ACEPTACIÓN CÓDIGO AWS D1.1 6
11. CRITERIO DE ACEPTACIÓN CODIGO ASME B31.3 8
12. RESTRICCIONES 9
13. REGISTROS 9

1. OBJETIVO

El objetivo de este procedimiento es determinar los lineamientos a seguir para realizar la inspección visual en juntas de soldadura además de los criterios de aceptación según AWS D1.1 y ASME B31.3.

2. ALCANCE

Este procedimiento describe el método y requerimientos para la examinación de inspección visual en soldaduras aplicables en la empresa Sergear SAC.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

- **Trazabilidad:** Aptitud de reconstruir la historia, la utilización o la localización de una entidad por medio de identificaciones registradas.
- **Inspección Visual:** Observación de una porción de componentes, juntas y otros elementos que pueden ser vistos antes, durante y después de su manufactura, fabricación, ensamblaje, instalación, examinación y prueba.
- **Soldadura a tope:** es una soldadura en la que las partes de metal a soldar se unen por sus extremos, canto contra canto. Soldadura de una junta fijando sus extremos sin empalmarlos.
- **WPS:** El procedimiento de soldadura o WPS (Welding Procedure Specification) es un documento que provee las directrices para realizar la soldadura con base en los requerimientos del código, proporciona igualmente la información necesaria para orientar al soldador u operador de soldadura y asegurar el cumplimiento de los requerimientos del código.
- **PQR:** (Procedure Qualification Records) o Registro de Calificación de procedimiento, es el documento donde se prueba de una manera objetiva (por medio de ensayos mecánicos) que la soldadura descrita en el WPS es capaz de proveer las propiedades requeridas para la aplicación pretendida, así como probar que se cumple con las propiedades mecánicas (resistencia, ductilidad, tenacidad, etc.).
- **WPQR:** es la abreviatura de Welder Performance Qualification Record, que traducido al español significa "Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador", en términos simples es el documento escrito que demuestra que un soldador es calificado (conocido comúnmente como Homologado), este documento se obtiene después de que el soldador ha pasado satisfactoriamente una prueba práctica de habilidad para desarrollar un determinado WPS.
- **DEFECTO:** Es una discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación son inadmisibles por alguna norma específica. En particular, al realizar un ensayo no destructivo (END) se cataloga como defecto a toda la discontinuidad o grupo de discontinuidades cuyas indicaciones no se encuentren dentro de los criterios de aceptación por la norma aplicable.
- **DISCONTINUIDAD:** Son irregularidades que se presentan en la soldadura, por falta de continuidad, falta de cohesión (unión), debido a la interrupción física normal de materia.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Especificaciones técnicas de estructuras y tuberías del cliente.
- Especificación Fabricación en taller de tubería de acero.
- Especificación Fabricación de soportes para tuberías.
- Especificación General welding and requerements for fabrication piping.
- Certificados de calidad de materiales.

5. NORMAS Y ESTÁNDARES

- AWS D1.1 Código de soldadura estructural en aceros.
- ASME B31.3 Tuberías de procesos.
- ASME Sección V, Artículo 9 Examinación Visual
- ASME Sección VIII.
- SNT-TC-1A Practica Recomendada.
- AWS A2.4 Símbolos de soldadura y ensayo no destructivos.
- ASTM A36
- ASTM A53-B

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. RECURSOS:

7.1. PERSONAL

Para las inspecciones se requiere un inspector con la siguiente certificación:

- Inspector Nivel II en Inspección Visual de Soldadura.

7.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Casco de seguridad (Con logotipo en la parte frontal), ANSI Z89.1.
- Protección Auditiva ANSI S3.19 – ANSI S12.6.
- Lentes Claros ANSI Z87.1.
- Zapatos de seguridad con punta de acero ANSI Z41.
- Bloqueador Solar. En caso de que el área de trabajo no cuente con techo.
- Ropa de Trabajo.
- Guantes de Cuero.
- Chaleco de Seguridad con cinta Reflectivos.

7.3. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

- Kitt para inspección visual de soldadura
- Galgas de Soldadura. Debidamente calibrado
- Vernier. Debidamente calibrado

- Espejo.
- Lupa.
- Linterna.
- Marcador metálico.
- Cinta métrica / flexómetro. Debidamente calibrado

8. DESARROLLO:

- Las examinaciones visuales de soldadura son agrupadas en tres categorías basadas en el tiempo en que ellas son ejecutadas y son las siguientes (1) antes de la soldadura. (2) durante la soldadura y (3) después del soldeo.

8.1. Antes de la aplicación de soldadura.

Antes del proceso de ejecución real de la soldadura, los siguientes puntos deberán ser inspeccionados:

- El área a soldar estará libre de aceite, óxido, cascarilla o cualquier otro material suelto ajeno, al menos dentro de los 50 mm del área de soldadura para asegurar soldaduras sanas. Todas las superficies de los biseles serán cepilladas antes de comenzar a soldar.
- Identificación adecuada de los soldadores/operadores y los números de identificación de juntas de soldadura. Los códigos de soldadores deberán ser marcados al lado de la soldadura antes de realizar la actividad. Todas las juntas serán marcadas para su identificación con un número de junta (J-1, J-2, etc) y la estampa de homologación del soldador/operador.
- No se realizarán soldaduras cuando las superficies estén mojadas o húmedas o cuando los soldadores/operadores estén expuestos a condiciones extremas. Toda superficie mojada o húmeda deberá ser secada por calentamiento y será llevada a la temperatura de precalentamiento requerida antes de la soldadura.
- Para cada método de inspección antes del proceso de soldadura se debe tomar todas las medidas de seguridad apropiadas.
- Verificar que haya una correcta iluminación en el lugar de trabajo.
- Siempre que se use electrodo de bajo hidrogeno se deberá usar hornos de soldadura para mantener los electrodos en los límites de humedad aceptables.

8.2. Durante la aplicación de soldadura.

- Verificar la calidad de cada pasada de soldadura.
- Verificar la limpieza entre pasadas.
- Se verificará las superficies repeladas.
- Verificar que las variables de soldadura estén de acuerdo al procedimiento de soldadura.

8.3. Inspección Visual después de la aplicación de soldadura.

- Para la inspección visual se utilizarán los instrumentos necesarios (galgas calibradas, linternas, lupas, flexómetros, etc.).
- El ensayo de inspección es obligatorio al finalizar el proceso de soldadura y se realizará bajo los lineamientos

de la norma AWS D1.1 para estructuras y bajo la ASTM B31.3 para tuberías de acero.

- Toda soldadura completada será limpiada previamente a la inspección visual.
- Las soldaduras estarán preferentemente libres de superposiciones.
- Se verificarán golpes de arco o arrastres de electrodo fuera del área de soldaduras permanentes en cualquier metal base para reparar.
- La soldadura y el metal base adyacente será limpiado por cepillado u otro medio apropiado para remover la escoria.
- El tamaño de los catetos en soldaduras de filetes corresponderá con lo indicado en planos y especificaciones técnicas según norma.
- Sé verificará si hay defectos como: PI=Penetración Inadecuada, IF=Fusión Incompleta, EU= Socavado Externo, P= Poro, F= Fisura, para proceder con la respectiva reparación
- La Inspección visual será controlado de acuerdo al protocolo adjuntado a este procedimiento.

8.4. Inspección Visual Directa.

- La examinación visual directa puede ser realizada cuando existe acceso suficiente para ubicar nuestras vistas a 24 pulgadas (600 mm) de la superficie a ser examinada y con una inclinación angular que no sea menor de 30° sobre la superficie a ser examinada.
- Espejos puede ser usados para obtener el ángulo de división adecuado y el uso de lupas o lentes de magnificación puede ser usados durante el proceso de inspección.
- Iluminación requerida (luz blanca natural o artificial) sobre la parte especifica, componente, bisel o sección que requiere la inspección. La mínima intensidad de la luz sobre la superficie de examinación deberá ser 100 fc (1000 lux). Las fuentes de luz, técnicas usadas y verificación de los niveles de luz son requeridas durante la inspección.
- La inspección visual nos permite determinar defectos superficiales y esta es una indicación valiosa de la calidad de la soldadura. La inspección visual solo identifica discontinuidades superficiales.

8.5. Calidad de la superficie de la soldadura examinada

Examine visualmente a superficie de la soldadura y verifique que el contorno de la soldadura cumpla los criterios de aceptación mencionados en las tablas. La mano de obra estándar puede encargarse de temas como la rugosidad de la superficie, salpicaduras y golpes de arco (arc strikes). Las siguientes son las discontinuidades típicas encontradas sobre la superficie de las soldaduras:

- Porosidades.
- Fusión incompleta.
- Penetración incompleta.
- Falta de llenado (underfill).
- Solapado (overlap)
- Fisuras.
- Inclusiones metálicas y no metálicas.
- Excesivo refuerzo.

Verificar las dimensiones de la soldadura: Determinar si la conformidad ha sido obtenida, el inspector podría comprobar para ver si toda la soldadura satisface los planos en cuanto al tamaño, longitud y localización. Los tamaños de juntas a filete pueden ser determinados mediante el uso de tipos especiales de galgas de soldadura. Las soldaduras de ranura deberían ser llenados totalmente en la sección transversal de la junta, o como se especifica y el reforzamiento de la soldadura no debería ser excesivo.

9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

Todos los criterios de aceptación deben aplicarse según códigos donde aplique respetando este procedimiento de inspección y estas serán reportadas mediante los registros adjuntos a este procedimiento.

10. CRITERIO DE ACEPTACIÓN CÓDIGO AWS D1.1

- Este criterio de aceptación es aplicado a todos los cordones de soldadura en los elementos estructurales donde aplique, cumpliendo con los requerimientos del código AWS D1.1 Tabla 6.1 "Criterios de Aceptación de Inspección Visual de Soldadura".

AWS D1.1

Capítulo 6 "Inspección"

6.9 Inspección visual de soldaduras
Todas las soldaduras deben ser visualmente inspeccionadas y deben ser aceptables si los criterios de **tabla 6.1** son cumplidos.

Tabla 6.1

Criterios de aceptación para Inspección Visual[1] (ver 6.9)

Categoría de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente	Conexiones tubulares (todas las cargas)
(1) Prohibición de grietas Cualquier grieta es inaceptable, independientemente del tamaño o ubicación.	X	X	X
(2) Fusión soldadura / Metal base Completa fusión debe existir entre cordones y entre el metal base y la soldadura.	X	X	X
(3) Cráter de soldadura Todos los cráteres deben ser rellenados, a fin de proveer el tamaño especificado de soldadura, excepto para los finales de solcaduras de filete intermitentes, fuera de su longitud efectiva.	X	X	X
(4) Perfiles de soldaduras Los perfiles de soldadura deben estar en concordancia con figura 5.4 .	X	X	X
(5) Tiempo de inspección La inspección visual en todos los aceros puede iniciarse inmediatamente después de completada la soldadura y enfriada a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para la inspección visual de soldaduras en aceros ASTM A 514 y 517, y A709 grados 100 y 110 W, deben ser realizados no antes de las 48hs después de completada la soldadura.	X	X	X
(6) Soldaduras subdimensionadas El tamaño de un filete de soldadura en cualquier soldadura continua podría ser menor del nominal especificado (L), sin rectificación para las siguientes medidas (U): L — Tamaño nominal de sold. especif. (pulg [mm]) / U — reducción permitida de L, pulg [mm] ≤ 3/16 (5) — ≤1/16 (2) ¼ (6) — ≤ 3/32 (2.5) ≥ 5/16 (8) — ≤ 1/8 (3) En todos los casos, la porción de subdimensión no debe exceder el 10% de la longitud de soldadura	X	X	X

Categoria de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente	Conexiones tubulares (todas las cargas)
(7) Socavación (mordedura de borde) (A) Para materiales inferiores a 1" (25mm) de espesor, las socavaciones no deben exceder 1/32" (0.8mm), excepto que un máximo de 1/16" (1.6mm) sea permitido para una longitud acumulada de 2" (50mm) en cualquier long de 12" (300mm). Para materiales iguales o mayores a 1" de espesor, las socavaciones no deben exceder 1/16" (1.6mm) para cualquier longitud de soldadura.	X		
(B) En miembros primarios, las socavaciones no deben ser mayor que 0.01" (0.25mm) de profundidad cuando la soldadura es transversal a la tensión bajo cualquier condición de carga de diseño. Socavaciones no deben ser mayores de 1/32" (0.8mm) de profundidad para todos los otros casos.		X	X
(8) Porosidad (A) En soldaduras de penetración total transversales a la dirección del esfuerzo no deben poseer porosidad visible. Para otras soldaduras de penetración y para filetes, la suma de porosidad visible de 1/32" (0.8mm) o mayores en diam. no excederá 3/8" (9.6mm) en cualquier pulg. lineal de sold. y no excederá ¾" (19mm) en cualquier longitud de sold de 12" (300mm).	X		
(B) La frecuencia de porosidad en filetes no excederá de una por cada 4 pulg.(100mm) de long de sold y un diam max de porosidad de 3/32" (2.5mm). Excepción: para soldaduras de filetes que conecten refuerzos a vigas, la suma de diam de poros no excederá de 3/8" (9.6mm) en cualquier pulg lineal de de sold y no excederá ¾" (19mm) en cualquier longitud de soldadura de 12" (300mm).		X	X
(C) En soldaduras de penetración total transversales a la dirección del esfuerzo no deben poseer porosidad. Para otras soldaduras de penetración, la frecuencia de porosidad no debe exceder de 1 en 4 pulg (100mm) de long y el diámetro max no de exceder de 3/32" (2.5mm).		X	X

[1] Una **X** indica aplicabilidad para el tipo de conexión, área sombreada indica no aplicable.

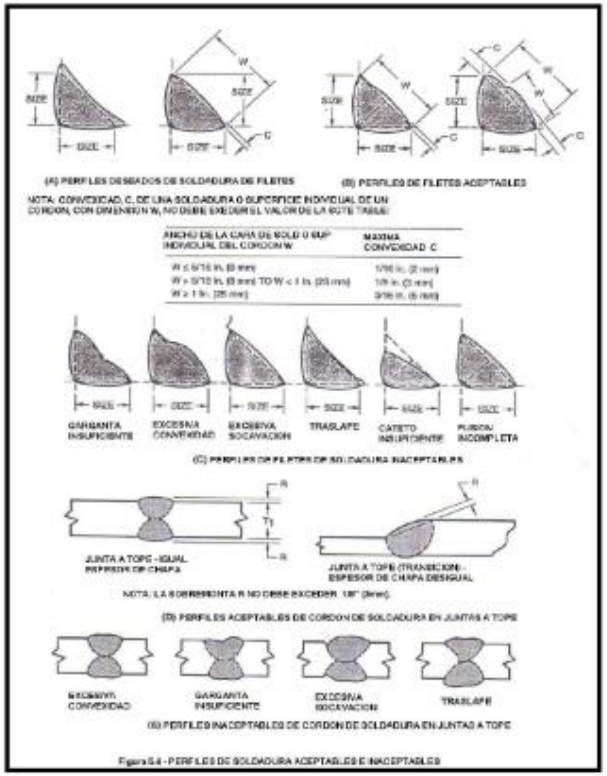


Figura 6.4 - PERFILES DE SOLDADURA ACEPTABLES E INACEPTABLES

11. CRITERIO DE ACEPTACIÓN CODIGO ASME B31.3

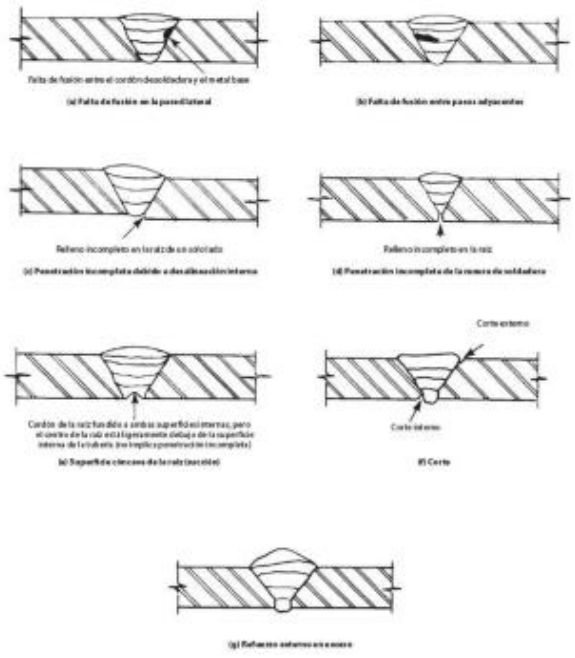
- Este criterio de aceptación es aplicado a todos los cordones de soldadura de los elementos de tuberías donde aplique, cumpliendo con los requerimientos del ASME B31.3 Tabla 341.3.2 "Criterios de Aceptación de Inspección Visual de Soldadura".



Tabla 341.3.2 Criterio de aceptación de soldaduras y Métodos de examen para evaluación de imperfecciones

| Criterios (ver Nota (9)) para tipos de soldadura y para condiciones de servicio (Nota (9)) | | |

Fig. 341.3.2 Imperfecciones típicas de soldadura



12. RESTRICCIONES

- No se podrá realizar las inspecciones visuales si la soldadura no presente una limpieza adecuada para su evaluación y si no se tiene los instrumentos de medición y herramientas pertinentes.

13. REGISTROS:

- **SGC-C-REG-MEC-008** REGISTRO DE LISTA DE SOLDADORES
- **SGC-C-REG-MEC-009** REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA.
- **SGC-C-REG-MEC-010** REGISTRO DE REPARACIÓN DE SOLDADURA.
- **SGC-C-REG-MEC-011** REGISTRO WELDING BOOK PARA TUBERÍAS.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 2
4. DOCUMENTO DE REFERENCIA 2
5. NORMAS Y ESTÁNDARES 3
6. RESPONSABILIDADES 3
7. RECURSOS 3
   7.1 PERSONAL 3
   7.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL 3
   7.3 MATERIALES 3
   7.4 HERRAMIENTAS 3
8. DESARROLLO 4
   8.1. MATERIALES PENETRANTES 4
   8.2. PROCEDIMIENTO 5
9. CRITERIO DE ACEPTACIÓN 7
9.1 CRITERIO DE ACEPTACIÓN CÓDIGO AWS D1.1 7
9.2 CRITERIO DE ACEPTACIÓN CODIGO ASME B31.3 9
10. RESTRICCIONES 10
11. ANEXOS 10

1. OBJETIVO

El presente procedimiento establece el método correcto para realización del ensayo no destructivo por Tintes estableciendo los criterios de aceptación y rechazo de la inspección.

2. ALCANCE

Este procedimiento describe el método y requerimientos para la examinación de líquidos penetrantes en la empresa Sergear SAC. Solamente se aplica para detectar discontinuidades abiertas a la superficie tales como fisuras, costuras, traslapes, cierres en frío, laminaciones, discontinuidades para fugas o faltas de fusión que son detectadas por este método.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Inspección por líquidos penetrantes:** Es un tipo de ensayo no destructivo que se utiliza para detectar e identificar discontinuidades presentes en la superficie de los materiales examinados. Generalmente se emplea en aleaciones no ferrosas, aunque también se puede utilizar para la inspección de materiales ferrosos cuando la inspección por partículas magnéticas es difícil de aplicar.
- **Visual (VT):** Es un ensayo no destructivo realizado para determinar discontinuidad de la soldadura en forma visual.
- **Discontinuidad:** Son irregularidades que se presentan en la soldadura, por falta de continuidad, falta de cohesión (unión), debido a la interrupción física normal de materia. Las discontinuidades son aceptables siempre que estén dentro de los criterios de aceptación según la norma aplicable.
- **Defecto:** Es una discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación son inadmisibles por alguna norma específica. En particular, al realizar un ensayo no destructivo (END) se cataloga como defecto dentro de los criterios de aceptación por la norma aplicable.
- **Soldadura:** Es el proceso de unión que produce la coalescencia de los materiales calentándose a temperatura adecuada.
- **Penetrante:** Líquido que se utiliza para detectar e identificar discontinuidades presentes en la superficie de los materiales examinados. Como su nombre lo indica este penetra en las discontinuidades.
- **Limpiador:** Líquido que se utiliza para limpiar la superficie antes y después de la aplicación del penetrante.
- **Revelador:** Polvo suspendido en líquido volátil de rápida evaporación, el cual absorbe el penetrante de las discontinuidades y nos muestra señales visibles.

4. DOCUMENTO DE REFERENCIA

- Especificaciones técnicas de estructuras y tuberías del presente proyecto.
- Especificación técnica estructuras mecánicas.
- Especificación Fabricación en taller de tubería de acero.
- Especificación Fabricación de soportes para tuberías.
- Specification General welding and requirements for fabrication piping.
- Certificados de calidad de materiales.

5. NORMAS Y ESTÁNDARES

- ASME B31.3 Tubería de procesos
- AWS D1.1 Código de soldadura estructural en Acero
- ASTM E-165 "Pruebas estándar para examinación de líquidos penetrantes"
- SNT-TC-1A Practica Recomendada.
- AWS A2.4 Símbolos de soldadura y ensayo no destructivos.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. RECURSOS

7.1 PERSONAL

Para las inspecciones se requiere un inspector con la siguiente certificación:

- Nivel II en Inspección por Líquidos Penetrantes.

7.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Casco de seguridad.
- Protección Auditiva.
- Lentes Claros.
- Zapatos de seguridad con punta de acero.
- Bloqueador Solar.
- Respirador para vapores y partículas de polvo
- Chaleco de Seguridad con cinta Reflectivos.

7.3 MATERIALES

- Marcador Metálico.
- Trapo Industrial o Paños Absorbentes.
- Kit de Líquidos Penetrantes.

7.4 HERRAMIENTAS

- Galgas. Debidamente calibrado
- Espejo.

- Regla Metálica.
- Cinta métrica. Debidamente calibrado
- Linterna.

8. DESARROLLO

8.1. MATERIALES PENETRANTES

- Este procedimiento debe utilizar la siguiente clasificación del Tipo y Método de Examinación según la Tabla 1 de ASTM E165: Tipo II (Examinación de Líquidos Penetrantes Visibles) y Método C (Removible por solvente, descrito en ASTM E1220).

Clasificación de Tipos de Examinación por Líquidos Penetrantes y Métodos según ASTM E165, Párrafo 6.

TABLE 1
CLASSIFICATION OF PENETRANT EXAMINATION TYPES AND METHODS

Type I — Fluorescent Penetrant Examination
Method A — Water-washable (see Test Method E 1209)
Method B — Post-emulsifiable, lipophilic (see Test Method E 1208)
Method C — Solvent removable (see Test Method E 1219)
Method D — Post-emulsifiable, hydrophilic (see Test Method E 1210)
Type II — Visible Penetrant Examination
Method A — Water-washable (see Test Method E 1418)
Method C — Solvent removable (see Test Method E 1220)

- Los materiales penetrantes no afectarán adversamente a los elementos a ser examinados. El término de "materiales penetrantes" mencionado arriba, es utilizado para incluir todos los agentes de limpieza, solventes, penetrantes, reveladores, etc., utilizados en el proceso de examinación.
- Los tres componentes del mismo fabricante y familia deben ser utilizados siempre; el intercambio de materiales de varios fabricantes no debe ser permitido, a menos que sea aceptado por las especificaciones del fabricante.
- Los siguientes son los materiales penetrantes actuales para ser utilizados con este procedimiento.

TIPO	FABRICANTE	CODIFICACIÓN DEL FABRICANTE
Limpiador/Removedor	CANTESCO	C101-A
Penetrante	CANTESCO	P101S-A
Revelador	CANTESCO	D101-A

TIPO	FABRICANTE	CODIFICACIÓN DEL FABRICANTE
Limpiador/Removedor	MAGNAFLUX	SKC – S
Penetrante	MAGNAFLUX	SKL – SP2
Revelador	MAGNAFLUX	SKD – S2

Nota: No está permitido el uso de productos de un conjunto con productos de otro conjunto.

- Estos materiales penetrantes pueden ser sustituidos por otros fabricantes, siempre cuando cumplan con los requerimientos de este procedimiento.

8.2. PROCEDIMIENTO

- El procedimiento general para examinación de líquidos penetrante visible y removible por solventes es como sigue:
- **Limitaciones de Temperatura;** la temperatura del penetrante y la superficie del elemento o material a ser examinado no debe ser menor a 50°F (10°C) ni mayor que 125°F (52°C) durante el periodo de examinación, el calentamiento o enfriamiento local está permitido previsto que la temperatura del elemento permanezca en el rango de 50°F a125°F (10°C a 52°C) durante la examinación. Donde no sea practico cumplir con estas limitaciones de temperatura, otras temperaturas y tiempos pueden ser utilizados, siempre y cuando los procedimientos serán Calificados según está especificación en ASME Sección V Artículo 6 / Apéndice III "Técnicas de Calificación para Examinaciones a Temperaturas no Estándares".
- **Preparación de Superficie;** Este procedimiento puede ser utilizado sobre superficies soldadas, maquinadas, forjadas o fundidas donde aplique. El esmerilado o maquinado debe remover irregularidades superficiales que podrían encubrir u ocultar las indicaciones de discontinuidades inaceptables, o en cualquier caso interfiera con la efectividad de la examinación.
- **Limpieza de Elementos:**
- Pre-Limpieza, Todos los elementos o áreas a ser examinadas deben estar limpios y secos antes que el penetrante sea aplicado. El área adyacente dentro de 1 pulgada (25mm) de la superficie a ser inspeccionada debe estar libre de cualquier óxido, cascarilla de soldadura, salpicadura, grasa, pintura, película aceitosa, suciedad, etc. Que podrían interferir con la penetración.
- Limpieza con solvente para disolver y remover restos de aceite, grasa, ceras, pinturas y materiales orgánicos en general. Como una regla, para examinación de líquidos penetrantes en elementos o superficies según condiciones de rolado, forjado, fundido, soldado, maquinado donde no son encontrados los problemas de óxidos, cascarillas, restos inorgánicos, etc., puede ser considerado suficiente el uso del mismo limpiador / removedor que es aplicado para remover el exceso de penetrante, o cualquier otro resto de grasa, aplicado de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- **Secado después de limpieza;** los elementos para el cual el método de limpieza según este procedimiento ha sido aplicado deben ser completamente secados después de la limpieza para eliminar cualquier rastro de líquidos que podría impedir el ingreso del penetrante. El secado puede ser acompañado por evaporación normal o con aire húmedo a presión, según sea apropiado.
- **Examinación:**
- **Aplicación del penetrante**. Después que el elemento ha sido limpiado, secado y verificado el rango de temperatura apropiado (125°F o 52°C como máximo), el penetrante debe ser aplicado al elemento entero o el área bajo inspección hasta que esté completamente cubierto con penetrante.
  - Después de la aplicación, el exceso de penetrante debe retirarse del elemento. Se debe tener cuidado de evitar charcos de penetrante sobre el elemento a examinarse.
  - El tiempo de permanencia del penetrante sobre el elemento debe transcurrir para permitir la penetración apropiada que será según sea recomendada por el fabricante del producto. La tabla 2 proporciona tiempos de permanencia para diferentes materiales, formas y

tipos de discontinuidades. A menos que esté especificado de manera distinta, el tiempo de permanencia no debe exceder del máximo recomendado por el fabricante.

TABLE 2
RECOMMENDED MINIMUM DWELL TIMES

Material	Form	Type of Discontinuity	Dwell Times[A] (minutes) Penetrant[B]	Developer[C]
Aluminum, magnesium, steel, brass and bronze, titanium and high-temperature alloys	castings and welds	cold shuts, porosity, lack of fusion, cracks (all forms)	5	10
	wrought materials — extrusions, forgings, plate	laps, cracks (all forms)	10	10
Carbide-tipped tools		lack of fusion, porosity, cracks	5	10
Plastic	all forms	cracks	5	10
Glass	all forms	cracks	5	10
Ceramic	all forms	cracks, porosity	5	10

[A] For temperature range from 50 to 100°F (10 to 38°C) for fluorescent penetrants and 50 to 125°F (10 to 52°C) for visible penetrant.
[B] Maximum penetrant dwell time in accordance with 8.5.2.
[C] Development time begins as soon as wet developer coating has dried on surface of parts (recommended minimum). Maximum development time in accordance with 8.6.6.

- Durante el tiempo de permanencia completa, el penetrante debe quedar húmedo, si las características del penetrante son afectadas materialmente por un tiempo de permanencia prologado, según sea evidenciado por la dificultad en remover el exceso, o si el penetrante quede completamente seco, entonces remueva y reaplique el penetrante por el tiempo de permanencia original pre establecido.

- **Retirar el Exceso de Penetrante.**
  - Después que el tiempo de penetración requerido ha transcurrido, el exceso de penetrante debe ser retirado utilizando el limpiador/removedor junto con un trapo libre de hilachas o papel absorbente y limpiar la superficie hasta que todos los rastros remanentes de exceso de penetración hayan sido removidos.
  - A continuación, un trapo libre de hilachas debe ser humedecido ligeramente con el limpiador/removedor y la superficie debe ser limpiada hasta que todos los rastros remanentes de exceso de penetrante hayan sido removidos.
  - El uso de excesivo limpiador/removedor debe ser evitado para minimizar la remoción de penetrante del interior de las discontinuidades.
  - Está prohibido bañar la superficie con solvente siguiendo la aplicación del penetrante antes del revelado.

- **Secado del Elemento.**
  - Normalmente, no se requiere una técnica especial para el secado de las piezas o superficie donde el exceso de penetrante ha sido removido con solvente; la evaporización normal, más una limpieza adicional con trapo seco es suficiente.

- **Aplicación del Revelador.**
  - El revelado de las indicaciones es el proceso de extraer el penetrante afuera de las discontinuidades mostrándose manchas extendidas sobre la superficie para incrementar su visibilidad a la vista.

  - El revelador a ser utilizado en este procedimiento debe ser no acuoso y es suministrado en latas de aerosol para aplicación por atomizado o rociado, las partículas reveladoras están suspendidas en solvente no acuoso. Las latas de revelado deben ser completamente agitadas hasta que la esfera interna se mueva libremente dentro de la lata.

- El revelador debe ser aplicado al elemento por atomizado o rociado después que el exceso de penetrante ha sido removido y el elemento haya secado.
- El revelador debe ser aplicado al elemento por atomizado o rociado de tal manera que asegure cubrirlo completamente con una plana y delgada capa de revelador; el agujero en la punta de la lata de aerosol debe ser apuntado o dirigido hacia el área que será examinada, en un ángulo recto aproximadamente y en una distancia según indicado en las instrucciones del fabricante.
- El lapso de tiempo del revelador para permanecer sobre el elemento antes de la inspección debe ser según sea recomendado por el fabricante del producto, pero en ningún caso debe ser menor que 10 minutos (ver tabla 2), el tiempo de revelado se inicia tan pronto la capa de revelador húmedo es secada por evaporación normal. Los períodos de revelado mayores a 30 minutos están permitidos si el exceso de la mancha exterior no daña los resultados de la examinación.

- **Inspección.**
  - La inspección de los elementos o áreas debe ser desarrollada después que el tiempo de revelado aplicable ha transcurrido, para asegurar la aparición apropiada de manchas de penetrante al exterior de las discontinuidades sobre la capa del revelador. La superficie debe ser observada mientras se aplica el revelador como una ayuda en la evaluación de las indicaciones.
  - Las indicaciones visibles por líquidos penetrantes deben ser examinadas con luz blanca natural o artificial, cualquiera de las dos. Una intensidad mínima de luz en el sitio de inspección de 1000 lux debe ser permitida.

- **Evaluación de Indicaciones.**
- Todas las indicaciones deben ser evaluadas por inspección visual (tan pronto como el tiempo de revelado haya transcurrido), de acuerdo con el estándar de aceptación del código donde aplique y/o especificaciones técnicas del contrato, elemento o material que esté siendo examinado.
- Las ubicaciones donde los defectos han sido encontrados (discontinuidades fuera de tolerancia) deben ser apropiadamente marcados, si la disposición del control de calidad permite reparaciones ellos deben ser desarrollados según los códigos para el uso de procedimientos de soldaduras aprobados, y las áreas reparadas deben ser re-examinadas de acuerdo con este procedimiento.

9. CRITERIO DE ACEPTACIÓN

Todos los criterios de aceptación deben aplicarse según códigos donde aplique respetando este procedimiento de inspección y estas serán reportadas mediante el formato de inspección por líquidos penetrantes adjunto en el anexo.

9.1 CRITERIO DE ACEPTACIÓN CÓDIGO AWS D1.1

- Este criterio de aceptación es aplicado a todos los cordones de soldadura en los elementos estructurales donde aplique, cumpliendo con los requerimientos del código AWS D1.1 Tabla 6.1 "Criterios de Aceptación de Inspección Visual de Soldadura".

AWS D1.1

Capitulo 6 "Inspección"

6.9 Inspección visual de soldaduras
Todas las soldaduras deben ser visualmente inspeccionadas y deben ser aceptables si los criterios de **tabla 6.1** son cumplidos.

Tabla 6.1

Criterios de aceptación para Inspección Visual[1] (ver 6.9)

Categoria de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente	Conexiones tubulares (todas las cargas)
(1) Prohibición de grietas Cualquier grieta es inaceptable, independientemente del tamaño o ubicación.	X	X	X
(2) Fusión soldadura / Metal base Completa fusión debe existir entre cordones y entre el metal base y la soldadura.	X	X	X
(3) Cráter de soldadura Todos los cráteres deben ser rellenados, a fin de proveer el tamaño especificado de soldadura, excepto para los finales de soldaduras de filete intermitentes, fuera de su longitud efectiva.	X	X	X
(4) Perfiles de soldaduras Los perfiles de soldadura deben estar en concordancia con figura 5.4.	X	X	X
(5) Tiempo de inspección La inspección visual en todos los aceros puede iniciarse inmediatamente después de completada la soldadura y enfriada a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para la inspección visual de soldaduras en aceros ASTM A 514 y 517, y A709 gracos 100 y 110 W, deben ser realizados no antes de las 48hs después de completada la soldadura.	X	X	X
(6) Soldaduras subdimensionadas El tamaño de un filete de soldadura en cualquier soldadura continua podría ser menor del nominal especificado (L), sin rectificación para las siguientes medidas (U): L — Tamaño nominal de sold. especif. pulg (mm) / U — reducción permitida de L, pulg (mm) ≤ 3/16 (5) — ≤1/16 (2) ¼ (6) — ≤ 3/32 (2.5) ≥ 5/16 (8) — ≤ 1/8 (3) En todos los casos, la porción de subdimensión no debe exceder el 10% de la longitud de soldadura	X	X	X

Categoria de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente	Conexiones tubulares (todas las cargas)
(7) Socavación (mordedura de borde) (A) Para materiales inferiores a 1" (25mm) de espesor, las socavaciones no deben exceder 1/32" (0.8mm), excepto que un máximo de 1/16" (1.6mm) sea permitido para una longitud acumulada de 2" (50mm) en cualquier long de 12" (300mm). Para materiales iguales o mayores a 1" de espesor, las socavaciones no deben exceder 1/16" (1.6mm) para cualquier longitud de soldadura.	X		
(B) En miembros primarios, las socavaciones no deben ser mayor que 0.01" (0.25mm) de profundidad cuando la soldadura es transversal a la tensión bajo cualquier condición de carga de diseño. Socavaciones no deben ser mayores de 1/32" (0.8mm) de profundidad para todos los otros casos.		X	X
(8) Porosidad (A) En soldaduras de penetración total transversales a la dirección del esfuerzo no deben poseer porosidad visible. Para otras soldaduras de penetración y para filetes, la suma de porosidad visible de 1/32" (0.8mm) o mayores en diam. no excederá 3/8" (9.6mm) en cualquier pulg. lineal de sold. y no excederá ½" (19mm) en cualquier longitud de sold de 12" (300mm).	X		
(B) La frecuencia de porosidad en filetes no excederá de una por cada 4 pulg.(100mm) de long de sold y un diam max de porosidad de 3/32" (2.5mm). Excepción: para soldaduras de filetes que conecten refuerzos a vigas, la suma de diam de poros no excederá de 3/8" (9.6mm) en cualquier pulg lineal de de sold y no excederá ½" (19mm) en cualquier longitud de soldadura de 12" (300mm).		X	X
(C) En soldaduras de penetración total transversales a la dirección del esfuerzo no deben poseer porosidad. Para otras soldaduras de penetración, la frecuencia de porosidad no debe exceder de 1 en 4 pulg (100mm) de long y el diámetro max no de exceder de 3/32" (2.5mm).		X	X

[1] Una **X** indica aplicabilidad para el tipo de conexión, área sombreada indica no aplicable.

9.2 CRITERIO DE ACEPTACIÓN CODIGO ASME B31.3

- Este criterio de aceptación es aplicado a todos los cordones de soldadura de los elementos de tuberías donde aplique, cumpliendo con los requerimientos del ASME B31.3 Tabla 341.3.2 "Criterios de Aceptación de Inspección Visual de Soldadura".

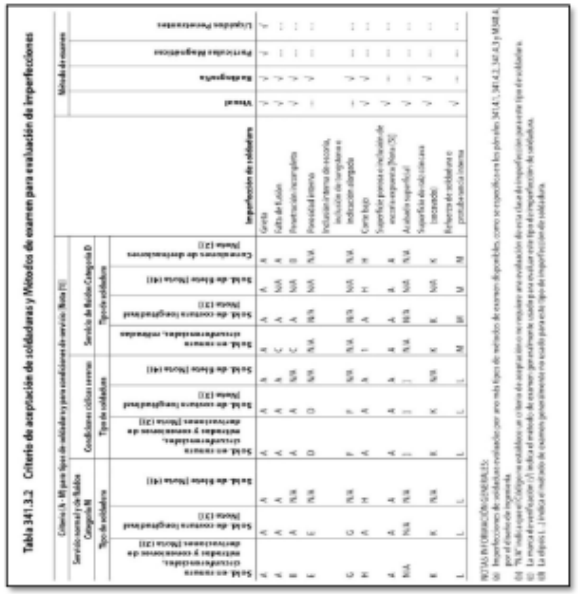


Tabla 341.3.2 Criterio de aceptación de soldaduras y Métodos de examen para evaluación de imperfecciones

| Criterio (Ver Nota [9]) para tipos de soldaduras y para condiciones de servicio (Nota [9]) | | |

10. RESTRICCIONES

- No se podrá realizar las inspecciones por líquidos penetrantes si la soldadura no presente una limpieza adecuada para su evaluación.
- No se podrá realizar las Inspecciones por Líquidos penetrantes si se presenta condiciones climáticas adversas.

11. ANEXOS

- **SGC-C-REG-MEC-012** REGISTRO DE INSPECCIÓN POR LIQUIDOS PENETRANTES.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO DE INSPECCIONES RADIOGRÁFICAS EN TUBERÍAS DE ACERO"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES: 2
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA 3
5. NORMAS Y ESTÁNDARES 3
6. RESPONSABILIDADES 3
7. DESARROLLO: 3
8. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN: 10
9. REGISTROS: 12

1. OBJETIVO

Establecer los requerimientos mínimos necesarios para la ejecución del método no destructivo de Radiografía Industrial mediante Rayos Gamma, basado en la norma ASME B31.3.

2. ALCANCE

Aplicación del Exámen Radiográfico en juntas soldadas a tope en la fabricación líneas de tuberías para todo tipo de fluidos, incluidos:
(a) Productos químicos puros, intermedios y terminados.
(b) Productos derivados del petróleo.
(c) Gas, vapor, aire y agua.
(d) Solidos fluidizados
(e) Refrigerantes
(f) Fluidos criogénicos
Las que serán debidamente evaluadas de acuerdo al criterio de aceptación o rechazo que sea aplicable. Este procedimiento no tiene el alcance de seguridad radiológica el cual forma parte de otro procedimiento.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

- **Trazabilidad:** Aptitud de reconstruir la historia, la utilización o la localización de una entidad por medio de identificaciones registradas.
- **Inspección Visual:** Observación de una porción de componentes, juntas y otros elementos que pueden ser vistos antes, durante y después de su manufactura, fabricación, ensamblaje, instalación, examinación y prueba.
- **Soldadura a tope:** es una soldadura en la que las partes de metal a soldar se unen por sus extremos, canto contra canto. Soldadura de una junta fijando sus extremos sin empalmarlos.
- **WPS:** El procedimiento de soldadura o WPS (Welding Procedure Specification) es un documento que provee las directrices para realizar la soldadura con base en los requerimientos del código, proporciona igualmente la información necesaria para orientar al soldador u operador de soldadura y asegurar el cumplimiento de los requerimientos del código.
- **PQR:** (Procedure Qualification Records) o Registro de Calificación de procedimiento, es el documento donde se prueba de una manera objetiva (por medio de ensayos mecánicos) que la soldadura descrita en el WPS es capaz de proveer las propiedades requeridas para la aplicación pretendida, así como probar que se cumple con las propiedades mecánicas (resistencia, ductilidad, tenacidad, etc.).
- **WPQR:** es la abreviatura de Welder Performance Qualification Record, que traducido al español significa "Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador", en términos simples es el documento escrito que demuestra que un soldador es calificado (conocido comúnmente como Homologado), este documento se obtiene después de que el soldador ha pasado satisfactoriamente una prueba práctica de habilidad para desarrollar un determinado WPS.
- **DEFECTO:** Es una discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación son inadmisibles por alguna norma especifica. En particular, al realizar un ensayo no destructivo (END) se cataloga como defecto a toda la discontinuidad o grupo de discontinuidades cuyas indicaciones no se encuentren dentro de los criterios de aceptación por la norma aplicable.
- **DISCONTINUIDAD:** Son irregularidades que se presentan en la soldadura, por falta de continuidad, falta de cohesión (unión), debido a la interrupción física normal de materia.
- **FABRICACIÓN:** Es la preparación de la tubería para su ensamblaje. Incluye corte, roscado, ranurado, formado, doblado y unión de los componentes para formar subensambles. La fabricación se puede realizar tanto en taller como en campo.
- **FUSIÓN:** La fusión del material de aporte y el material base, o del material base solamente, que genera coalescencia.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Especificaciones técnicas de tuberías del cliente.
- Especificación Fabricación en taller de tubería de acero.
- Alcances del proyecto.
- Certificados de calidad de materiales.

5. NORMAS Y ESTÁNDARES

- AWS D1.1 Código de soldadura estructural en aceros.
- ASME B31.3 Tuberías de procesos.
- ASME Sección V
- ASTM E94 "Standard Guide for Radiographic Examination"
- SNT-TC-1A Practica Recomendada.
- AWS A2.4 Símbolos de soldadura y ensayo no destructivos.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO:

7.1. PERSONAL

Para las inspecciones se requiere un inspector con la siguiente certificación:

- Inspector Nivel II o III en ensayos radiográficos RT.

7.2. REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

- Todo el personal involucrado en esta actividad, deberá cumplir con el Procedimiento de Seguridad Radiológica en su última revisión. Será responsabilidad del Nivel I y Nivel II operador de radiografía por su propia seguridad radiológica e industrial y la del personal que pudiera encontrarse en las inmediaciones del lugar del ensayo, cumplir el procedimiento indicado y las recomendaciones vigentes del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).
- Todo el personal involucrado en las tareas de radiografía, llevará dosímetro personal tipo lapicero y/o dosímetro tipo película, además de un detector sonoro para registrar y controlar que no se sobrepasen los límites de radiación que pueden absorber tanto el personal como el público.

- Los Operadores que efectúen los ensayos radiográficos mediante la operación directa del equipo de Gammagrafía, deberán poseer el certificado de habilitación para el manejo de equipos con radioisótopos y fuentes de radiaciones ionizantes emitidos por el IPEN (Licencia individual).

7.3. MATERIALES Y EQUIPOS

- Para monitorear el área controlada por radiación ionizante durante las exposiciones radiografías, se empleará un monitor de radiación tipo Geiger - Muller

7.3.1. Fuente de radiación

Como fuente de radiación para la exposición de la película se utilizará una de las siguientes:

(a) Fuente de emisión de Rayos Gamma de las siguientes características:

- Fuente de Radiación Gamma de Ir-192 (máx. 120 Curies) la cual debe adjuntar certificado del fabricante con carta de decaimiento y tamaño focal.
- Equipo de lanzamiento a control manual de Telemando.

7.3.2. Películas

Las películas deberán ser específicas para ser usadas en radiografía industrial, según ASTM E1815 Grupo I (Agfa/D4; Kodak /MX 125).

7.3.3. Pantallas reforzadoras

Las pantallas de Plomo de espesor frontal 0.005 pulg. y posterior 0.010 pulg. Deberán ser usadas para intensificación de la imagen en la película.

Preferiblemente se utilizarán películas con pantalla de plomo integrales colocadas por el fabricante. También es posible emplear pantallas de Pb frontal y posterior de diversos espesores que permitan obtener una calidad de imagen aceptable al código.

7.3.4. Identificación, leyendas y marcas de Pb en las películas

En cada radiografía con imagen formada con Caracteres de Plomo debe de quedar registrado lo siguiente:

a) Siglas de la firma examinadora, siglas del Constructor, Nº. De Isométrico, Diámetro de junta, Espesor de junta, espacio para ubicación del ICI, No. de junta, Fecha, estampa del soldador (por ejemplo, JCC-03).

b) La leyenda de identificación puede ser elegida de acuerdo al proyecto y en acuerdo con el Cliente.

- Los marcadores de localización aparecerán en las películas de la siguiente manera: En tuberías menores a 3.5 pulg. de diámetro exterior, dos letras A y B demarcarán las vistas a 90° que se proyectarán para garantizar la exactitud del giro y proyección de la zona radiográfica a evaluar para cubrir el 100% de la soldadura (Técnica DW/DI proyectada) o mediante tres números 0, 1 y 2 distanciados 60° sexagesimales de arco de la circunferencia en tres exposiciones (Técnica DW/DI superpuesta), este último caso es aplicable donde solamente no sea practico por razones constructivas las exposiciones a 90°). El área efectiva de evaluación será siempre la proyección lineal central de la imagen en una longitud equivalente a 0.7 veces D.

- Para tuberías de diámetros mayores a 3.5 pulg. de diámetro exterior (DW/SI o SW/SI), se elaborará una cinta con números de Plomo que mida las coordenadas longitudinales de la soldadura desde un cero marcado sobre el material base cerca a la soldadura, espaciados entre sí en centímetros.

• Preferiblemente se tomará como cero para esta referencia el inicio de la fabricación de la soldadura y la progresión será en el sentido horario, tomando como vista adelante el sentido del flujo, o como indique el Inspector de Soldadura del Cliente.

• Cualquier medio para evitar la radiación dispersa puede ser empleado cuando sea necesario. Para verificar dicha radiación, cada chasis de película tendrá adherida en su exterior en el lado posterior una letra de Plomo "B" de dimensiones 1/16" espesor y 1 / 2" de altura. Si la imagen de la letra "B" aparece en la radiografía (imagen blanca), se hace evidente una excesiva retro - dispersión y una nueva película deberá ser expuesta con la adecuada protección. Una imagen oscura de la letra "B" no es causa de rechazo de la película. Se añadirá marcas de Pb en forma de letra "I" en cada extremo de la longitud de la película radiográfica (según se trate de 3 o 4 películas por exposición a radiografiar), ubicadas sobre la cinta de números de Pb, para garantizar el traslape de las imágenes en las películas contiguas. Estas marcas delimitarán el área efectiva dentro de la cual se deberá efectuar la evaluación radiográfica.

Indicadores de Calidad de Imagen (IQI)

Los indicadores de calidad de imagen (IQI Image Quality Indicator) serán seleccionados según el código y basados en el espesor del material más refuerzo de soldadura indicado por el código de construcción a ensayar.

Los indicadores de la Calidad de imagen serán colocados preferiblemente del lado de la fuente; en el caso de que lo anterior no sea posible por razones prácticas, se les colocará en el lado película y se colocará una letra "F", sobre todo en la técnica DW/DI en tuberías de 2" NPS.

Elementos para interpretación de las películas

Facilidades de iluminación para lectura de películas.

Para observar la película se utilizarán equipos llamados usualmente Negatoscopios, estos, deberán tener un reóstato para poder variar la iluminación incidente en la película y poder leer densidades ópticas de hasta 4.0 H&D unidades. Se debe evitar cualquier luz que genere reflejos sobre la radiografía y se deberá añadir una luz indirecta tenue, evitando la completa oscuridad.

Densitómetro y tirilla de densidades

Solamente se empleará un densitómetro calibrado (por una vigencia máxima de 90 días o cuando haya sospecha de alguna falsa lectura) o una tirilla comparadora de densidades para establecer la densidad de la película obtenida.

Laboratorio para el procesado de las películas.

El laboratorio para el procesado manual deberá ser un cuarto oscuro que debe constar de lo siguiente:

a) Aire Acondicionado con la capacidad suficiente para mantener la temperatura de las soluciones químicas alrededor de 20°C, temperaturas mayores son factores de influencia del contraste y definición en la calidad radiográfica.

b) Luz de seguridad (con filtro) de rango 15W a 25W y distancias que no produzcan velos adicionales a las imágenes radiográficos después de proceso de revelado.

c) Tanques para procesamiento de películas de acero inoxidable u otro material que no reaccione químicamente con los líquidos revelador y fijador. Las temperaturas de los químicos deberán ser siempre verificados para mantenerse a la temperatura óptima recomendada por el fabricante de

químicos. El radiólogo laboratorista es responsable de seleccionar el tiempo apropiado de tal forma se demuestre la calidad radiográfica requerida por el código de referencia.

d) Accesorios auxiliares para el revelado: Calentador para las soluciones de los diferentes químicos, termómetro, cronómetro, pinzas y colgadores para el secado de las películas.

7.4. REQUERIMIENTOS DEL ENSAYO RADIOGRAFICO

Los siguientes Párrafos describen los requerimientos generales para las inspecciones radiográficos en soldaduras a tope de configuración geométrica en simple V, doble V o la que el Constructor/Cliente especifique, no son aplicables para juntas angulares.

7.4.1. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES DE SOLDADURA

La inspección radiográfica se realizará después de la inspección visual realizada por el Inspector de Soldadura del Cliente el cual dejará en la tubería la identificación de la junta y la autorización para radiografiarla.

La superficie acabada del refuerzo de soldadura se recomienda que posea una altura uniforme, con una altura máxima sobre el nivel del metal base que indica el Código de Construcción. Toda salpicadura de soldadura es recomendable se solicite sea removida previa a la radiografía. Si hubiese anillo de refuerzo de raíz no necesitarán ser removidos siempre que no interfieran con la interpretación de las radiografías.

7.4.2. CALIDAD DE LAS RADIOGRAFIAS

Las radiografías deberán ser ejecutadas con una técnica de suficiente sensitividad para demostrar los marcadores de identificación, traslape entre radiografías contiguas, delimitación e identificación del IQI (Indicador de Calidad de Imagen) alambre esencial visible, todos estos son indicadores esenciales de la calidad de la imagen radiográfica.

Todas las radiografías deberán estar libres de defectos mecánicos, químicos u otros procesos que pudieran interferir con la interpretación apropiada de la radiografía La sensitividad del alambre requerido deberá ser el que indica la tabla T-276 del Código ASME Sección V

Limitaciones de Densidad:

La densidad de película transmitida (medida por transmisión de luz) a través de la imagen radiográfica del IQI de alambre adyacente y el área de interés

deberán ser como mínimo 2.0 H&D y 4.0 H&D como máximo, para simple película.

7.4.3. LOCALIZACIÓN DEL INDICADOR DE CALIDAD DE IMAGEN (IQI)

Para las técnicas de exposición DW/DI (Double Wall/Double Image) se colocará un solo IQI en el centro de la imagen de la soldadura proyectada y en el lado fuente, de ser colocado en el lado película, se colocará una letra "F" que indique el lado película.

Para la técnica DW/SI (Double Wall/Single Image) se colocará un solo IQI en el centro de la imagen de la soldadura proyectada y en el lado película. Si este se supera, se deberá colocar un IQI en esta área (normalmente en los extremos del área efectiva de evaluación de la película) y volver a radiografiarla, manteniendo el rango permisible de densidad según el código de procedimiento aplicable

En el caso de utilizarse la técnica panorámica para la exposición de la película, se utilizaran cuatro (04) IQI ubicados con una separación de 90º entre ellos.

7.4.4. DISTANCIA OBJETO A PELICULA

La distancia objeto a la película deberá ser lo mínimo posible y cuando sea práctico, la película deberá estar en contacto a la superficie del objeto a ser radiografiado.

7.4.5. DISTANCIA FUENTE A PELICULA

La distancia fuente película será lo suficientemente, como para proporcionar una penumbra lo más pequeña posible no mayor a 0.020" (0.51 mm) (Ver Tabla T-274.2 del Art. 2)

7.4.6. PENUMBRA GEOMÉTRICA

La penumbra geométrica será determinada según la siguiente formula:

$$Ug = F*t / D$$

Dónde:

a) F = Tamaño efectivo de la fuente radiactiva. Este valor se puede obtener de la carta de exposición que suministra el fabricante. Para una fuente no colimada de forma cilíndrica, se obtiene calculando la longitud de su diagonal proyectada.

b) D = Distancia: Desde la fuente de radiación (lado fuente) al lado objeto a ser radiografiado.

c) t = Espesor a ser radiografiado, o distancia objeto a película, medida desde el lado objeto a la película,

puede coincidir con el espesor del material si está en contacto con la película y objeto, o puede ser un diámetro.

d) La penumbra geométrica deberá ser tal que permita la visibilidad sin esfuerzo visual del alambre esencial requerido.

e) El tamaño focal será el indicado por el fabricante de la fuente radiactiva, indicado en la carta de decaimiento.

7.4.7. LONGITUD DE LAS PELÍCULAS

En técnicas DW/DI y SW/SI de diámetros mayores a 3 ½" NPS, la longitud de las películas deberá ser al que permita un traslape mínimo de 1.0" a cada lado en cada una de las placas y las marcas de Pb se observen en imágenes radiográficas contiguas para garantizar traslape. En técnicas DW/DI se emplearan 2 o 3 películas de longitudes adecuadas a la imagen proyectada y leyenda de identificación de junta soldada.

Las reparaciones serán expuestas con el mismo tamaño de película que se utiliza para la toma original y utilizando la cantidad de películas que sea necesaria para cubrir completamente el sector donde se realizó la reparación, aun cuando esto signifique que se aumente una o dos películas más por la extensión de la reparación sobre la zona afectada.

7.4.8. MANIPULEO DE PELICULAS

El cargado y descargado de películas de su chasis para el procesado manual, deberá ser efectuado en bastidores o carretes limpios y secos sin vestigios de químicos secos. Todos los chasis y pantallas deberán permanecer limpios y libres de suciedad u otro motivo de defecto en la película. Las películas serán manipuladas solamente por sus filos con manos secas y limpias y se evitará todo contacto brusco de las mismas.

7.4.9. ALMACENAMIENTO DE LAS PELÍCULAS

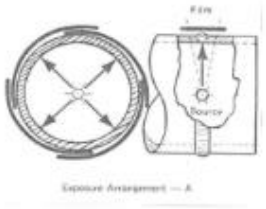
Películas no expuestas deben ser almacenadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para evitar daños antes de su utilización, asimismo almacenadas en lo posible sobre sus bordes.

7.5. TÉCNICAS RADIOGRAFICAS.

Se detallan a continuación las posibles técnicas aplicables a este procedimiento:

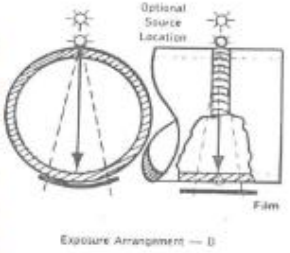
7.5.1. EXPOSICIÓN DE PARED SIMPLE – SIMPLE IMAGEN (EN TUBERÍAS, PANORAMICA)

Fuente interior de la tubería, al centro de la misma. Esto será usado con un adecuado accesorio que permita al tubo guía de salida ser centrado para una exposición panorámica a través del agujero en la tubería.



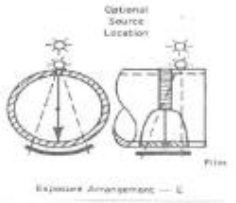
7.5.2. EXPOSICIÓN DE PARED DOBLE – SIMPLE IMAGEN (DW/SI)

Fuente exterior a la tubería. El mínimo de exposiciones con fuente de exposición en contacto con la soldadura es de 3 exposiciones. Cuando la fuente se encuentra a 12 mm por encima de la soldadura, se deberán realizar cuatro exposiciones a la soldadura.



7.5.3. EXPOSICIÓN PARED DOBLE – SIMPLE IMAGEN (DW/SI)

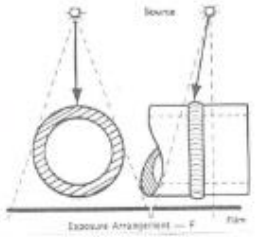
Fuente exterior a la tubería, fuera del eje de soldadura.



7.5.4. EXPOSICIÓN PARED DOBLE – DOBLE IMAGEN (DW/DI)

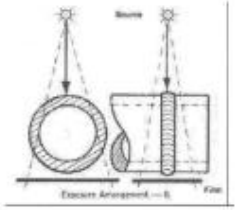
Proyección exterior a la tubería fuera del eje de soldadura.

La distancia mínima será de 19 pulg. (Foco a película). Y la abertura de la imagen entre 8 mm y 12 mm



7.5.5. EXPOSICIÓN PARED DOBLE – DOBLE IMAGEN (DW/DI) (IMAGEN SUPERPUESTA)

Tres exposiciones, dos de las cuales a un mín. de 60° de la primera



7.6. INDICACIONES DE DISCONTINUIDADES QUE REQUIERAN CLARIFICACIÓN

Cuando aparezcan indicaciones en la radiografía, que puedan ser ocasionadas por defectos de la película, debido a procesamiento o manipuleo, o por irregularidades de superficie o defectos en el metal base a ser ensayado, el siguiente procedimiento se aplicará.

a) Examinar visualmente la superficie de la soldadura y el área adyacente para determinar si las discontinuidades proyectadas en la película se deben a irregularidades superficiales y de dimensiones no aceptables.

b) Cualquier indicación que presente duda y pueda ser un defecto de película o de material requerirá tomar otra radiografía para confirmar la sospecha. Si el radiólogo está seguro de su evaluación, solo tomará otra radiografía si es a pedido y cuenta de la parte interesada y se registrará

c) Cualquier confirmación de una discontinuidad detectada por la inspección, y que requiera ser reparada, necesitará ser re radiografiada después de dicha reparación y la placa original y sus reparaciones sometidas a evaluación y archivo

8. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

8.1. CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD DE SOLDADURAS

Los Criterios de Aceptación de las soldaduras radiografiadas serán de acuerdo a lo que se indica en los procedimientos específicos de construcción, especificación técnica del cliente y los criterios de aceptación de la tabla 341.3.2 del Código ASME B31.3.

8.2. SOLDADURAS INACEPTABLES

Los defectos considerados inaceptables contenidos en las soldaduras serán reportados en el informe. Cuando se requiera, las soldaduras deberán ser reparadas de acuerdo a un adecuado procedimiento y re - ensayadas de la misma manera como se radiografió originalmente, manteniendo las posiciones y abarcando las áreas de material nuevo en la unión soldada en la toma radiográfica de reparación, para esta radiografía se añadirá a la identificación de la unión la letra "R".

8.3. DISCONTINUIDADES EN EL METAL BASE

Quemaduras de arco, discontinuidades longitudinales de proceso, o cualquier discontinuidad detectada por Radiografía en la tubería o accesorio, fuera de la soldadura, serán reportadas indicándose que requiere verificación de la inspección visual. La decisión de dicha reparación será efectuada por la Compañía Propietaria de la Obra.

Tabla 341.3.2 Criterio de aceptación de soldaduras y Métodos de examen para evaluación de imperfecciones

Criterio [A - M] para tipos de soldadura y para condiciones de servicio [Nota (1)]											Método de examen			
Servicio normal y de fluidos Categoría M			Condiciones cíclicas severas			Servicio de fluidos Categoría D								
Tipo de soldadura			Tipo de soldadura			Tipo de soldadura								
Sold. en ranura circunferenciales, mitradas y conexiones de derivaciones [Nota (2)]	Sold. de costura longitudinal [Nota (3)]	Sold. de filete [Nota (4)]	Sold. en ranura circunferenciales, mitradas y conexiones de derivaciones [Nota (2)]	Sold. de costura longitudinal [Nota (3)]	Sold. de filete [Nota (4)]	Sold. en ranura circunferenciales, mitradas	Sold. de costura longitudinal [Nota (3)]	Sold. de filete [Nota (4)]	Conexiones de derivaciones [Nota (2)]	Imperfección de soldadura	Visual	Radiografía	Partículas Magnéticas	Líquidos Penetrantes
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	Grieta	√	√	√	√
A	A	A	A	A	A	C	A	N/A	A	Falta de fusión	√	√	...	...
B	A	N/A	A	A	N/A	C	A	N/A	B	Penetración incompleta	√	√	...	...
E	E	N/A	D	D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Porosidad interna	...	√	...	...
G	G	N/A	F	F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Inclusión interna de escoria, inclusión de tungsteno o indicación alargada	...	√	...	...
H	A	H	A	A	A	I	A	H	H	Corte bajo	√	√	...	...
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	Superficie porosa o inclusión de escoria expuesta [Nota (5)]	√	...	...	...
N/A	N/A	N/A	J	J	J	N/A	N/A	N/A	N/A	Acabado superficial	√	...	...	...
K	K	N/A	K	K	N/A	K	K	N/A	K	Superficie de raíz cóncava (socavado)	√	√	...	...
L	L	L	L	L	L	M	M	M	M	Refuerzo de soldadura o protuberancia interna	√	...	...	...

NOTAS INFORMACIÓN GENERALES:
(a) Imperfecciones de soldadura evaluadas por uno más tipos de métodos de examen disponibles, como se especifica en los párrafos 341.4.1, 341.4.2, 341.4.3 y M341.4, por el diseño de ingeniería.
(b) "N/A" indica que el Código no establece un criterio de aceptación o no requiere una evaluación de esta clase de imperfección para este tipo de soldadura.
(c) La marca de verificación (√) indica el método de examen generalmente usado para evaluar este tipo de imperfección de soldadura.
(d) La elipsis (...) indica el método de examen generalmente no usado para este tipo de imperfección de soldadura.

Notas para los criterios de valor para la Tabla 341.3.2

Criterios		
Símbolo	Medida	Valor de los límites aceptables [Nota(s)(1)]
A	Extensión de la imperfección	Cero (imperfección no evidente)
B	Profundidad de penetración incompleto	≤ 1 mm (1/32 pulg.) y $\leq 0.2\overline{T}_c$
	Longitud acumulada de penetración incompleto	≤ 38 mm (1.5 pulg.) en cualquier soldadura de 150 mm (6 pulg.)
C	Profundidad con falta de fusión y penetración incompleta	$\leq 0.2\ \overline{T}_c$
	Longitud acumulada de falta de fusión y penetración incompleta [Nota (7)]	≤ 38 mm (1.5 pulg.) en cualquier soldadura de 150 mm (6 pulg.)
D	Tamaño y distribución de la porosidad interna	Vea el Código BPV, Sección VIII, División 1, Apéndice 4
E	Tamaño y distribución de la porosidad interna	Para $\overline{T}_c \leq 6$ mm (¼ pulg.), el límite es el mismo que D Para $\overline{T}_c > 6$ mm (¼ pulg.), el límite es 1.5 x D
F	Inclusión de escoria, inclusión de tungsteno o indicación de elongación	
	Longitud individual	$\leq \overline{T}_c/3$
	Ancho individual	≤ 2.5 mm (1/10 pulg.) y $\leq \overline{T}_c/3$
	Longitud acumulativa	$\leq \overline{T}_c$ en cualquier $12\overline{T}_c$ longitud de soldadura
G	Inclusión de escoria, inclusión de tungsteno o indicación de elongación	
	Longitud individual	$\leq 2\overline{T}_c$
	Ancho individual	≤ 3 mm (⅛ pulg.) y $\leq \overline{T}_c/2$
	Longitud acumulativa	$\leq 4\overline{T}_c$ en cualquier soldadura de 150 mm (6 pulg.) de longitud
H	Profundidad de la mordedura	≤ 1 mm (1/32 pulg.) y $\leq \overline{T}_c/4$
I	Profundidad de la mordedura	≤ 1.5 mm (1/16 pulg.) y $\leq \overline{T}_c/4$ o 1 mm (1/32 pulg.)
J	Rugosidad superficial	≤ 500 rms. As per ASME B46.1
K	Profundidad de la superficie de raíz cóncava	Espesor total de la junta, incluido el refuerzo de soldadura, $\geq \overline{T}_c$
L	La altura del refuerzo o de la protuberancia interna [Nota (8)] en cualquier plano a lo largo de la soldadura deberá estar dentro de los límites del valor aplicable de la altura indicada en la Tabla a la derecha, excepto como se indica en la Nota (9). El metal de aporte de la soldadura deberá emerger suavemente en las superficies de los componentes.	Para $\overline{T}_c$, mm (pulg.) — Altura, mm (pulg.) ≤ 6 (¼) — ≤ 1.5 (1/16) >6 (¼), ≤ 13 (½) — ≤ 3 (⅛) >13 (½), ≤ 25 (1) — ≤ 4 (5/32) >25 (1) — ≤ 5 (3/16)
M	La altura del refuerzo o de la protuberancia interna [Nota (8)] como se describe en L, la Nota (9) no se aplica	El límite es el doble del valor aplicable para L (arriba)

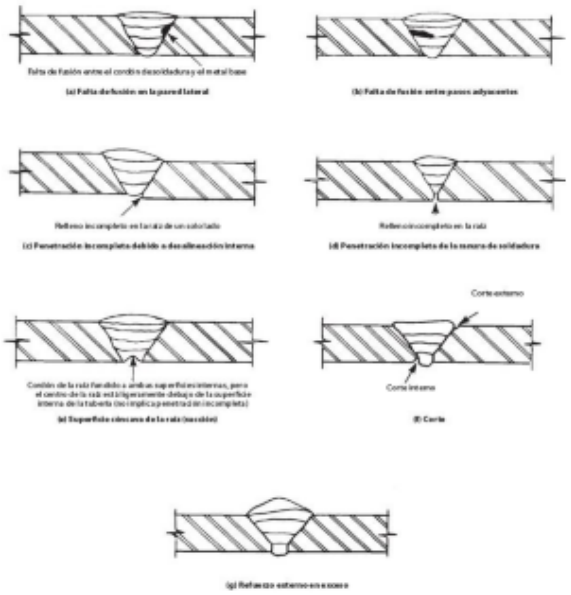
Tabla 341.3.2 Criterio de aceptación de soldaduras y Métodos de examen para evaluación de imperfecciones (continuación)

Notas:
(1) Los criterios indicados son para el examen requerido. Los criterios más exigentes pueden especificarse en el diseño de la ingeniería. Vea también los párrafos 341.5 y 341.5.3.
(2) La soldadura de conexiones de derivaciones incluye soldaduras sometidas a presión en ramales y trasluapes fabricados.
(3) Las juntas de soldaduras longitudinal incluyen costuras rectas y en espiral. El criterio no pretende ser aplicable a las soldaduras realizadas de acuerdo con el listado de normas de la Tabla A-1 o la Tabla 326.1. La Prueba de fugas alternativa requiere el examen de estas soldaduras; consulte el párrafo 345.9.
(4) Las soldaduras de filete incluyen soldaduras embonadas y de sello, y las soldaduras de unión de las bridas deslizantes, los refuerzos de ramales y los soportes.
(5) Estas imperfecciones se evalúan solo para soldaduras de espesor nominal menores o iguales a 5 mm (¾ pulg.).
(6) Donde dos valores límites estén separados por "y", el menor de los valores determina la aceptación. Donde dos conjuntos de valores están separados por "o", el valor mayor es el aceptable. T_n es el espesor nominal de la pared del componente más delgado de los dos componentes unidos con soldadura a tope.
(7) Las caras de la raíz a tope ajustadas y sin fusión son inaceptables.
(8) Para las soldaduras de ranura, la altura es la menor de las medidas realizadas desde las superficies de los componentes adyacentes, ambos el refuerzo y la protuberancia interna está permitido en la soldadura. Para las soldaduras de filete, la altura se mide desde la garganta teórica, vea la Fig. 328.5.2B, no aplica la protuberancia interna.
(9) Solamente para las soldaduras de aleación de aluminio, las protuberancias internas no excederán los siguientes valores:
(a) Para espesores menores o iguales a 2 mm (5/64 pulg.): 1,5 mm (1/16 pulg.)
(b) Para espesores mayores a 2 mm y menores o iguales a 6 mm (1/4 pulg.): 2,5 mm (3/32 pulg.)
Para refuerzos externos y para espesores mayores, vea la tabulación del símbolo (-).

Table T-276
IQI Selection

Nominal Single-Wall Material Thickness Range, in. (mm)	IQI					
	Source Side			Film Side		
	Hole-Type Designation	Essential Hole	Wire-Type Essential Wire	Hole-Type Designation	Essential Hole	Wire-Type Essential Wire
Up to 0.25, incl. (6.4)	12	2T	5	10	2T	4
Over 0.25 through 0.375 (6.4 through 9.5)	15	2T	6	12	2T	5
Over 0.375 through 0.50 (9.5 through 12.7)	17	2T	7	15	2T	6
Over 0.50 through 0.75 (12.7 through 19.0)	20	2T	8	17	2T	7
Over 0.75 through 1.00 (19.0 through 25.4)	25	2T	9	20	2T	8
Over 1.00 through 1.50 (25.4 through 38.1)	30	2T	10	25	2T	9
Over 1.50 through 2.00 (38.1 through 50.8)	35	2T	11	30	2T	10
Over 2.00 through 2.50 (50.8 through 63.5)	40	2T	12	35	2T	11
Over 2.50 through 4.00 (63.5 through 101.6)	50	2T	13	40	2T	12
Over 4.00 through 6.00 (101.6 through 152.4)	60	2T	14	50	2T	13
Over 6.00 through 8.00 (152.4 through 203.2)	80	2T	16	60	2T	14
Over 8.00 through 10.00 (203.2 through 254.0)	100	2T	17	80	2T	16
Over 10.00 through 12.00 (254.0 through 304.8)	120	2T	18	100	2T	17
Over 12.00 through 16.00 (304.8 through 406.4)	160	2T	20	120	2T	18
Over 16.00 through 20.00 (406.4 through 508.0)	200	2T	21	160	2T	20

Fig. 341.3.2 Imperfecciones típicas de soldadura



9.REGISTROS:

- **SGC-C-REG-MEC-013** REGISTRO DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA EN TUBERÍAS DE ACERO.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO DE AJUSTE Y TORQUE EN UNIONES EMPERNADAS"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

ÍNDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. DOCUMENTOS REFERENCIA 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES 2
7. EQUIPOS E INSTRUMENTOS 3
8. PROCEDIMIENTO DE TORQUEO 3
   8.1. IDENTIFICACIÓN DE JUNTAS 3
   8.2. PASOS PARA EL TORQUEO DE PERNOS EN ESTRUCTURAS 3
   8.3. PASOS PARA EL TORQUEO DE PERNOS EN UNIÓN DE BRIDAS 4
9. REGISTRO 6
10. ANEXOS 7

1. OBJETIVO

Establecer la correcta ejecución del proceso de ajuste y Torque en uniones empernadas garantizando la calidad de la misma proporcionando el torque necesario.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para los trabajos donde se efectúen uniones empernadas en estructuras metálicas y unión de bridas (piping) en la empresa Sergear SAC.

3. DOCUMENTOS REFERENCIA

- Especificaciones técnicas de estructuras y tuberías del cliente.
- Especificación técnica estructuras mecánicas.
- Especificaciones Instalación en terreno de tubería de acero y HDPE.
- Especificaciones Fabricación en taller de tubería de acero.
- Especificaciones Fabricación de soportes para tuberías.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

- ANSI / ASME B16.5 Pipe flanges and flanged fittings.
- ASTM A325
- ASTM A307
- ASTM A193 Gr B7
- ASTM A36
- ASTM A 53-B
- ASTM A105

5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Torque:** Se define por Torque o Momento de rotación a la expresión dada por: t = r x F.
- **Brida:** Accesorio utilizado en la conformación de las uniones bridadas de tuberías, cuyo diseño y construcción responde a la Norma ASME/ANSI B.16.5 la cual también incluye requerimientos y recomendaciones para bulones y juntas.
- **Dobladuras:** El doblamiento por stress es otra posible falla que sufren los pernos además de la tensión longitudinal y la carga cortante. El doblamiento se origina al soportar cargas que no están perpendiculares al eje longitudinal del perno ya que su localización y dirección son contrarias al eje del perno.
- **Fatiga:** La fatiga es cíclica, donde un perno, es sometido a una cantidad pequeña de torque y una carga alternada de servicio. Esto causa que los pernos fallen o se rompan aún a cargas menores que las establecidas. La vida de un perno bajo una condición de fatiga, depende del número de veces y la magnitud del ciclo.
- **Corrosión:** Otra causa de ruptura en los pernos es la corrosión que puede tener varias formas, tal como descomposición química, corrosión galvánica entre metales distintos, oxidación en recentaduras causadas por tensión.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.

- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Torquímetro (debidamente calibrado).
- Juego de dados.
- Escobilla de Acero.
- Llave de boca y mixta.
- Llave de impacto.
- Cajón de herramientas.

8. PROCEDIMIENTO DE TORQUEO

8.1. IDENTIFICACIÓN DE JUNTAS

Se identificará cada unión empernada por nudos según planos de montaje de estructuras y/o tuberías (spools) y equipos, para luego poder protocolizar el torqueado realizado.

8.2. PASOS PARA EL TORQUEO DE PERNOS EN ESTRUCTURAS

En el caso de estructuras empernadas Una vez que los elementos estructurales estén alineados y nivelados, se procederá al ajuste final de los pernos con torquímetros, teniendo cuidado de dejar marcas visibles en los pernos ya ajustados.

- El personal encargado del empernado tendrá conocimiento de la secuencia de torqueo.
- Se procederá a realizar el torqueo de las estructuras de acuerdo a la secuencia y la cantidad de torque establecido para cada perno.
- Limpiar la zona y los pernos donde se realizará el torqueo.
- Se le suministrara al operador una tabla de torque de acuerdo al diámetro del perno y el tipo.
- Se le proporcionará al operador un Torquímetro el cual contará con su certificado de calibración vigente.
- El ayudante deberá tener pintura del color de la estructura para el marcado de los pernos torqueados.
- La secuencia de torqueo de los pernos será alternada, al final se tiene que cumplir con el torque en todas las uniones.
- Se realizará registros e inspecciones del control de calidad.
- Después de realizar el torqueo de pernos se procederá a pintar al color de acabado de las estructuras.
- Ver en los anexos de este procedimiento la tabla de torque en pernos para unión de estructuras.

8.3. PASOS PARA EL TORQUEO DE PERNOS EN UNIÓN DE BRIDAS

- Antes durante y después del torqueo de las bridas se debe tener en cuenta las recomendaciones de limpieza.
- La ejecución de esta actividad consiste en realizar las conexiones mediante bridas de los sistemas de tuberías y otras conexiones.
- Dentro de las actividades que conforman el proceso constructivo del presente procedimiento, el Área de Construcción debe tener en cuenta los siguientes pasos a seguir para realizar la correcta instalación de uniones:

a) La fuga en la brida resulta de las diferencias siguientes:

- Alineamiento inapropiado de bridas. (Angular, axial o lateral)
- Daño a la cara de la brida mecanizada y/o empaquetadura.
- Lubricante insuficiente o inapropiado en el hilo. (En caso aplique)
- Carga irregular de pernos.
- Apriete inapropiado.
- Tamaño y/o clase de empaquetadura inapropiada.
- Inapropiada posición de la empaquetadura.

b) Para realizar una correcta conexión de bridas empernadas se seguirán los siguientes pasos:

- Todos los componentes (Empaquetaduras, cara de bridas, arandelas, y pernos) serán inspeccionadas por daños y/o fragmentos antes del ensamble. Note que la marca de la herramienta radial y la raya a través de la superficie de asiento de la brida son prácticamente imposibles de sellar sin tener en cuenta del tipo de empaquetadura a utilizar.
- Cualquier componente dañado será reparado o reemplazado.
- Los pernos roscados, agujeros de pernos, y superficie soporte será limpiada de todo residuo, incluido lubricantes usados.
- Los solventes para lavar componentes serán secados por completo antes de la aplicación de nuevos lubricantes.
- Las tuercas serán colocadas por completo en el perno para asegurar el aseguramiento apropiado.
- Las bridas serán alineadas apropiadamente y serán paralelas. El des alineamiento axial de las bridas será dentro de los 3mm (1/8"). Los espacios entre las bridas serán igual sobre la superficie completa de la cara de asiento de la empaquetadura, dejando no más que 6mm (1/4") de espacio entre las caras de la brida para insertar los Empaquetaduras. Los agujeros de los pernos de las bridas serán alineados dentro de los 3mm (1/8") de desviación máxima, permitiendo el pase fácil de espárragos por los agujeros de los pernos de la brida.
- Los espárragos y tuercas más bajos (dos espárragos para brida de 4 pernos y cuatro espárragos para las demás configuraciones) serán instaladas.
- Una nueva empaquetadura (las empaquetaduras viejas nunca serán rehusadas) serán instaladas, permitiendo ser movidas y centradas por los espárragos sueltos.
- Los espárragos y tuercas restantes serán instaladas.
- Es esencial que las empaquetaduras estén posicionadas centradas dentro de los círculos de los pernos y paralelos a las caras de la brida.

- Todas las tuercas serán ajustadas para un "ajuste firme" con el mismo torque, dejando hilo en ambos lados del espárrago, (mínimo 3 hilos).
- La secuencia de empernado será iniciada como se especifica en la sección c. (materiales de intermedio y alto rendimiento) o sección d. (materiales de pernos de bajo rendimiento).

c) Secuencia de apriete de pernos de la brida para pernos de material de intermedia y alta resistencia.

- Todos los espárragos serán ajustados usando una secuencia cruzada para obtener una distribución igual de cargas de apriete en la empaquetadura (Ver Figura 1 de Anexo).
- Es importante que esto suceda que no más que el 33% de las cargas requeridas para la tensión de los pernos sea alcanzada en el ajuste inicial.
- Cuando la secuencia final de ajuste de los pernos ha sido completada, un hilo completo de cada pasador o perno, como mínimo, extenderá si es posible a la tuerca para asegurar el apropiado engranaje de los hilos.
- Mientras use un torquímetro, los sujetadores serán ajustados con un regular, estirón continuo. El ajuste con afinado, la acción brusca producirá resultados de torque falsos.
- La tabla 1, tabla 2 y tabla 3 será usada para asegurar el ajuste correcto De juntas Empernadas.
  - **Tabla 1, Tipo de Empaquetadura Vs Tensión en el Perno:** Esta tabla será usada en conjunto con el tipo de Empaquetadura y clase de brida para determinar cuál es la tensión del perno a ser usada. Una vez que la correcta tensión en el perno está fijada, la tabla 2 será referenciada para valores de torques.
  - **Tabla 2 y 3, tabla de torques (inglés).** Estas tablas contienen valores de torque, basados en tamaños de pernos, que serán usados en el siguiente procedimiento de apriete.
- Tres secuencias de pasos será usados para lograr la apropiada tensión sobre el asiento de la empaquetadura.
  - **Paso 1:** Usando el "Primer Nivel de tensión del perno" de la tabla 1, elegir el valor de torque asociado con el tamaño del perno apropiado en la Tabla 2 y el torque en todos los pernos para que el valor en la secuencia de ajuste sea como se muestra en la Figura 1.
  - **Paso 2:** Usar el "Segundo Nivel de tensión del perno" de la tabla 1, elegir el valor del torque asociado con el tamaño del perno apropiado en la tabla 2 y el torque en todo el perno para que el valor en la secuencia de ajuste como muestra en la figura 1.
  - **Paso 3:** Use el "Nivel Final de tensión del perno" de la tabla 1, elegir el valor del torque asociado con el tamaño del perno apropiado en la tabla 2 y el torque de todos los pernos para que el valor en la secuencia

de apriete como se muestra en la figura 1, marcar los pernos como se va dando el torqueo final.

d) **Secuencia de apriete de los pernos de las bridas para material de pernos de bajo rendimiento.**

- Este procedimiento será utilizado para todas las instalaciones donde los materiales de los pernos (no más que 30Ksi (207 MPa) de rendimiento de resistencia mínima especificada) en el proceso/servicio satisfactorio de tubería, condiciones y mantenimiento de integridad de juntas en condiciones de operación, pero no son de suficiente resistencia a asientos apropiados de empaquetaduras sin exceder el nivel de esfuerzo máximo permitido de los pernos de baja resistencia.
- Instalar los espárragos de rendimiento alto (ASTM A193 Gr. B7) para secciones **c** y **d** de este procedimiento.
- En complemento a este procedimiento previo, aflojar todos los espárragos a aproximadamente el 50% de los 45 Ksi (310 MPa) de tensión en el asiento (observar 20Ksi (138 MPa) valores en la tabla 2)
- Para completar el procedimiento de empernado de bajo rendimiento, empezar en los espárragos No. 1 descendiendo según las agujas del reloj, remover uno de los pernos temporales en cada tiempo y reemplazar con los espárragos de bajo rendimiento y las tuercas como se listan en las especificaciones de tuberías individuales. El torque de cada espárrago de bajo rendimiento para 20Ksi (138MPa) niveles de tensión como está insertado.

9. REGISTRO

- **SGC-C-REG-MEC-014** REGISTRO GENERAL DE AJUSTE Y TORQUE.

10. ANEXOS

Figura 1: Secuencia de apriete de empernado de las Bridas

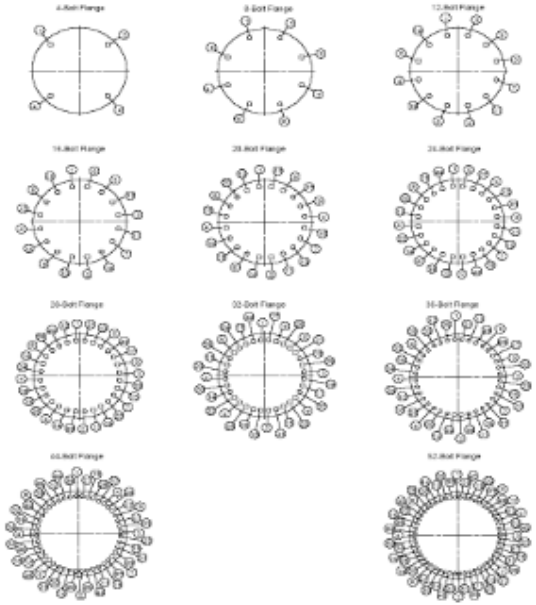


Tabla 1: Tipo de Empaquetadura versus Tensión en el Perno

Gasket Type	Notes	Sequence Level: First Level (Bolt Stress)		Second Level (Bolt Stress)		Final Level (Bolt Stress)	
		Metric (MPa)	US (KSI)	Metric (MPa)	US (KSI)	Metric (MPa)	US (KSI)
Low-Stress, Spiral-Wound with Gauge Ring	1	69	10	138	20	207	30
Spiral-Wound with Gauge Ring	2	103	15	207	30	310	45
Spiral-Wound without Gauge Ring	3, 4	103	15	207	30	310	45
Metal Jacketed	3	103	15	207	30	310	45
Ring Type Joint (RTJ)		103	15	207	30	310	45
Sheet Gasket (Ring) Class 150	5	69	10	138	20	207	30
Sheet Gasket (Ring) Class 300	5	103	15	207	30	310	45
Red Rubber (Flat Face)	6	69	10	138	20	207	30
Taskline PTFE		69	10	138	20	207	30

Notas:

1. Low-Stress, Spiral-Wound con o sin el anillo interno, son las empaquetaduras de baja compresión para bridas ASME Class 150. Sellan con una tensión del perno de 25,000 psi en lugar de 45,000 psi.
2. Estándar, empaquetaduras de spiral, con o sin anillo interno, para bridas ASME Clase 300 y superior.
3. Para uso en sistema de empaquetaduras capturadas solamente (Ejemplo: Empaquetaduras en cumbrera de intercambiadores de calor).

4. Autorización final para estos tipos de empaques es de 3.2mm/3.4mm (0.125"/0.135") entre las caras de la brida.
5. Los tipos de empaquetaduras incluyen: Union Carbide Grafoil, Garlock Blue-Gard, Durabla Black, Flexitallic Sigma 511, Garlock 3510.
6. Garlock estilo 22 Empaquetadura de caucho roja.

Tabla 2: Tabla de Torque en Unidades US

		Bolt Stress													
		5 ksi		10 ksi		15 ksi		20 ksi		30 ksi		45 ksi		60 ksi	
Nominal Diameter of Stud (Inch)	Number of Threads (Per Inch)	Torque Ft. Lb.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lb.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lbs.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lbs.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lbs.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lbs.	Compression Lbs.	Torque Ft. Lbs.	Compression Lbs.
1/4	20	1	135	2	270	2	405	3	540	4	810	6	1,215	8	1,620
5/16	18	1	225	3	450	4	675	5	900	8	1350	12	2,025	16	2,700
3/8	16	2	340	4	680	6	1020	8	1360	12	2040	18	3,060	24	4,080
7/16	14	3	465	7	930	10	1395	13	1860	20	2790	30	4,185	40	5,580
1/2	13	5	630	10	1260	15	1890	20	2520	30	3780	45	5,670	60	7,560
9/16	12	8	810	15	1620	23	2430	31	3240	45	4860	68	7,290	90	9,720
5/8	11	10	1010	20	2020	30	3030	40	4040	60	6060	90	9,090	120	12,120
3/4	10	17	1510	33	3020	50	4530	67	6040	100	9060	150	13,590	200	18,120
7/8	9	27	2095	53	4190	80	6285	107	8380	160	12570	240	18,855	320	25,140
1	8	41	2755	82	5510	123	8265	164	11020	245	16530	368	24,795	490	33,060
1 1/8	8	59	3640	119	7280	178	10920	237	14560	355	21840	533	32,760	710	43,680
1 1/4	8	83	4645	167	9290	250	13935	333	18580	500	27870	750	41,805	1,000	55,740
1 3/8	8	113	5775	227	11550	340	17325	453	23100	680	34650	1020	51,975	1,360	69,300
1 1/2	8	133	7025	267	14050	400	21075	533	28100	800	42150	1200	63,225	1,600	84,300
1 5/8	8	183	8400	367	16800	550	25200	733	33600	1100	50400	1650	75,600	2,200	100,800
1 3/4	8	250	9900	500	19800	750	29700	1000	39600	1500	59400	2250	89,100	3,000	118,800
1 7/8	8	333	11520	667	23040	1000	34560	1333	46080	2000	69120	3000	103,680	4,000	138,240
2	8	367	13260	733	26520	1100	39780	1467	53040	2200	79560	3300	119,340	4,400	159,120
2 1/4	8	530	17115	1060	34230	1590	51345	2120	68460	3180	102690	4770	154,035	6,360	205,380
2 1/2	8	733	21460	1467	42920	2200	64380	2933	85840	4400	128760	6600	193,140	8,800	257,520
2 3/4	8	987	26295	1973	52590	2960	78885	3946	105180	5920	157770	8880	236,655	11,840	315,540
3	8	1287	31620	2573	63240	3860	94860	5147	126480	7720	189720	11580	284,580	15,440	379,440

Tabla 3: de Torque en bridas y espárragos

Tabla de bridas y espárragos ASME B16.5 y bridas BS 1560

	Pressure Class 150lb					Pressure Class 300lb					Pressure Class 600lb				
Nom Bore	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD
1/2"		3.1/2"	4	1/2"	2.3/8"	R11	3.3/4"	4	1/2"	2.5/8"	R11	3.3/4"	4	3.3/4"	2.5/8"
3/4"		3.7/8"	4	1/2"	2.3/4"	R13	4.5/8"	4	5/8"	3.1/4"	R13	4.5/8"	4	4.5/8"	3.1/4"
1"	R15	4.1/4"	4	1/2"	3.1/8"	R16	4.7/8"	4	5/8"	3.1/2"	R16	4.7/8"	4	4.7/8"	3.1/2"
1.1/4"	R17	4.5/8"	4	1/2"	3.1/2"	R18	5.1/4"	4	5/8"	3.7/8"	R18	5.1/4"	4	5.1/4"	3.7/8"
1.1/2"	R19	5"	4	1/2"	3.7/8"	R20	6.1/8"	4	3/4"	4.1/2"	R20	6.1/8"	4	6.1/8"	4.1/2"
2"	R22	6"	4	5/8"	4.3/4"	R23	6.1/2"	8	5/8"	5"	R23	6.1/2"	8	6.1/2"	5"
2.1/2"	R25	7"	4	5/8"	5.1/2"	R26	7.1/2"	8	3/4"	5.7/8"	R26	7.1/2"	8	7.1/2"	5.7/8"
3"	R29	7.1/2"	4	5/8"	6"	R31	8.1/4"	8	3/4"	6.5/8"	R31	8.1/4"	8	8.1/4"	6.5/8"
3.1/2"	R33	8.1/2"	8	5/8"	7"	R34	9"	8	3/4"	7.1/4"	R34	9"	8	7/8"	7.1/4"
4"	R36	9"	8	5/8"	7.1/2"	R37	10"	8	3/4"	7.7/8"	R37	10.3/4"	8	7/8"	8.1/2"
5"	R40	10"	8	3/4"	8.1/2"	R41	11"	8	3/4"	9.1/4"	R41	13"	8	1"	10.1/2"
6"	R43	11"	8	3/4"	9.1/2"	R45	12.1/2"	12	3/4"	10.5/8"	R45	14"	12	1"	11.1/2"
8"	R48	13.1/2"	8	3/4"	11.3/4"	R49	15"	12	7/8"	13"	R49	16.1/2"	12	1.1/8"	13.3/4"
10"	R52	16"	8	7/8"	14.1/4"	R53	17.1/2"	16	1"	15.1/4"	R53	20"	16	1.1/4"	17"
12"	R56	19"	12	7/8"	17"	R57	20.1/2"	16	1.1/8"	17.3/4"	R57	22"	20	1.1/4"	19.1/4"
14"	R59	21"	12	1"	18.3/4"	R61	23"	20	1.1/8"	20.1/4"	R61	23.3/4"	20	1.3/8"	20.3/4"
16"	R64	23.1/2"	16	1"	21.1/4"	R65	25.1/2"	20	1.1/4"	22.1/2"	R65	27"	20	1.1/2"	23.3/4"
18"	R68	25"	16	1.1/8"	22.3/4"	R69	28"	24	1.1/4"	24.3/4"	R69	29.1/4"	20	1.5/8"	25.3/4"
20"	R72	27.1/2"	20	1.1/8"	25"	R73	30.1/2"	24	1.1/4"	27"	R73	32"	24	1.5/8"	28.1/2"
24"	R76	32"	20	1.1/4"	29.1/2"	R77	36"	24	1.1/2"	32"	R77	37"	24	1.7/8"	33"

	Pressure Class 900lb					Pressure Class 1500lb					Pressure Class 2500lb				
Nom Bore	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD	Ring No	Flange OD	No of Bolts	Bolt Dia	Bolt PCD
1/2"	R12	4.3/4"	4	3/4"	3.1/4"	R12	4.3/4"	4	3/4"	3.1/4"	R13	5.1/4"	4	3/4"	3.1/2"
3/4"	R14	5.1/8"	4	3/4"	3.1/2"	R14	5.1/8"	4	3/4"	3.1/2"	R16	5.1/2"	4	3/4"	3.3/4"
1"	R16	5.7/8"	4	7/8"	4"	R16	5.7/8"	4	7/8"	4"	R18	6.1/4"	4	7/8"	4.1/4"
1.1/4"	R18	6.1/4"	4	7/8"	4.3/8"	R18	6.1/4"	4	7/8"	4.3/8"	R21	7.1/4"	4	1"	5.1/8"
1.1/2"	R20	7"	4	1"	4.7/8"	R20	7"	4	1"	4.7/8"	R23	8"	4	1.1/8"	5.3/4"
2"	R24	8.1/2"	8	7/8"	6.1/2"	R24	8.1/2"	8	7/8"	6.1/2"	R26	9.1/4"	8	1"	6.3/4"
2.1/2"	R27	9.5/8"	8	1"	7.1/2"	R27	9.5/8"	8	1"	7.1/2"	R28	10.1/2"	8	1.1/8"	7.3/4"
3"	R31	9.1/2"	8	7/8"	7.1/2"	R35	10.1/2"	8	1.1/8"	8"	R32	12"	8	1.1/4"	9"
4"	R37	11.1/2"	8	1.1/8"	9.1/4"	R39	12.1/4"	8	1.1/4"	9.1/2"	R38	14"	8	1.1/2"	10.3/4"
5"	R41	13.3/4"	8	1.1/4"	11"	R44	14.3/4"	8	1.1/2"	11.1/2"	R42	16.1/2"	8	1.3/4"	12.3/4"
6"	R45	15"	12	1.1/8"	12.1/2"	R46	15.1/2"	12	1.3/8"	12.1/2"	R47	19"	8	2"	14.1/2"
8"	R49	18.1/2"	12	1.3/8"	15.1/2"	R50	19"	12	1.5/8"	15.1/2"	R51	21.3/4"	12"	2"	17.1/4"
10"	R53	21.1/2"	16	1.3/8"	18.1/2"	R54	23"	12	1.7/8"	19"	R55	26.1/2"	12"	2.1/2"	21.1/4"
12"	R57	24"	20	1.3/8"	21"	R58	26.1/2"	16	2"	22.1/2"	R60	30"	12"	2.3/4"	24.3/8"
14"	R62	25.1/4"	20	1.1/2"	22"	R63	29.1/2"	16	2.1/4"	25"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
16"	R66	27.3/4"	20	1.5/8"	24.1/4"	R67	32.1/2"	16	2.1/2"	27.3/4"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
18"	R70	31"	20	1.7/8"	27"	R71	36"	16	2.1/4"	30.1/2"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
20"	R74	33.3/4"	20	2"	29.1/2"	R75	38.3/4"	16	3"	32.3/4"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
24"	R78	41"	20	2.1/2"	35.1/2"	R79	46"	16	3.1/2"	39"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Torque para espárragos

	30,000psi		45,000psi		60,000psi	
Bolt Dia	Torque Ft/lbs	Load lbs	Torque Ft/lbs	Load lbs	Torque Ft/lbs	Load lbs
1/4"	4	810	6	1215	8	1620
5/16"	8	1350	13	2025	16	2700
3/8"	12	2040	18	3060	24	4080
7/16"	20	2790	30	4185	40	5580
1/2"	30	3780	45	5670	60	7560
9/16"	45	4860	68	7290	90	9720
5/8"	60	6060	90	9090	120	12120
3/4"	100	9060	150	13590	200	18120
7/8"	160	12570	240	18855	320	25140
1"	245	16530	368	24795	490	33060
1.1/8"	355	21840	533	32760	710	43680
1.1/4"	500	27870	750	41805	1000	55740
1.3/8"	680	34650	1020	51975	1360	69300
1.1/2"	800	42150	1200	63225	1600	84300
1.5/8"	1100	50400	1650	75600	2200	100800
1.3/4"	1500	59400	2250	89100	3000	118800
1.7/8"	2000	69120	3000	103680	4000	138240
2"	2200	79560	3300	119340	4400	159120
2.1/4"	3180	102690	4770	154035	6360	205380
2.1/2"	4400	128760	6600	193140	8800	257520
2.3/4"	5920	157770	8880	236655	11840	315540
3"	7720	189720	11580	284580	15440	379440
3.1/4"	10000	224700	15000	337050	20000	449400
3.1/2"	12500	262500	18750	393750	25000	525000
3.3/4"	15400	303300	23150	454950	30900	606600

Notas

Carga en libras sobre los espárragos cuando el torq	ue arriba
señalado sea aplicado	
La cuerda del perno la tuerca y la superficie deben	estar lubricados
antes de aprieteEs muy recomendado que el equipo de apriete hidrául	ico sea usado
en pernos de 1 1/8" hacia arriba	
Controlar el apriete del perno es muy recomendado p	ara minimizar
el riesgo de fugas en el ensamblado	
En el ensamblado lo que fuga es la brida y no el em	paque.

TABLA 4: torque en pernos para unión de estructuras

VALORES DE TORQUE NORMALES SUGERIDOS PARA ELEMENTOS DE SUJECIÓN INDUSTRIAL (SEGÚN MANUAL DE TORQUE HAND TOOL DIVISION)

GRADOS Y MARCAS SODIPER	ESPECIFICACIÓN	1/4"		5/16"		3/8"		7/16"		1/2"		9/16"		5/8"		3/4"		7/8"		1"		1.1/8"		1.1/4"		1.3/8"		1.1/2"	
		lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	s/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m
GRADO 2	ASTM A-307 GRADO A	6	0.83	11	1.52	19	2.63	30	4.15	45	6.22	66	9.12	93	12.86	150	20.75	202	27.90	300	41.50	474	65.50	659	91.10	884	122.30	1157	148.20
GRADO 5	ASTM A-449 TIPO 1	9	1.24	18	2.48	31	4.30	50	6.90	75	10.37	110	15.21	150	20.75	250	34.56	378	52.30	583	80.60	782	108.20	1097	151.70	1461	202.10	1748	241.70
GRADO 8	ASTM A-354 GRADO BD	13	1.80	29	3.97	46	6.36	75	10.37	115	15.90	165	22.82	225	31.12	370	51.17	591	81.70	893	123.50	1410	195.00	1964	271.60	2833	364.10	3150	435.60
A-325	ASTM A-325 (NOTA 1)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	13.83	—	—	200	27.66	355	49.10	525	72.60	790	109.30	1080	148.60	1495	206.80	1960	271.10	2600	359.60
A-490	ASTM A-490 (NOTA 1)	—	—	—	—	55	7.60	90	12.45	138	19.08	196	27.38	270	37.34	444	61.40	709	98.10	1071	148.10	1692	234.00	3264	326.40	3159	436.90	3780	522.80
	ANSI B18.6.3 SAE J 478	75 lbs/pul	0.86	140 lbs/pul	1.61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ASTM A-574	14	1.93	30	4.14	50	6.90	81	11.18	121	16.70	176	24.29	240	33.12	395	54.51	629	86.90	954	133.00	1523	210.10	2120	292.50	2843	392.30	3402	469.47

NOTA 1: ESPECIFICACIONES DE TORQUE VALEN PARA SUJECIÓN PERMANENTE EN ESTRUCTURAS DE ACERO

TABLA 5: TORQUE –TUBERÍAS HDPE

Examples of Estimated Bolt Torque to "Seat" the HDPE Flange Face To

A Butterfly-Valve, Steel Pipe Flange, or Ductile Iron Flange.

IPS Nominal Pipe Size	LJF Bolt Dia. (inches)	Initial Minimum Number of Bolts	Initial Minimum Lubed Torque (Ft-Lbs)	Initial Maximum Lubed Torque (Ft-Lbs)	HDPE Flange OD / Steel Pipe ID (inches)
2"	0.625	4	22	32	3.90 / 2.067
3"	0.625	4	30	45	5.00 / 3.068
4"	0.625	8	30	45	6.60 / 4.026
5"	0.75	8	44	66	7.50 / 4.40
6"	0.75	8	44	66	8.50 / 6.06
8"	0.75	8	58	88	10.63 / 7.98
10"	0.875	12	58	88	12.75 / 10.02
12"	0.875	12	75	114	15.00 / 11.94
14"	1.000	12	140	210	17.50 / 13.13
16"	1.000	16	140	210	20.00 / 15.00
18"	1.125	16	140	210	21.12 / 16.88
20"	1.125	20	140	210	23.50 / 18.81
22"	1.25	20	160	240	25.60 / 21.25
24"	1.25	20	180	270	28.00 / 23.25
26"	1.25	24	180	270	30.00 / 25.25
28"	1.25	28	180	270	32.30 / 27.25
30"	1.25	28	180	270	34.30 / 29.25
32"	1.50	28	240	360	36.50 / 31.00
34"	1.50	32	240	360	38.50 / 33.00
36"	1.50	32	260	390	40.80 / 35.00
40"	1.50	36	310	465	46.00 / 39.00
42"	1.50	36	310	465	47.50 / 41.00
48"	1.50	44	310	465	54.00 / 47.00
54"	1.75	44	365	550	60.00 / 53.00

TABLE 2 **ASME B 16.5**

EXAMPLES OF ESTIMATED BOLT TORQUE TO "SEAT" HDPE FLANGE FACES:

NOTE: For bolting to ductile-iron pipe, steel flanges or butterfly valves, the flange face contact area is about half, so bolt torque for that flange pair will be measurably less (refer to Table #3).

IPS Nominal Pipe Size	LJF Bolt Diameter	Initial Number of Bolts	Minimum Lubed Torque (Ft-Lbs)	Initial Maximum Lubed Torque (Ft-Lbs)	Flange OD/ ID (inches)
2"	0.625	4	23	35	3.9 / 1.94
3"	0.625	4	33	50	5.0 / 2.86
4"	0.625	8	33	50	6.6 / 3.68
5"	0.75	8	44	66	7.5 / 4.40
6"	0.75	8	50	75	8.5 / 5.42
8"	0.75	8	80	120	10.63 / 6.76
10"	0.875	12	80	120	12.75 / 8.79
12"	0.875	12	105	160	15.00/ 10.43
14"	1.000	12	180	270	17.50 / 11.45
16"	1.000	16	180	270	20.00 / 13.09
18"	1.125	16	200	300	21.12 / 14.73
20"	1.125	20	200	300	23.50 / 16.36
22"	1.25	20	260	390	25.60 / 18.00
24"	1.25	20	290	435	28.00 / 19.64
26"	1.25	24	290-	435	30.00 / 21.27
28"	1.25	28	290	435	32.30 / 22.91
30"	1.25	28	325	488	34.30 / 24.54
32"	1.50	28	425	640	36.50 / 26.18
34"	1.50	32	425	640	38.50 / 27.82
36"	1.50	32	460	690	40.80 / 29.45
40"	1.50	36	460	690	46.00 / 35.29
42"	1.50	36	460	690	47.50 / 37.06
48"	1.50	44	460	690	54.00 / 43.43
54"	1.75	44	560	840	60.00 / 48.86

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO PARA PRUEBAS HIDROSTÁTICAS Y FLUSHING EN TUBERÍAS"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. *OBJETIVO* 2
2. *ALCANCE* 2
3. *DOCUMENTOS REFERENCIALES* 2
4. *NORMAS* 2
5. *DEFINICIONES* 2
6. *RESPONSABILIDADES* 3
7. *EQUIPOS Y MATERIALES* 3
8. *DESARROLLO:* 3
   - 8.1. ACTIVIDADES PREVIAS 3
   - 8.2. REQUISITOS GENERALES DE LAS PRUEBAS: 4
   - 8.3. PREPARACIÓN PARA LA PRUEBA: 5
   - 8.4. FLUIDO DE PRUEBA 5
   - 8.5. PROCEDIMIENTO 5
9. *CRITERIOS DE ACEPTACIÓN* 6
10. *REGISTROS* 6

7. Procedimiento para pruebas hidrostáticas y Flushing

1. OBJETIVO

Determinar una secuencia de actividades aplicables a la ejecución del control en el ensayo de pruebas hidrostáticas en tuberías de acero y HDPE siguiendo los parámetros de especificaciones técnicas de las diferentes Líneas entregadas por el cliente SPCC con la finalidad de lograr un correcto funcionamiento de estos.

2. ALCANCE

El alcance de este procedimiento es aplicable a todas las actividades de prueba hidrostática en tuberías de acero y HDPE en la empresa Sergear SAC.

3. DOCUMENTOS REFERENCIALES

- Especificaciones técnicas de tuberías del cliente.
- Alcances de construcción del cliente.
- Especificación Instalación en terreno de tubería de acero y HDPE.
- Especificación Fabricación en taller de tubería de acero y HDPE.
- Especificación Pruebas hidrostáticas de tuberías.
- Listado de líneas entregado por el cliente donde se especifica el valor de la presión de prueba de cada línea.
- Criterios de diseño.
- Certificados de calidad de materiales.

4. NORMAS

- ASME B31.3 Tuberías de proceso
- AWS American welding society.
- ASNT American society for Non-Destructive Testing.
- ASTM American society for testing and materials.
- ANSI American National standards institute.
- ASME American society of mechanical Engineers.
- ASTM F 2620 Práctica estándar para uniones por fusión de tuberías y accesorios de polietileno.
- ASME SECCIÓN IX Asme boiler and Pressure Vessel Code an International Code, PART QF PLASTIC FUSING.

5. DEFINICIONES

Prueba Hidrostática: Es la prueba de presión a la que deben someterse las tuberías para certificar su hermeticidad, sosteniendo la presión Durante un tiempo establecido, utilizando agua como fluido de prueba.

La presión de prueba será de acuerdo a las especificaciones suministradas por el Cliente, normalmente es al 150% de la presión de diseño según norma ASME B31.3

Tuberías de acero A53-B: Tubos de acero al carbono que está diseñada para aplicaciones mecánicas y de presión y también es aceptable para usos ordinarios en líneas de vapor, agua, gas y aire. Es adecuado para la soldadura, y es adecuado para las operaciones de formación de bobinado, plegado y rebordeado, con sujeción a ciertas cualificaciones.

Tuberías HDPE: El polietileno de alta densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos (como el polipropileno), o de los polietilenos. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como HDPE (por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene) o PEAD (polietileno de

alta densidad). Este material se utiliza para: Tuberías para distribución de agua potable, Impermeabilización de terrenos (vertederos, piscinas, estanques, pilas dinámicas en la gran minería).

Pruebas de Presión: estás pueden ser prueba hidrostática, neumática o de servicio según sea el caso. La prueba se hará a la presión que indiquen las especificaciones técnicas suministradas por el cliente.

Si la presión de prueba para dos o más líneas es la misma, entonces ésta se podrá hacer en forma simultánea siempre y cuando el fluido de prueba también sea el mismo.

Si la presión de prueba para dos o más líneas es diferente, también se podrá hacer en forma simultánea siempre y cuando se haga a la presión más alta, luego de verificar que el material de la línea sometida a presiones menores puede resistir la presión de prueba.

La presión de prueba debe mantenerse por un período mínimo de 2 horas más el tiempo extra que se necesite para la revisión de posibles filtraciones en todas las uniones.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. Vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. EQUIPOS Y MATERIALES

- Bomba manual o motorizada para pruebas hidrostáticas.
- 01 Torquimetro 300 ft.lb o 600 ft.lb debidamente calibrado.
- Kitt de inspección visual y dimensiones (vernier, galgas, calibres, linterna).
- Manómetro (rangos 0 a 300 ó 0 a 600 psi) calibración vigente. (según sea el valor de diseño de los spools)
- Malla para señalización.
- Cintas de seguridad.
- Botiquín implementado para primeros auxilios.
- Bridas ciegas, válvulas bolas.

8. DESARROLLO:

8.1. ACTIVIDADES PREVIAS.

- Se realizará la inspección de la zona de trabajo, para poder señalizar, el área donde se realizará las pruebas.

- Se realizará la gestión de documentación pertinente, IPERC, PETAR y demás inspecciones a equipos.
- Todas las uniones soldadas, roscadas o bridadas deberán estar descubiertas y expuestas para la inspección, incluyendo aquellas que deban quedar luego enterradas o forradas con aislamiento.
- Todo equipo o sección de tubería que no deba ser sometido a la prueba, deberá ser desconectado y reemplazado por una pieza de tubo o aislado de la zona presurizada mediante válvula o brida ciega.
- Todo equipo que interfiera con el llenado, eliminación de aire o drenaje, tales como bridas de orificio o toberas de medición de flujo, igualmente, deberá ser retirado o aislado.
- Los siguientes equipos no deberán ser sometidos a la prueba hidrostática de la tubería: Bombas, turbinas, compresoras, Válvulas de seguridad, discos de ruptura, mata chispa, filtros, válvulas de control de flujo, opresión, medidores de flujo y Cualquier equipo cuya presión de prueba se ignore.
- Los manómetros que formen parte de la instalación sujeta a prueba, deberán ser retirados o aislados si la presión de prueba excede el rango de su escala.
- La presión de prueba calculada y la máxima presión para cada línea deberán ser especificadas en el listado de líneas de tuberías; datos adicionales, serán proporcionados por el proveedor.
- Las líneas, recipientes y equipos serán revisados para asegurar que todo el sistema pueda ser drenado por completo después de la prueba.
- El sistema será purgado de aire antes de aplicar la presión de prueba hidrostática.
- Identificación de líneas en los isométricos: Identificar la línea y/o marca del spools que será sometido a la prueba hidrostática.
- Verificar todas las válvulas para asegurarse que el rango de presión esté de acuerdo a la clase del material de la tubería.
- En uniones bridadas se colocarán empaquetaduras permanentes.
- Verificar las bridas, pernos y empaquetaduras estén correctamente instalados de acuerdo a los planos y con el torque correcto.

8.2. REQUISITOS GENERALES DE LAS PRUEBAS:

- Se deberá proponer la programación de las pruebas, los procedimientos y el tipo de informe de pruebas, indicando en los planos de ingeniería de detalle los sectores a probar, a la supervisión del cliente, quién deberá aprobarlos antes de comenzar el trabajo.
- La Supervisión del cliente o su designado autorizarán la preparación de los sectores a probar y deberá presenciar y aprobar cada prueba de acuerdo a los procedimientos establecidos con este propósito.
- La presión de prueba de aplicará usando una bomba manual o una bomba motorizada pequeña. La presión debe ser aplicada lenta y uniformemente.
- El aire contenido en el sistema debe ser purgado adecuadamente.
- No se requiere prueba a presión para los venteos o drenajes. Estas tuberías se inspeccionarán cuidadosamente en forma visual una vez instaladas.

8.3. PREPARACIÓN PARA LA PRUEBA:

- Todos los manómetros usados en las pruebas deberán instalarse lo más cerca posible al punto más bajo de los sectores sometidos a la prueba.
- Se deberá cuidar que las estructuras soportantes no sean sobrecargadas durante las pruebas.
- En general, la instrumentación y los equipos de proceso no serán sometidos a prueba de presión, debiendo Ser desconectados o excluidos durante la prueba. Se pueden incluir válvulas siempre que la válvula y su mecanismo de cierre sean adecuados para la presión de prueba.
- Antes de comenzar la prueba se deberán retirar todas las placas orificio que interfieren con el relleno, ventilación, drenaje de la línea.
- A menos que se solicite lo contrario, no se realizarán pruebas cuando la temperatura del metal esté por debajo de 1°C. La posibilidad de falla por fractura frágil debe considerarse cuando se prueba una tubería a temperaturas inferiores a 15°C. En estos casos, se deberá solicitar a la supervisión del cliente información sobre exigencias especiales.
- En las tuberías que tengan válvulas de retención, la fuente de presión deberá estar aguas arriba de la válvula. Existe la posibilidad de retirar el interior de la válvula para permitir la circulación del líquido de prueba.
- Aquellos instrumentos como los medidores de desplazamiento positivo y de Vortex, válvulas de alivio, discos de ruptura, indicadores de nivel, transmisores, controles, reguladores de presión auto operados, rotámetros, etc. Deberán ser retirados y excluidos de la prueba hidrostática. Los flujómetros magnéticos se dejarán en su lugar. Durante la prueba, la conexión al diafragma de las válvulas de control de presión balanceada deberá ser retirada.
- No se permitirá la soldadura de elementos (bridas ciegas, caps, etc.) para independizar tramos de tuberías o equipos revestidos con polietileno, goma u otro material que sea afectado por el calor.
- La presión de prueba no se aplicará a bombas u otro equipo de proceso excepto cuando ha sido aprobado específicamente por la supervisión de SPCC y siempre que dicho procedimiento no origine cargas inseguras u otros peligros.

8.4. FLUIDO DE PRUEBA

- Las pruebas hidrostáticas deberán hacerse con agua entre 16°C y 38°C como fluido de prueba.
- Se deberá tener cuidado de asegurar el uso de agua limpia para estas pruebas. Si se detectara la presencia de arena, moho u otras partículas en el agua propuesta para las pruebas, se proporcionará un filtro adecuado en la línea de llenado.

8.5. PROCEDIMIENTO

- La presión de prueba será la que se indique en el documento de líneas proporcionado por el cliente y corresponderá a 1.5 el valor de diseño de la línea.
- Se realizará la inspección del interior de las tuberías para verificar y retirar cualquier elemento extraño.
- Se llenará la tubería a probar, con el fluido de prueba, abriendo todos los venteos existentes de tal manera, que todo el aire sea eliminado.

- Al llegar al valor de la presión de prueba, se bloqueará el suministro de presión, esperar el tiempo que la presión se mantenga en toda la línea durante al menos 2 horas.
- Las tuberías deben ser probadas durante 2 horas, previo lavado, a una presión no menor a 1.5 veces la presión de diseño. Esta presión debe aplicarse en intervalos de 50 PSI, desde hasta el valor indicado en la lista de líneas, en cada intervalo de 50 PSI, debe realizarse una inspección visual en busca de fugas e inestabilidad en las juntas y empaquetaduras luego de alcanzado el valor de presión de prueba, la línea debe ser despresurizada completamente y de nuevo presurizarla hasta el valor indicado, manteniendo está presión por 2 horas. En este procedimiento se deben buscar siempre cualquier fuga o fallas en la tubería.
- Se verificará que, durante la prueba, las presiones no aumenten en forma excesiva, como consecuencia de variaciones de la temperatura ambiental.
- Durante la prueba se inspeccionará visualmente los posibles lagrimeos, fugas, decrementos de presión en el manómetro.
- Las fugas detectadas serán marcadas y reportadas para su reparación. Y luego de esta reparación es necesario volver a realizar la prueba.
- Después de haber terminado la prueba se drenará completamente el sistema con el debido cuidado, a su vez se procederá a retirar los accesorios tales como: bridas ciegas, válvulas utilizadas exclusivamente para la prueba tales como: check, de bola, etc. Y finalmente se reinstalarán las válvulas de control, placas orificio, juntas de expansión y cualquier otro elemento retirado antes de la prueba.
- Al finalizar las pruebas hidrostáticas realizar el respectivo FLUSHING para limpiar las líneas de tuberías y sacar todo elemento que se haya podido quedar dentro de las tuberías durante la instalación y/o prueba.
- Generar el protocolo de liberación de prueba hidrostática y flushing.

9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Será necesario que al terminar las 2 horas de prueba se deba inspección y verificar minuciosamente la presión final que marca el manómetro, para determinar caídas de presión que indiquen fugas, inspección visual de goteo, etc.
- No se permitirá goteos, fugas, lagrimeos en ninguna parte de la tubería.
- Cualquier goteo que sea detectado, deberá ser reparado y luego se reanudará la prueba.
- Los criterios de aceptación están en concordancia a las especificaciones técnicas del proyecto según el documento de líneas de tuberías proporcionado por el cliente para el presente proyecto donde estipula los valores de prueba, el no cumplimiento de estas especificaciones conlleva al rechazo de piezas y elementos que intervienen en el proyecto.

10. REGISTROS

- **SGC-C-REG-MEC-016** Registro de Pruebas hidrostáticas en tuberías.
- **SGC-C-REG-MEC-015** Registro de Flushing en tuberías.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO PARA PREPARACIÓN SUPERFICIAL"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. REFERENCIA 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
5. TERMINOS Y DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES 3
7. DESARROLLO: 4
   - 7.1. Preparación Superficial 4
   - 7.2. Consideraciones previas 4
   - 7.3. Condiciones ambientales 4
   - 7.4. Grado de preparación de superficie 5
   - 7.5. Evaluación del grado de limpieza y perfil de rugosidad 5
8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR 6
9. REGISTRO 6

1. OBJETIVO

En procedimiento se detalla el tipo de normas a aplicar en la preparación superficial de estructuras y tuberías, lo que se debe de hacer antes de comenzar el arenado y finalmente como se puede verificar la calidad del arenado

2. ALCANCE

Alcanza a todos los trabajos a realizar en las cuales se requiera la preparación de superficie por arenado en la empresa Sergear SAC.

3. REFERENCIA

- Especificaciones contractuales.
- Alcances contractuales.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

Son de aplicación para este trabajo el uso de los siguientes documentos:

- Norma NTP ISO 9001 Gestión de la calidad
- SSPC: Steel Structure Painting Council (USA)
- ASTM: American Society for Testing and Materials
- NACE: National American Corrosion Engineer
- SSPC-SP1 - Limpieza con solvente.
- SSPC-SP2 - Limpieza con herramientas manuales.
- SSPC-SP3 - Limpieza con herramientas motrices.
- SSPC-SP5 - Limpieza con chorro abrasivo grado al metal blanco.
- SSPC-PA1 - Pintado de acero para taller, campo y mantenimiento.
- ASTM D 4417 - Medición grado de perfil de rugosidad
- ASTM E 337 - Medición de condiciones ambientales
- ISO 8502-3 - Método de la cinta medida, medida de contaminantes luego de la preparación superficial.

5. TERMINOS Y DEFINICIONES

- **Preparación de superficie:** Etapa previo al pintado en el cual se da una limpieza a la superficie y además se crea un perfil de anclaje para el recubrimiento.
- **Limpieza con Chorro abrasivo:** Consiste en impactar una partícula abrasiva (arena, granalla, escoria de cobre, etc.) sobre la superficie a limpiar, eliminando materias extrañas y dejando una huella en el área de impacto. El grado de rugosidad final deberá ser adecuado para los requerimientos del sistema de pintura a aplicar. Dentro de este tipo de preparación se tienen los siguientes grados de limpieza:

SSPC-SP1	Limpieza con Solventes Se basa en la acción de los solventes, emulsiones o compuestos para lograr la limpieza. Se usa para remover grasa, polvo y otras materias contaminantes. No se elimina herrumbre, escamas de óxido, escama de laminación, ni residuos de pintura vieja.
SSPC-SP2	Limpieza Manual Mecánica

SSPC-SP3	Limpieza Manual Motriz Con los dos métodos se remueve óxido, escamas de óxido y escamas de laminación mal adheridas. Estos métodos son aceptados para la aplicación de pintura de buena penetración y adhesión. La buena adhesión de la pintura dependerá del grado de limpieza que se haya logrado y no es recomendable para superficies que estarán expuestas a inmersión continua.
SSPC-SP5	Limpieza al metal blanco con chorro de arena Debe eliminarse totalmente la escama de laminación, óxido, grasa, polvo, pintura vieja y todo material extraño. Garantiza un óptimo rendimiento de la pintura y se usa en atmósferas muy corrosivas.
SSPC-SP10	Limpieza cercana al metal blanco con chorro de arena Similar al anterior, se basa en que al menos 95% de la superficie deberá tener la apariencia del acabado metal blanco y el 5% restante presente ligeras manchas, vetas o decolores.
SSPC-SP6	Arenado Comercial Es el método más usado, deberá eliminarse todo el óxido, aceite, grasa, polvo, escamas de laminación y pintura vieja mal adherida. No se pueden remover pinturas bien adheridas ni ligeros residuos de óxido bien adherido
SSPC-SP7	Arenado Superficial Es una limpieza que exige la eliminación de grasa, aceite, polvo, escamas de óxido, escama de laminación suelta, óxido y pinturas mal adheridas. Se permite que quede óxido o pintura vieja que está firmemente adherida.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.

- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. Vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO:

7.1. Preparación Superficial

Las operaciones de preparación de superficie para el pintado se llevarán a cabo, solo después de que toda la fabricación u operaciones mecánicas sobre las partes, componentes o equipos a proteger, hayan sido satisfactoriamente efectuadas y aprobadas por el supervisor de Sergear S.A.C.

7.2. Consideraciones previas

El Jefe de Control de Calidad verificará previamente lo siguiente que los elementos metálicos a ser arenados NO deben presentar en su superficie:

- Salpicaduras de soldadura
- Porosidad
- Rebabas
- Aristas vivas (filos cortantes)
- Abolladuras o golpes, entre otros.

Las impurezas serán eliminadas mediante limpieza manual mecánica y motriz (según norma SSPC-SP2, SSPC-SP3).

Todo resto de grasa, aceites, mugre o combustible impregnado, deberán ser minuciosamente limpiadas usando espátulas, trapo o solvente (según norma SSPC-SP1).

SSPC-SP1: Limpieza con Solventes: Eliminar grasas, aceites, lubricantes de corte y toda otra presencia de material soluble de la superficie de acero utilizando para estos efectos algunos de los siguientes métodos: escobillas o trapos limpios embebidos en solventes, pulverización de solventes clorados, detergentes alcalinos, etc. Esta limpieza se considera previa a todo tipo, ya no deben existir grasas o aceites sobre la superficie que se protegerá.

- De utilizar arena como abrasivo, se deberá obtener de ríos libres de sales. El uso de arena de costas marinas no está permitido bajo ninguna condición (el abrasivo deberá ser analizado: contenido de sales solubles). La arena debe presentar una granulometría entre mallas de 18 a 40.
- El aire utilizado para impulsar el abrasivo (arena, granalla, escoria), se controlará de acuerdo con la Norma ASTM – D4285, con el fin de detectar presencia de aceites o humedad.

7.3. Condiciones ambientales

- Durante el proceso de Limpieza Superficial, el grado de humedad del medio, será como máximo 85%.
- Tiempo entre la limpieza superficial y el pintado:
  - En un ambiente rural sin polución con humedad relativa entre 70 a 85% menor de 4 horas.

- En un ambiente industrial agresivo o a la rivera del mar menos de 2 horas.

- Si hubiera polvo o llovizna de torres de enfriamiento, se debe colocar una cobertura.

- La superficie debe ser pintada antes que aparezca una coloración pardusca. Este amarillamiento es debido al oxido que comienza a formarse. Mientras el óxido sea incoloro no es preocupante.

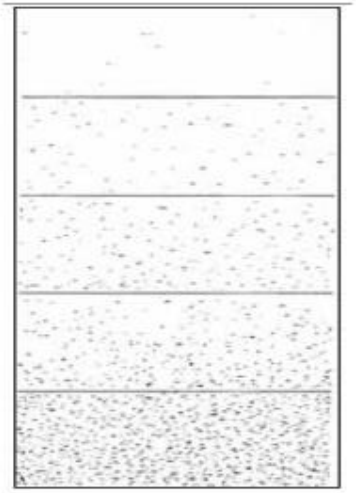
7.4. Grado de preparación de superficie

El Grado de preparación superficial, será según lo especificado por el alcance del cliente. Debe eliminarse totalmente la escama de laminación, óxido, grasa, polvo, pintura vieja y todo material extraño. Garantiza un óptimo rendimiento de la pintura y se usa en atmósferas muy corrosivas.

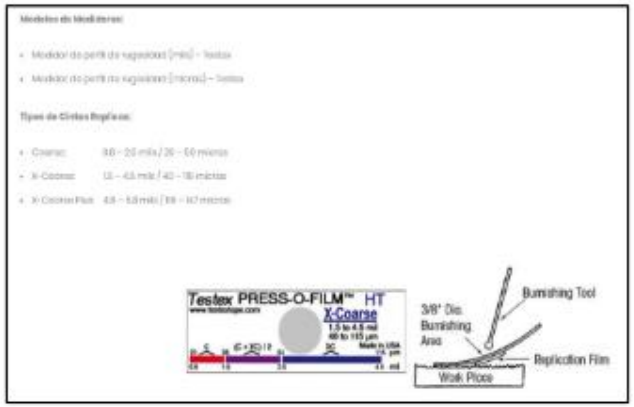
7.5. Evaluación del grado de limpieza y perfil de rugosidad

- Después del proceso de limpieza superficial, se evaluará si se cumple el grado de limpieza especificado. Con una cinta réplica Testex.
- Asimismo, se verificará el perfil de rugosidad necesario para el buen anclaje del sistema de pintura, el mismo que deberá estar comprendido según las especificaciones del proyecto (2.0 a 3.0 mils.), evaluado según norma ASTM D-4417.
- Se recomienda que las personas que realizan esta labor cuenten con guantes de cuero a fin de evitar la contaminación con sudor.
- El Jefe de Control de Calidad dará la aprobación del arenado y/o granallado y la autorización para proceder al pintado.
- Todos los tiradores, cadenas y ganchos deberán ser los adecuados para evitar daños o contaminación de las superficies limpias. Todos los operadores deberán usar guantes libres de grasa, aceite o polvo. No se permitirá tocar las superficies limpias con la mano.
- Mediante el empleo de aire comprimido, escobillones de cerdas duras limpias o aspiradoras industriales de ser necesario, se debe remover todo residuo de abrasivo y polvo remanente de la preparación de superficie.
- Al término del chorreado abrasivo, se debe limpiar con aire comprimido para eliminar todo el resto del abrasivo de la preparación de superficie. Se recomienda tomar las referencias pictóricas correspondientes a la calificación de la cantidad de polvo residual sobre superficies antes de pintar en clases del 0 al 5 según la norma ISO 8502-3, se podrá tomar como criterio de aceptación la calificación las clases del 0 al 2.

- En zonas de las estructuras donde se realizara el empalme con otra mediante soldadura en obra, se recomienda encintar los extremos con cinta Masking tape (2 pulg), para minimizar daños en la pintura aplicada.







8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR

- Cintas réplicas Testex COARSE Y X-COARSE.
- Rugosímetro debidamente calibrado.

9. REGISTRO

- **SGC-C-REG-MEC-017** Registro de Preparación superficial.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO PARA PRUEBA DE ADHERENCIA EN RECUBRIMIENTOS"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. ***OBJETIVO*** **2**
2. ***ALCANCE*** **2**
3. ***REFERENCIAS*** **2**
4. ***NORMAS Y ESTÁNDARES*** **2**
5. ***TÉRMINOS Y DEFINICIONES*** **2**
6. ***RESPONSABILIDADES*** **2**
7. ***DESARROLLO:*** **3**
   - 7.1. METODO DE PRUEBA A (Sistema de la X) 3
   - 7.2. METODO DE PRUEBA B (Sistema de cuadrícula) 4
8. ***MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR*** **5**
9. ***REGISTRO*** **5**

1. OBJETIVO

Establecer los criterios de inspección y la metodología para la evaluación del grado de adherencia en la pintura de superficies metálicas, con base en especificaciones según el espesor de la capa de la pintura.

2. ALCANCE

Este procedimiento debe ser usado para verificar el grado de adherencia del recubrimiento aplicado en superficies de estructuras y tuberías en la empresa Sergear SAC.

3. REFERENCIAS

- Especificaciones contractuales.
- Alcances contractuales proporcionados por el cliente.
- Hojas técnicas de los productos proporcionados por el proveedor de pintura.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

Son de aplicación para este trabajo el uso de los siguientes:

- ASTM D3359: Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test.

- ASTM 4541: Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers.

5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Prueba de adherencia:** La realización de una prueba de adherencia tras el proceso de revestimiento indica la fuerza con la que el revestimiento está afianzado en la superficie o en otra capa de revestimiento, o la fuerza de cohesión de algunos sustratos. En los procedimientos de inspección y mantenimiento se realizan pruebas rutinarias para poder detectar posibles defectos del revestimiento.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. Vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.

- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO:

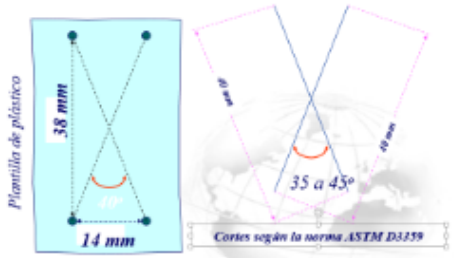
La aplicabilidad de los métodos de prueba está determinada por el espesor de la
Película, así:

- Espesores mayores o iguales a 5 mills: Método de prueba A.
- Espesores menores a 5 mills: Método de prueba B.

7.1. METODO DE PRUEBA A (Sistema de la X)

Se selecciona un área libre de manchas y con la mayor cantidad de imperfecciones en su superficie, seca y dentro de los parámetros de humedad relativa y temperatura. Se realizan dos cortes de 1.5

Descripción del método según el ASTM D3359-A

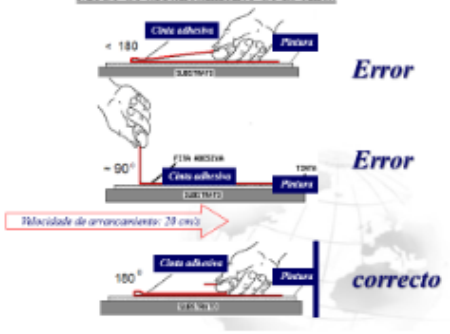


pulgadas cada uno cruzados en sus longitudes medias; formando un ángulo entre 30° y 45°; utilizando para ello la regla o escuadra y el elemento de corte (cuchilla).

Haciendo sólo un movimiento a la vez; inmediatamente inspeccione las incisiones por reflexión de la luz sobre la superficie seleccionada para asegurarse que la película de pintura ha sido plenamente penetrada. Se toma una longitud de tres (3) pulgadas de cinta adhesiva, que será pegada en el centro de la intersección de los dos cortes sobre la misma dirección de los ángulos pequeños; se presiona la cinta en el lugar de las intersecciones con el uso de la goma elástica (preferiblemente la goma de un lápiz), el color bajo la cinta es una indicación de si el contacto está bien hecho.
Se remueve la cinta del extremo libre de la aplicación, en contra sentido, formando en lo posible un ángulo de 180°. Se inspecciona el área de la X para remoción del recubrimiento o capas del recubrimiento, la razón de la adherencia se basa en las siguientes escalas:

- 5 A No removido
- 4 A Removido a lo largo de las incisiones
- 3 A Removido a lo largo de las incisiones por encima de 1 / 16
- 2 A Removido a lo largo de las incisiones por encima de 1 / 4

Modo de arrancamiento de la cinta

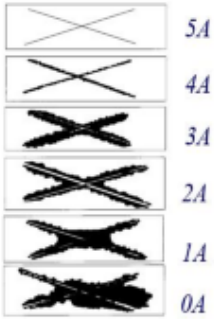


- 1 A Removido más del área de la intersección de la X
- 0 A Removido más allá del área de la X

Repita la prueba en otras dos partes de la superficie metálica y consigne los resultados en el respectivo registro de control.

ASTM D3359

Descripción del método según el ASTM D3359-A



	CORTE EN X
5A	No se pela ni se remueve.
4A	Poco pelado y o remoción en incisión o intersección
3A	Levantamiento entre las incisiones hasta 1.6 mm. En ambos lados.
2A	Levantamiento entre las incisiones hasta 3.2mm. En ambos lados.
1A	Remoción de la mayor parte bajo el corte en X.
0A	

7.2. METODO DE PRUEBA B (Sistema de cuadrícula)

Seleccione un área libre de manchas y con la mayor cantidad de imperfecciones. Para películas con espesores menores o iguales a 2 mils realice sobre la superficie once (11) cortes paralelos de longitud 3 / 4" (20 mm) con una separación de 1 mm a lado y lado de las mismas, de tal forma que se genere una cuadrícula.

Para películas con espesores entre 2 y 5 mils realice seis (6) cortes paralelos a lado y lado sobre la superficie con una separación de 2 mm y longitud de 3 / 4"
(20 mm). Después de realizados los cortes, limpie la superficie con una brocha o cepillo suave para eliminar los residuos de pintura desprendidas en el corte; inspeccione por reflexión de la luz que los cortes hayan penetrado plenamente la película de pintura. Si no ha sido alcanzada una satisfactoria penetración, se debe realizar una nueva cuadrícula en otra parte de la superficie metálica. Una vez generada la cuadrícula sobre el área seleccionada se toma tres (3) pulgadas de cinta adhesiva y se ubica en el centro de la cuadrícula presionándola suavemente con la goma elástica; el color bajo la cinta en una buena indicación para saber cuándo se ha hecho un buen contacto.
Se remueve la cinta del extremo libre de la aplicación, en contrasentido, formando en lo posible un ángulo de 180º. Se inspecciona el área de la cuadrícula y se avala el grado de adherencia de acuerdo a la siguiente escala:

- 5 B Ninguno de los cuadros ha sido removido
- 4 B Menos del 5 %de los cuadros han sido removidos
- 3 B Entre el 5 %y el 15 %de los cuadros han sido removidos
- 2 B Entre el 15 %y el 35 %de los cuadros han sido removidos
- 1 B Entre el 35 %y el 65 %de los cuadros han sido removidos
- 0 B Desprendimiento mayor al 65 %de los cuadros

Repita la prueba en otros dos lugares de la superficie metálica y consigne los resultados en el respectivo registro de control.

8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR

- Bisturí, navaja, u otro elemento de corte
- Regla o escuadra
- Cinta con ancho de 1 in y adherencia de 40 ± 2.5 0z / in
- Goma elástica (goma del lápiz)
- Fuente de luz

9. REGISTRO

- **SGC-C-REG-MEC-021** Registro de prueba de adherencia.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. REFERENCIA 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
5. TERMINOS Y DEFINICIONES 2
6. RESPONSABILIDADES 3
7. DESARROLLO: 3
8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR 7
9. REGISTRO 7

1. OBJETIVO

Se elabora el presente documento, donde establecemos los procedimientos de aplicación de pinturas y control de Calidad en sistemas de tuberías de acero y soportes estructurales.

2. ALCANCE

Alcanza a todos los trabajos de pintura a realizar en sistemas de tuberías y soportes estructurales en la empresa Sergear SAC.

3. REFERENCIA

- Especificaciones contractuales proporcionados por el cliente.
- Alcances contractuales.
- Hojas Técnicas de los productos a utilizar.
- Certificados de calidad de los productos.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

- SSPC-PA1 Pintado de acero para taller, campo y mantenimiento.
- SSPC-PA2 Medición de espesores de película seca.
- SSPC-SP1 Limpieza con solvente.
- SSPC-SP2 Limpieza con herramientas manuales.
- SSPC-SP3 Limpieza con herramientas mecanizadas.
- SSPC-SP5 Limpieza con chorro abrasivo grado al metal blanco.
- SSPC-SP6 Limpieza con chorro abrasivo grado al metal casi blanco.
- SSPC-SP10 Limpieza con chorro abrasivo grado comercial.
- ASTM E 337 – 02 Método Standard para la medición de humedad con un psicrómetro (medición de temperaturas de bulbo seco y húmedo).
- SSPC-GUIA 15 Métodos de Campo para la Extracción y Análisis de Sales Solubles en Sustratos de Acero y Otros Sustratos No Porosos.
- ASTM D 4285 Prueba de sequedad "Presencia de contaminantes en aire alimentado".
- SSPC – AB1 Especificación para abrasivos minerales.
- ASTM D-4417 Método estándar para la medición en campo del perfil de rugosidad, método C.
- ASTM D-4414 Medición de espesores de película húmeda.
- SSPC – PA GUÍA 11 Guía de aplicación de pintura en bordes, grietas y superficies irregulares del acero.
- ISO 8502-3 Evaluación de polvo en las superficies de acero preparadas para pintar (método de cinta sensible a la presión).

5. TERMINOS Y DEFINICIONES

- **Preparación de superficie:** Etapa previo al pintado en el cual se da una limpieza a la superficie y además se crea un perfil de anclaje para el recubrimiento.
- **Limpieza con Chorro abrasivo:** Consiste en impactar una partícula abrasiva (arena, granalla, escoria de cobre, etc.) sobre la superficie a limpiar, eliminando materias extrañas y dejando una huella en el área de impacto. El grado de rugosidad final deberá ser adecuado para los requerimientos del sistema de pintura a aplicar.
- **Registro:** Documento que provee evidencia objetiva de las actividades efectuadas o de los resultados obtenidos.
- **Sistema de Pinturas:** Se refiere al Tipo y número total de capas a aplicarse a un sustrato, en un orden predeterminado.
- **Archivo:** Medio físico (fólder, carpeta o similar) o informático en el que se mantienen y conservan los Registros y/o documentos resultado de la aplicación del Plan de Gestión de Calidad.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. Vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. DESARROLLO:

7.1. RECOMENDACIONES PREVIAS

- Antes de empezar los trabajos se deben reunir los representantes de la empresa Sergear SAC, el propietario y el asesor técnico del proveedor de pintura, para unificar conceptos, criterios de aceptación y normas con las cuales se determinará los parámetros para la ejecución del trabajo, los cuales se detallarán en un acta de reunión previa a los trabajos.
- Es importante una adecuada ventilación en la zona de pintado para lograr evacuar los vapores orgánicos, y lograr el secado y curado de las pinturas adecuadamente.
- El piso de trabajo debe ser firme para evitar la polución de la película de pintura.
- Los elementos a recubrir deberían ubicarse a un mínimo de 80 cm del piso y con mínima área de contacto.
- Todo el personal encargado de la realización de los trabajos deberá presentar la experiencia suficiente, la cual se podrá comprobar con una homologación del personal. El contratista debe contar con los equipos de medición de condiciones ambientales (psicrómetro y termómetro de superficie), medidor de espesor húmedo y medidor de espesores de película seca.
- Verifique que se disponga de todos los componentes. Homogenice cada componente por separado previo a la mezcla. Use un agitador neumático o eléctrico a prueba de explosión.
- Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
- Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
- Para facilitar la aplicación agregue disolvente, según corresponda. El porcentaje de dilución podrá variar para facilitar la aplicación.
- Filtre la mezcla usando una malla 30.
- Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil, según las hojas técnicas de cada producto.

7.2. EQUIPOS DE PINTADO

Los equipos de pintado con que cuenta el contratista deberán estar en perfectas condiciones para poder tener una aplicación sin problemas y lograr la optimización de la cantidad de pintura a utilizar y el tiempo de aplicación. Debe considerarse lo siguiente:

- Elección de método de aplicación de acuerdo al tipo de pintura.
- Contar los manómetros necesarios para la visualización de la presión de aplicación (en caso de usar equipos):
  - ❖ Equipos Airless (sin aire): Una buena selección de boquilla y la presión adecuada del equipo ayudará a que se obtenga mejor rendimiento y un trabajo de calidad.
  - ❖ Equipos Convencionales (con aire): Es importante considerar equipos de presión con una buena selección de las boquillas, casquillos y aguja en función al tipo de pintura a aplicarse. En estos equipos para obtener una mejor aplicación se realiza una dilución mayor que en los equipos airless. También se pueden utilizar los equipos de succión ("vaso"), sólo para resanes puntuales, estos equipos tienden a pulverizar mucho más la pintura, debido a que se trabaja con mayor dilución.
  - ❖ Brochas y rodillos: Deben ser resistentes a pinturas a base de solvente y adecuados para la aplicación de capas de acabado. Estos dispositivos son usados para resanes en zonas puntuales, aunque el acabado no será igual al aplicado con equipos.

7.3. CONDICIONES AMBIENTALES

- Tener presente las condiciones ambientales para el pintado
  - ❖ % Humedad Relativa < 85.0
  - ❖ T ° superficie 10°C – 35°C
  - ❖ T° ambiente 10°C – 35°C
  - ❖ T ° superficie – T ° rocío ≥ 3.0 ° C
  - ❖ Velocidad del viento 8 Km/h
- Las condiciones ambientales deben ser tomadas en cuenta para toda aplicación de recubrimientos, el aplicar bajo condiciones ambientales no aptas, puede traer consecuencias de falla de desprendimiento o un acabado diferente al esperado.

7.4. APLICACIÓN

- La preparación de pintura debe realizarse en recipiente totalmente limpios, se debe homogenizar la intura por separado tanto la parte A (resina) como parte B (polvo de zinc). Adicional la parte B hacia la parte A y homogenizar con agitador eléctrico o neumático tipo jiffy hasta obtener una mezcla sin grumos por un tiempo máximo de 3 minutos; agregar el diluyente solo después que la mezcla de ambos componentes haya culminado, filtrar a otro recipiente con una malla 30 a 60 o telas de nylon.
- Luego de mezclado el producto y durante la aplicación se debe contar agitación constante para evitar la sedimentación del pigmento en el fondo del envase que contiene la mezcla.

7.5. APLICACIÓN DE LA CAPA DE REFUERZO ("STRIPE COAT")

- Una vez que se haya culminado con la preparación de la superficie y pintado de las primeras capas de pintura, se deberá reforzar los cordones de soldadura, bordes, pernos, tuercas y zonas de difícil acceso, con una capa adicional por ser estas zonas puntos críticos de fallas prematuras del sistema de pintura el refuerzo se realizará de la siguiente manera: Cordones de soldadura de áreas planas se realizara estrictamente con brocha, así como también los filos, bordes, cantos vivos y zonas de difícil acceso el refuerzo.
- Un refuerzo en cada filo, borde, canto vivo es comúnmente especificado ya que las pinturas líquidas tienden a fluir fuera de estos lugares. Esto es resultado de la tensión superficial

en la película de pintura y el encogimiento de la misma durante el proceso de curado. Si esto ocurre, la película de pintura cercana a los bordes será más delgada que en el resto de la superficie y el resultado puede llevar a una corrosión prematura en dichas áreas. Esta situación puede convertirse en crítica cuando la pintura falla en las tuercas, bordes, ribetes y cordones de soldadura porque estos son los que mantienen las piezas juntas.

- El Stripe Coat debe de ser aplicada después de la primera capa y antes de la segunda capa de pintura para cualquier sistema de aplicación, con el producto de la capa intermedia.

7.6. INSPECCIÓN

- La empresa Sergear SAC debe contar con los equipos de inspección y control de calidad calibrados y en óptimas condiciones, como mínimo: psicrómetro, termómetro de superficie y medidor de espesores de película seca.
- Para el control y evaluación de calidad de la etapa de preparación de superficie se empleará las siguientes normas:
  - ✓ ASTM D 4285: Determinación de aceite o agua en el aire comprimido
  - ✓ ASTM D 4417: Grado de perfil de rugosidad
  - ✓ ASTM E 337 : Medición de condiciones ambientales
- Para el control y evaluación de la calidad del sistema de pinturas aplicado se emplearán las siguientes normas:
  - ✓ ASTM D 4414: Medición de espesor de película húmeda.
  - ✓ SSPC-PA-2: Medición de espesor de película seca.
  - ✓ ASTM D 3359: Determinación de la prueba de adherencia por corte
  - ✓ ASTM D 6677: Determinación de la prueba de adherencia por corte con cuchilla.
  - ✓ ASTM D 4541: Medición de grado de adherencia mediante equipos de tracción.
  - ✓ ASTM D 4752: Medición de resistencia del MEK en primer ricos en zinc de silicatos de etilo por frotamiento con Solvente.

Espesor de película húmeda





Admisibilidad	Norma Referencia	Equipo herramienta
Plan de pintado Especificación	ASTM D 4414 SSPC-PA1	Medidor EPH "galleta"

Espesor de película seca





Admisibilidad	Norma Referencia	Equipo herramienta
80% a 120% EPS	SSPC-PA2 ASTM D 1186	Medidor EPS

CONTROL DE CALIDAD

Medicion de espesor seco



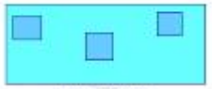
Láminas para calibración de medidores de espesor.



Zona	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Prom
Viga	4.3	3.5	4.2	3.6	4.2	4.0



10 m²



10 a 100 m²



100 m² a mas

El espesor puede variar en - 20%

Norma SSPC- PA2
Medición de Espesor de Película seca

Tipo II: Medicion de sonda de presion constante





Norma SSPC- PA2
Medición de Espesor de Película seca



Medición de espesores de recubrimientos en tuberías de acero

TABLE A7
NUMBER AND LOCATIONS OF SPOT MEASUREMENTS – PIPE SPOOLS

Pipe Diameter	Circumferential Spot Measurements	Interval Spacing
Up to 12 in (30 cm)	4 evenly spaced	10 feet (3 meters) apart
14 to 24 inches (36-60 cm)	8 evenly spaced	10 feet (3 meters) apart
Greater than 24 inches (60 cm)	8 evenly spaced	10 feet (3 meters) apart

8. MATERIALES E INSTRUMENTO A UTILIZAR

- Galleta metálica para medición de espesores de película húmeda.
- Medidor de espesores de película seca. (calibrado)
- Termómetro de superficie. (calibrado)
- Psicrómetro. (calibrado)
- Medidor de condiciones ambientales digital. (calibrado)
- Lupa.
- Cámara Fotográfica.
- Rugosímetro. (calibrado)

9. REGISTROS

- **SGC-C-REG-MEC-018** Registro de preparadores, arenadores, pintores homologados.
- **SGC-C-REG-MEC-019** Registro de inspección de aplicación de pintura.
- **SGC-C-REG-MEC-020** Registro de inspección final de recubrimiento.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE SISTEMAS DE TUBERÍAS"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 2
4. REFERENCIAS 2
5. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
6. RESPONSABILIDADES 2
7. EQUIPOS E INSTRUMENTOS 3
   - 7.1. Producción directa 3
   - 7.2. Inspección, medición y ensayo 3
   - 7.3. Herramientas 3
8. DESARROLLO 3
   - 8.1. ACCIONES PREVIAS: 3
   - 8.2. MONTAJE DE E INSTALACIÓN DE EQUIPOS 4
   - 8.3. MONTAJE Y LIBERACIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍAS 5
9. REGISTROS 7

1. OBJETIVO

El procedimiento tiene por objeto dar los lineamientos y criterios a seguir para el montaje e instalación de tuberías y equipos. Logrando así la calidad en cada proceso realizado durante un proyecto.

2. ALCANCE

Alcanza a todos los trabajos a realizar en las cuales se requiera montar e instalar tuberías y equipos, su uso es solo para la empresa Sergear SAC.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Elevación:** Es la distancia medida desde el nivel del mar hasta un punto de la superficie terrestre. La elevación es mediante la cual un cuerpo se eleva en tamaño, potencia, altura o fuerza, etc.
- **Tuberías:** Una tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos.
- **Plomeo:** El plomeo no es más que la posición correcta de cada elemento en posición vertical, es decir, la pieza deberá estar a 90 grados con respecto a un plano horizontal y no deberá colocarse ni aplicarse ningún sistema de unión definitivo hasta cumplir con el plomeo y el alineamiento.
- **Alineamiento**: es la ubicación y posición correcta de cada elemento localizada en un eje y en el cual deberá de cuidarse de no quedar desfasada o quedar fuera de ese eje y como en el caso del plomeo no deberá de aplicarse ningún método de unión hasta que se verifique su correcta alineación.

4. REFERENCIAS

- Planos de montaje de tuberías aprobados.
- Planos de montaje de equipos aprobados.
- Planos de marcas de spools, en estos planos se indican los números y letras que se han marcado en los elementos estructurales fabricados. Estos planos se entregan al encargado del montaje.
- Alcances de construcción.
- Especificaciones Instalación de tuberías de acero.
- Listado de líneas.
- Especificaciones Instalación de equipos mecánicos.
- Especificaciones técnicas del proyecto.
- Planos Vendor de equipos comprados o proporcionados por el cliente.
- Manuales de instalación Vendor de equipos y/o instrumentos.

5. NORMAS Y ESTÁNDARES

- ASME B31.3 Tuberías de procesos.
- AWS D1.1 Código de soldadura estructural en aceros.
- ASTM A36 Especificación Normalizada para Acero al Carbono Estructural.
- ASTM A53-B Especificación Normalizada para Tubos de Acero Negro e Inmersos en Caliente, Galvanizados, Soldados y Sin Costura.

6. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.

- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. Vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

7. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

7.1. Producción directa

- Grúa o camión grúa de 2, 27.5, etc. Toneladas. En caso la estructura y/o equipo a montar sea de mayor peso, usar una grúa de mayor capacidad.
- Máquina de soldar (en caso se aplique soldadura en el montaje).
- Esmeriles.
- Taladros.

7.2. Inspección, medición y ensayo

- Torquímetros debidamente calibrados.
- Nivel óptico. Debidamente calibrado.
- Estación total. Debidamente calibrado.
- Elementos de inspección de soldadura. (en caso sea necesario)

7.3. Herramientas

Para la ejecución del procedimiento, se dispone de:

- Cajón de herramientas.
- Tecles de cadena, estrobos, grilletes, cables de acero, etc.
- Equipos y herramientas de la especialidad como llaves de impacto, llaves corona, punzones.
- Cintas métricas.
- Andamios, tablones, escaleras, jaulas.

8. DESARROLLO

8.1. ACCIONES PREVIAS:

- Se debe verificar el equipo y spools correspondientes a cada línea. Si ha sido fabricado/comprado por terceros, la verificación debe hacerse al momento de recepcionar el producto en obra.

- Verificar el correcto Transporte desde el lugar de fabricación y/o almacenaje a la zona de montaje.
- Verificar Planos de fabricación, cimentación y montaje.
- Planos de marcas de spools. - El fabricante ha marcado en cada una de las piezas números o letras, según lo indican los planos de fabricación, y éstas deben estar reflejadas en los planos de montaje. En caso el plano de fabricación no las indique, el encargado de montaje colocará los números y letras sobre el plano de fabricación y enviará copia a Oficina Técnica para su registro (el montador no debe aceptar planos de fabricación sin marcas; sólo en casos de emergencia o por instrucciones específicas él debe generar los códigos de marcas en coordinación con Oficina Técnica).
- Listado de cantidades de elementos, accesorios y pernos.
- Planeamiento y programación de la secuencia de montaje de los spools y/o equipos.
- Control y calibración de los equipos de torque.
- Normas y especificaciones de montaje de los documentos del Contrato.
- Adecuados caminos y carreteras de acceso hacia y dentro del lugar de montaje para el seguro tránsito de grúas u otro equipo necesario y para la seguridad del material a montar.
- Contar con un área de almacenamiento adyacente al área de montaje de los elementos y accesorios necesarios para realizar un correcto montaje de los spools y equipos.
- Contar con los documentos de recepción de los elementos, equipos, tuberías, soportes involucrados en el presente proyecto.
- Contar con el personal capacitado, equipo adecuado y herramientas para un eficiente montaje.
- Revisar que los elementos a montar se encuentren en su totalidad en obra antes de la fecha de inicio de cada actividad según el cronograma de montaje, packing list y planos de montaje.
- Especial atención debe darse al oportuno suministro de elementos pequeños críticos como pernos de anclaje, pernos de alta resistencia de las dimensiones estipuladas, cartelas, travesaños, clips, etc. que son indispensables para garantizar una secuencia lógica de montaje.

8.2. MONTAJE DE E INSTALACIÓN DE EQUIPOS

Para la correcta instalación de estos equipos tener en cuenta los siguientes puntos de inspección:

- Antes y después del montaje se deberá verificar el alineamiento de equipos. Para vitar fallas futuras. También se verificará la horizontalidad y/o verticalidad de los ejes, según especificaciones del Vendor, todo esto mediante topografía.
- Que los datos técnicos del equipo a montar sean los requeridos por el cliente.
- Realizar la inspección visual al equipo o instrumento, observando si hay algún daño o problema que pueda afectar en la funcionalidad del mismo.
- Verificar que los componentes móviles sean operados sin dificultad.
- Verificar que el interior de los equipos estén limpios.
- En caso de que estos sean montados sobre pernos de anclajes embebidos en el concreto verificar la correcta nivelación de la base del equipo.
- Si el equipo cuenta con sellos inspeccionar si hay fugas.
- Verificar que los equipos sean montados e instalados de acuerdo a los planos de montaje debidamente aprobados por el cliente.

- En caso se necesite alguna conexión eléctrica para el equipo, verificar la correcta canalización por donde pasarán estas conexiones.
- En caso el plano indique que el equipo tiene que ir aterrado, verificar que se cumpla este criterio.
- En el caso de las válvulas o cualquier equipo movible verificar la operatividad de apertura y cierre de estos.
- Verificar la correcta nivelación y/o elevación del equipo, en caso el plano indique cotas.
- En caso el equipo sea comprado a una determinada empresa, en lo posible si se puede sería recomendable que el Vendor esté presente en el montaje e instalación del mismo, y emita los registros correspondientes y/o un informe de lo realizado.
- Una vez terminada el montaje, si en los planos contractuales indica colocar Grout en la base coordinar con la parte civil para que esta actividad se lleve a cabo.
- Como inspección final corroborar que la ubicación y estado del equipo sea el correcto según planos aprobados por el cliente.

8.3. MONTAJE Y LIBERACIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍAS

Consideraciones generales

- Previo montaje de los spools se verificará que los END hayan sido realizados, aceptados y estén en concordancia con las especificaciones del proyecto.
- Se verificará que toda la soportería de la línea ha sido instalada y está en concordancia con los planos y especificaciones del proyecto.
- Luego de la instalación realizar el flushing respectivo a la Línea, para eliminar cualquier elemento o impureza que haya podido estar dentro de la misma.
- Verificar que se haya realizado la prueba hidrostática en los spools fabricados en Planta (la prueba hidrostática también puede ser realizada en obra).
- Verificar que todas las líneas han sido montadas e instaladas en la posición y de forma correcta de acuerdo a las últimas revisiones de los planos P&ID, evitando todo tipo de daño en las mismas.
- Toda la documentación de certificación, incluidos certificados de calidad de materiales, calibración de instrumentos debe ser correctamente recopilada.
- En las uniones bridadas verificar que se aplique el Torque adecuado en las mismas.

Alineación:

- (a) Deformaciones de tuberías. Se prohíbe cualquier deformación de la tubería, realizada con el objetivo de linear un conjunto a ser ensamblado, que introduzca una deformación nociva en el equipo o en los componentes de la tubería.
- (b) Contracurva. Antes del montaje de cualquier junta que se someterá a contracurva, se verificará la existencia de errores en las guías, los soportes y los anclajes que pudiesen interferir con el movimiento deseado o conducir a un movimiento no deseado. Antes del ensamble se verificará la abertura o el traslape de la tubería según el plano, y se corregirá si es necesario. No se utilizará calentamiento para ayudar a cerrar la abertura, ya que esto anula el propósito de la contracurva.

- (c) Juntas bridadas. A menos que se especifique lo contrario en el diseño de ingeniería, las juntas bridadas deben estar alineadas como se describe en los párrafos (1) o (2) y (3).
- (1) Antes de atornillar, las superficies de contacto para las juntas deben estar alineadas una con la otra dentro de 1 mm en 200 mm (1⁄16 pulg./pie), medido a través de cualquier diámetro.
- (2) La junta bridada deberá poder atornillarse de tal manera que las superficies de contacto para las juntas se apoyen uniformemente en la junta.
- (3) Los orificios para los pernos deben estar alineados con menos de 3 mm (⅛ pulg.) de desvío.

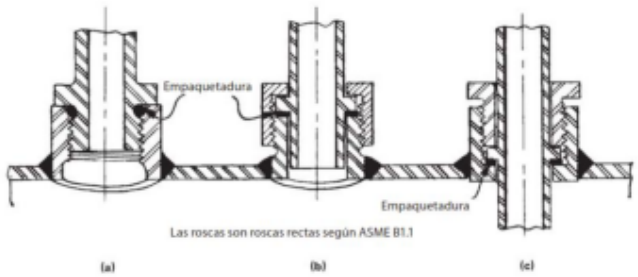
Juntas Bridadas:

- Preparación para el montaje. Se reparará cualquier daño que afecte la superficie de asiento de la empaquetadura que pudiera impedir el asentamiento apropiado de ésta o se reemplazará la brida.
- Torque del empernado, (a) Al ensamblar juntas bridadas, se deberá comprimir uniformemente la empaquetadura a la carga de diseño apropiada. (b) Se tendrá especial precaución al ensamblar juntas bridadas en las cuales las bridas tengan propiedades mecánicas considerablemente diferentes. Se recomienda el apriete con un torque predeterminado.
- Longitud de los pernos. Los pernos deberán pasar por completo a través de las tuercas. Un perno que no cumpla con este requisito se considerará aceptable siempre y cuando la longitud faltante no exceda una rosca.
- Empaquetaduras. Al ensamblar una junta bridada, no se utilizará más de una empaquetadura entre las caras en contacto.

Juntas Roscadas

- Compuesto o lubricante para las roscas. Cualquier compuesto o lubricante utilizado en las roscas será apropiado para las condiciones de servicio y no deberá reaccionar de manera desfavorable al fluido del servicio ni al material de la tubería.
- Juntas para soldaduras de sello. Una junta roscada a ser sellada con soldadura se realizará sin compuesto para roscas. Una junta que contiene compuesto para rosca y que presente fugas durante la prueba de hermeticidad, se puede sellar con soldadura acorde con el párrafo 358.5.3, siempre que se haya eliminado todo el compuesto de las roscas expuestas.
- Juntas roscadas rectas. En la Fig. 335.3.3, dibujos (a), (b) y (c), se muestran las juntas con roscas rectas típicas, con sello en una superficie distinta de las roscas. Se deberá tener la precaución de no deformar el asiento al incorporar estas juntas, por medio de soldadura, soldadura "brazing" o pegamento, en los conjuntos de tubería.

Fig. 335.3.3 Juntas roscadas con roscas rectas típicas



9. REGISTROS

- **SGC-C-REG-MEC-024** Registro de inspección de montaje e instalación de equipos e instrumentos.
- **SGC-C-REG-MEC-025** Registro de montaje y liberación de líneas.
- **SGC-C-REG-MEC-023** Registro de Liberación de Spools.
- **SGC-C-REG-MEC-022** Registro de control Topográfico.
- **SGC-C-REG-MEC-026** Registro de montaje de soportes.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

FABRICACIÓN DE TUBERÍAS (SPOOLS) DE ACERO Y TUBERÍAS HDPE

"PROCEDIMIENTO PARA HABILITACIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HDPE"

N° Rev.	Control de emisión y cambios	Fecha
Rev.: 0	Emitido para su uso	30 Jul. 2019

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Fecha:	Firma Fecha:	Firma Fecha:
Nombre: Juan Carlos Chambilla R. Supervisor de Calidad	Nombre: Jefe Control Calidad	Nombre: Coordinador general proyectos

INDICE

1. OBJETIVO 2
2. ALCANCE 2
3. DOCUMENTOS REFERENCIALES 2
4. NORMAS Y ESTÁNDARES 2
5. DEFINICIONES 2
6. EQUIPOS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR 3
7. RESPONSABILIDADES 3
8. DESARROLLO 3
   a. Recepción de tuberías HDPE 3
   b. Homologación de Operadores 4
   c. Unión de Tuberías a Tope 4
9. PRUEBAS Y ENSAYOS A REALIZAR 5
   a. Ensayo de tracción 5
   b. Prueba de Doblez 5
10. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN 6
   a. Verificación durante las operaciones de refrendado 6
   b. Verificación durante la unión por termofusión 6
   c. Verificación de Inspección del cordón soldado 6
11. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HDPE 8
12. REGISTROS 8

1. OBJETIVO

Establecer los criterios específicos generales y pasos a seguir para fusionar y/o unir tuberías de HDPE de diferentes diámetros y así satisfactoriamente lograr la continuidad de las líneas en su instalación y funcionamiento, teniendo en cuenta las Especificaciones Técnicas competentes.

2. ALCANCE

El presente procedimiento comprende todas las actividades que serán necesarios en la instalación de tuberías HDPE en la empresa Sergear SAC, determinando la conformidad de los mismos.

3. DOCUMENTOS REFERENCIALES

- Alcances de construcción
- Especificaciones Instalación en terreno de tubería HDPE.
- Especificaciones unión de tubería HDPE.
- Certificados de calidad de materiales.
- Especificaciones técnicas del cliente.
- Planos aprobados.

4. NORMAS Y ESTÁNDARES

- **ASTM F 2620** Práctica estándar para uniones por fusión de tuberías y accesorios de polietileno.
- **ASTM F-714:** Especificación estándar para denominación de tubos de Polietileno con SDR-PR, basados en el diámetro exterior.
- **ASTM D-3350:** Especificación estándar para materiales de tuberías y accesorios de Polietileno.
- **ASTM D-3035:** Especificación estándar para tubos de Polietileno con SDR-PR, basado en el control del diámetro exterior.
- **ASTM D-2657:** Juntas por Termo fusión de Tubos y Accesorios de Poli-olefina.
- **ASTM D638** Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.
- **ASME SECCIÓN IX** Asme boiler and Pressure Vessel Code an International Code, PART QF PLASTIC FUSING

5. DEFINICIONES

- **Tubería de HDPE:** Es una tubería fabricada en polietileno de alta densidad, de diámetro y espesor variables, utilizados para encausar o transportar líquidos y/o pulpas, como objetivo final.
- **Soldadura Por Termofusión (a Tope):** Es un método de soldadura para unir tubos de polietileno de alta densidad y sus accesorios. Las áreas de las partes que se van a unir se calientan a la temperatura de fusión y se unen por aplicación de presión, con acción mecánica o hidráulica, de acuerdo al tamaño de la tubería y sin usar elementos adicionales de unión.
- **Polietileno:** Material termoplástico obtenido de la polimerización del eteno. Se distinguen cuatro grados de este material de acuerdo a su peso molecular.
- **Operatividad de equipos:** Verificación del estado de precisión, de cada instrumento o equipo a ser empleado en los trabajos.

- **Torque:** El Torque o llamado también "par de apriete" crea la tensión en el tornillo que provoca la sujeción de las piezas. Esta tensión depende de la métrica del tornillo y de su dureza, por lo que el "par de apriete" también depende de esos factores. Otras variables que también influyen sobre el par son: material de las arandelas, lubricantes y otros que facilitan el deslizamiento de la tuerca, de modo que el mismo "par de apriete" genere tensiones diferentes en el tornillo.

6. EQUIPOS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- MAQUINA PARA TERMOFUSIÓN MC ELROY.
- DATALOGGER. (debidamente calibrados)
- CALIBRADOR DE SOLDADURA (GALGAS) (debidamente calibrados)
- VERNIER (debidamente calibrados)
- CINTA MÉTRICA. (debidamente calibrados)
- PIRÓMETRO. (debidamente calibrados)

7. RESPONSABILIDADES

- **Residente de Obra:** Proporcionar los recursos necesarios para el cumplimiento de este procedimiento.
- **Supervisor de campo:** Difundir este procedimiento y cumplir con el mismo. Además de coordinar con el supervisor QC las liberaciones diarias.
- **Supervisor Control de Calidad:** Supervisar que se cumpla este procedimiento, entrenar al personal, Identificar, informar y rechazar trabajo defectuoso que no cumpla con los requisitos del Contrato. Monitorear la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentar la acción correctiva. Analizar los registros de las mediciones obtenidas; comparando e interpretando la diferencia entre lo real y el estándar, para emitir los registros respectivos. Elaborar el Dossier de calidad.
- **Ingeniero de Planeamiento:** Encargado del seguimiento y control del avance de obra.
- **Supervisor de seguridad:** gestionar los diferentes permisos para la realización de los trabajos además de Verificar que dicha actividad se desarrolle cumpliendo las medidas preventivas propuestas.
- **Control documentario:** Envío de los diferentes documentos, RFI, procedimientos para aprobación, etc. Vía transmittal, revisar la codificación correcta para envío de los mismos al cliente.
- **Oficina Técnica:** Elaborar, revisar y emitir los diferentes planos para fabricación debidamente sellados con las firmas correspondientes y la aprobación por parte del cliente.

8. DESARROLLO

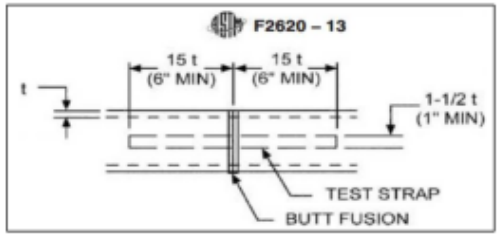
a. Recepción de tuberías HDPE

- Se hará una evaluación de las tuberías recepcionadas entregadas por parte del cliente y/o comprados por Sergear SAC, con la finalidad de verificar el estado en el que se encuentran, de tal manera que se pueda dar la aprobación o rechazo de las mismas.
- En dicha evaluación se observará si se presentan rajaduras, deformaciones, cortes o si presenta algún contaminante superficial que pueda alterar las propiedades de la tubería. Las zonas con daños con profundidades mayores al 10% del espesor de pared de las tuberías tienen que ser desechados.
- Las tuberías que no pasen la observación se apilaran y se colocaran en un lugar adecuado dispuesto por el Cliente, hasta su disposición final previo al análisis del ingeniero de calidad.
- Las tuberías que estén dañadas en los extremos serán cortadas con previa autorización del cliente para su posterior utilización.

b. Homologación de Operadores

Este procedimiento permite la calificación del personal La evaluación será realizada siguiendo la siguiente metodología en presencia del personal de calidad:

- Se cortarán dos fracciones de tubería las cuales serán termofusionadas, siguiendo el procedimiento de termofusión y respetando los valores de presión tiempo y temperatura, de acuerdo a las indicaciones del fabricante.
- Luego del enfriamiento se cortarán 3 tiras equidistantes (a 120º) en la peri ferie de la costura y con las siguientes dimensiones:
  - Largo igual 15 veces el espesor a cada lado de la costura y con un mínimo de 6" por lado.
  - Ancho igual a 1.5 veces el espesor y con un mínimo de 1".
  - Se registrarán sus resultados para su aceptación.
  - Las pruebas de doblez se realizarán en campo. (mayor detalle en el punto 8.1. del presente procedimiento)
  - Ver la siguiente imagen sacada de la norma ASTM F 2620 para mayor referencia del corte de las 3 probetas:



c. Unión de Tuberías a Tope.

En la unión de las tuberías a tope se debe de verificar lo siguiente:

- El equipo de termofusión y accesorios (medidor de temperatura, Datalogger) estén calibrados.
- La superficie de la parte externa e interna de la tubería debe estar limpia, la cual debe ser realizado con un paño limpio y seco libre de hilachas.
- Uso de soportes en la tubería en ambos extremos de la zona de fusión a tope. Estos soportes serán ajustados para la alienación de la tubería con la línea central de la máquina de termofusión.
- El espacio de tubería que sobresale de las abrazaderas debe ser suficiente para su refrendado y ajuste con las mismas abrazaderas.
- El alineamiento de las tuberías se realizará antes de cerrar las mordazas de la máquina de termofusión para evitar forzar la tubería.
- El retiro de las virutas se realizará con un paño de algodón limpio y seco, libre de hilachas.
- La alineación alta-baja del diámetro externo, será evaluada considerando que la máxima falta alineamiento del diámetro exterior permitida en la termofusión a tope, será inferior al 10% del espesor de pared mínimo de la tubería.
- Las temperaturas de superficie del calentador estén dentro del rango de temperatura especificado, la cuales deben ser medidos a través de un pirómetro u otro dispositivo medidor de temperatura superficial antes de realizar la primera unión del día y periódicamente a lo largo del día para garantizar la temperatura correcta.
- En caso de la existencia de vientos y precipitaciones, la máquina de termofusión será cubierta con un contenedor aislado (carpa o dispositivo similar), para evitar la excesiva perdida de calor y resguardar el área de fusión de la propia tubería y las herramientas de fusión del viento, nieve, polvo en suspensión.

- Durante el proceso de termofusión la máquina deberá ser protegida con la misma carpa, para evitar que el viento enfríe y pueda contaminar las superficies a unir.
- El completo contacto entre los extremos del componente de la tubería y la herramienta calentadora.
- El manómetro de la máquina de termofusión será debidamente calibrado.
- La formación del cordón del polietileno fundido entre el calentador y los extremos de las tuberías debe tener un tamaño mínimo según la tabla Nº1.

Tubería (OD) [Diámetro exterior, pulgadas (mm)]	"X" Tamaño mínimo de cordón, pulgadas (mm)
< 2.37 (60)	1/32 (1)
> 2.37 (60) < 3.5 (89)	1/16 (1.5)
> 3.5 (89) < 8.62 (219)	3/16 (5)
> 8.62 (219) a < 12.75 (324)	1/4 (6)
> 12.75 (324) a < 24 (610)	3/8 (10)
> 24 (610) a < 36 (900)	7/16 (11)
> 36 (900) a ≤ 65 (1625)	9/16 (14)

Tabla Nº1 Tamaño mínimo de cordón según norma ASTM F 2620

- El tiempo máximo para abrir la máquina, retirar el calentador y juntar los extremos de las tuberías se muestra en el tabla Nº2.

Aplicaciones en campo Espesor de pared de la tubería, pulg. (mm)	Máx. Segundos del tiempo de remoción de placa calentadora
0.20 a 0.36 (5 a 9)	5
>0.36 a 0.55 (9 a 14)	10
>0.55 a 1.18 (14 a 30)	15
>1.18 a 2.5 (30 a 64)	20
>2.5 a 4.5 (64 a 114)	25

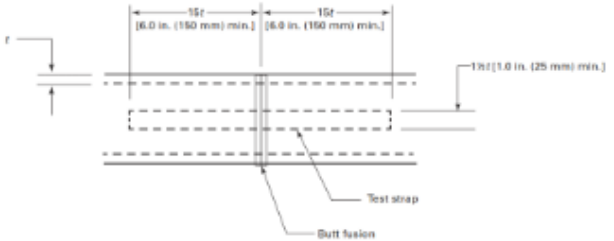
Tabla Nº2 Tiempos máximos de remoción de placa calentadora según norma ASTM F 2620

9. PRUEBAS Y ENSAYOS A REALIZAR

a. Ensayo de tracción

- El ensayo de tracción se hará bajo la norma ASME SECCIÓN IX Asme boiler and Pressure Vessel Code an International Code, PART QF PLASTIC FUSING, También se podría realizar bajo la norma ASTM D638 (Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics). El laboratorio encargado emitirá el informe correspondiente.

Figure QF-463
Bend Test Specimen Removal, Configuration, and Testing



b. Prueba de Doblez

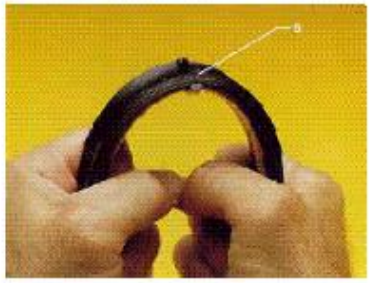
- En la junta de prueba se tomarán dos tiras con las siguientes medidas:

- se procederá de la siguiente manera:

  - Las tiras serán dobladas a 180° teniendo en cuenta de hacer una dobladura por la parte externa de la tira y la siguiente dobladura por la parte interna. (Como se muestra en la figura N°1).

  - Después del doblez las costuras no deberán presentar poros, rajaduras y/o imperfecciones visibles.

Figura N°1



- Para ensayos de dobladura de muestras de tuberías con espesores mayores los cuales no se puedan doblar manualmente, se utilizará un equipo para su verificación en campo.

10. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

a. Verificación durante las operaciones de refrendado

- Verificar la perpendicularidad del plano formado por la cara del tubo y el eje de la tubería.
- Se debe unir los dos extremos de la tubería a ser soldadas y chequear las posibles aberturas, que deberán ser menores a 1 mm, en caso de exceder este valor se deberá repetir la operación de refrendado.
- La superficie de ambas caras de la tubería deben quedar lisas.
- Se deben evitar que queden residuos de virutas en las superficies de las caras de los tubos.

b. Verificación durante la unión por termofusión

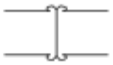
- Durante el proceso de termofusión, se debe examinar visualmente el proceso de pegado por fusión y se registrara los datos según registro presentado en anexo.

c. Verificación de Inspección del cordón soldado

Una vez terminado el proceso de termofusión se procede a la Inspección Visual de la junta, debiendo considerarse:

- El cordón de soldadura por termofusión en los empalmes debe ser continuo y consistente en tamaño alrededor de toda la circunferencia de la tubería.
- No debe haber socavación en las orillas externas del cordón de soldadura por fusión del HDPE.
- No debe haber vacios o huecos visibles entre los cordones de soldadura de fusión.

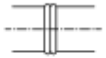
- No debe haber desalineamiento entre los extremos de las tuberías mayores al 10% del espesor de pared del tubo.
- No debe haber porosidad notoria en el cordón de la soldadura.
- Verificar que todas las pruebas realizadas estén completas y conformes (protocolo de pruebas).
- Una mayor presión de lo recomendado, hará que el reborde se sobreponga a si mismo pudiendo resultar una fusión de baja calidad ya que el reborde será expulsado al diámetro exterior e interior de la fusión creando un "anillo gfrio" en la zona central de la fusión.



- Una menor presión de lo recomendado dará como resultado una fusión inadecuada debido a un contacto insuficiente en el área derretida.



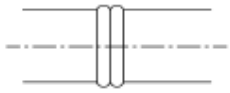
- El reborde formado debe ser uniforme en tamaño y forma todo el rededor de la junta.

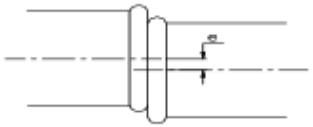




DIMENSIONES DE JUNTA EN PULGADAS			
DIAM.	G	A	DR
< 3"	1/8"	1/8"	1/4"
4" - 10"	3/16"	3/16"	3/8"
12" - 18"	1/4" - 3/8"	1/4" - 5/16"	1/2" - 3/4"
20" - 24"	3/8" - 7/16"	5/16" - 3/8"	3/4" - 7/8"
26" - 36"	7/16" - 3/4"	3/8" - 1/2"	7/8" - 1.1/4"
40" - 48"	5/8" - 3/4"	1/2" - 5/8"	1.1/4"-1.1/2"

- Un buen alineamiento es condición básica para que la tubería pueda soportar con normalidad esfuerzos de flexión en la zona de costura. La excentricidad no debe superar al 10% del espesor de la tubería





11. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HDPE

- Las tuberías de fácil manejo (poco peso) podrán ser manipuladas manualmente, y si tienen una gran longitud deben usarse un camión grúa.
- Las tuberías se instalarán de acuerdo a los planos del proyecto y de acuerdo a cualquier particularidad que pudiese presentar el terreno.
- El área donde se colocará la tubería deberá estar conforme al alcance del proyecto, además el lugar debe estar sin presencia de material cortante que en el futuro pueda ocasionar daños y obstrucciones en ella.
- Una vez recibida la liberación del área se procederá a colocar la tubería dentro de la excavación (de ser el caso).
- Verificar con el departamento de Topografía las progresivas, pendientes y niveles para su colocación.
- La tubería se colocará en los puntos indicados por los planos emitidos por el El Cliente, siendo replanteados en campo y verificados y aprobados conjuntamente con el área de oficina técnica.
- En el caso de haber soportes, verificar la correcta colocación de estos en toda la Línea de tubería HDPE según planos proporcionados por el cliente.

12. REGISTROS

- **SGC-C-REG-MEC-027** REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN.
- **SGC-C-REG-MEC-028** REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE OPERADOR DE SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN.
- **SGC-C-REG-MEC-029** REGISTRO DE ENSAYO DE DOBLEZ SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN.
- **SGC-C-REG-MEC-030** REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE JUNTAS HDPE.
- **SGC-C-REG-MEC-031** REGISTRO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HDPE.
- **SGC-C-REG-MEC-032** REGISTRO WELDING BOOK - TUBERÍAS HDPE TERMOFUSIÓN

ANEXO 5

Formatos de Registros elaborados para la inspección en la fabricación de sistemas de tuberías de acero y HDPE

1. Registro recepción de material y/o equipos
2. Registro de recepción de tuberías
3. Registro de recepción de accesorios para tuberías
4. Registro de control de instrumentos de medición
5. Registro fotográfico
6. Registro control dimensional en el habilitado.
7. Registro control dimensional en el armado.
8. Registro de lista de soldadores
9. Registro de inspección visual de soldadura.
10. Registro de reparación de soldadura.
11. Registro welding book para tuberías.
12. Registro de inspección por líquidos penetrantes.
13. Registro de inspección radiográfica en tuberías de acero.
14. Registro general de ajuste y torque.
15. Registro de Flushing en tuberías
16. Registro de prueba hidrostática
17. Registro de preparación superficial
18. Registro de preparadores, arenadores y pintores homologados
19. Registro de inspección de aplicación de pintura
20. Registro de inspección final de recubrimiento
21. Registro de prueba de adherencia en recubrimientos
22. Registro de control topográfico
23. Registro de liberación spools
24. Registro de inspección de montaje e instalación de equipos
25. Registro de montaje y liberación de líneas
26. Registro de montaje de soportes
27. Registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión
28. Registro de calificación de operador soldadura por termofusión
29. Registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión
30. Registro de inspección visual de juntas de HDPE
31. Registro de instalación de tuberías HDPE
32. Registro welding BOOK - TUBERÍAS HDPE TERMOFUSIÓN

1. Registro recepción de material y/o equipos

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-001	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	**Código Cliente:**
Revisión: 0	REGISTRO RECEPCION DE MATERIALES Y/O EQUIPOS	**Código OBRA SGA:**
Especialidad: MECÁNICA		**Fecha:**

1.0 DATOS GENERALES	**FECHA:**		**REGISTROS N°**		**PÁG.** _____ **DE** _____
CLIENTE:			**AREA:**		
OBRA			**SISTEMA:**		
N° OBRA:			**SUB SISTEMA:**		
ESTRUCTURA			**PLANO:**		

2.0 INSPECCIÓN

TIPO DE MATERIALES: Civil ☐ Estructura ☐ Mecánico ☐ Tuber ☐ Soldac ☐ Eléctrico ☐ Instrumental ☐ Otros: _____

ITEM	FECHA	DESCRIPCIÓN	CANT.	PROVEEDOR	FABRICANTE/MARCA	GUIA DE REMISIÓN	N° LOTE/ COLADA/serie	NORMA TECNICA /CLASE	CERTIFICADO DE CALIDAD	ESTADO DE SUPERFICIE	RESULTADO

3.0 OBSERVACION/ COMENTARIOS :

4.0 APROBACION

Supervisor de SERGEAR	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	Cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

2. Registro de recepción de tuberías

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-002	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	Código Cliente:
Revisión: 0	REGISTRO RECEPCION DE TUBERÍAS	Código OBRA SGA:
Especialidad: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:		REGISTROS N°		PÁG. _____ DE _____
CLIENTE:			AREA:		
OBRA			SISTEMA:		
N° OBRA:			SUB SISTEMA:		
ESTRUCTURA			PLANO:		

2.0 INSPECCIÓN

				Integridad visual (ok u observado)		PRESENTA OVALIDAD SI o NO / valor (mm)	SCHEDULE/ESPESOR (mm)		HORIZONTA-BILIDAD (mm)	NORMA TÉCNICA	RESULTADO
ITEM	FECHA	Nº tubería /colada	cant.	cuerpo	biseles		EXTREMO 1	EXTREMO 2			

3.0 OBSERVACION/ COMENTARIOS :

4.0 APROBACION

Supervisor de SERGEAR	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	Cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

3. Registro de recepción de accesorios para tuberías

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-003	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	Código Cliente:	
Revisión: 0	REGISTRO RECEPCION DE ACCESORIOS PARA TUBERÍAS	Código OBRA SGA:	
Especialidad: MECÁNICA		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:		REGISTROS Nº		PÁG. _____ DE _____
CLIENTE:			AREA:		
OBRA			SISTEMA:		
Nº OBRA:			SUB SISTEMA:		
ESTRUCTURA			PLANO:		

2.0 INSPECCIÓN

				Integridad visual (ok u observado)		CONEXIÓN ROSCADA O BRIDADA	SCHEDULE/ESPESOR (mm)		peso APROX. (Kg.)	NORMA TÉCNICA	RESULTADO
ITEM	FECHA	DESCRIPCIÓN DE ACCESORIO	cant.	cuerpo	biseles		EXTREMO 1	EXTREMO 2			

3.0 OBSERVACION/ COMENTARIOS :

.....

4.0 APROBACION

Supervisor de SERGEAR	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	Cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

4. Registro de control de instrumentos de medición

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-004	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	Código Cliente:	
Revisión: 0	REGISTRO DE CONTROL DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Código OBRA SGA:	
Especialidad: MECÁNICA		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:		REGISTROS N°		PÁG. _____ DE _____
CLIENTE:			AREA:		
OBRA			SISTEMA:		
N° OBRA:			SUB SISTEMA:		
ESTRUCTURA			PLANO:		

2.0 INSPECCIÓN

ITEM	FECHA	IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO/ INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE SERIE	FECHA DE CALIBRACION	FECHA PROXIMA CALIBRACIÓN	CÓDIGO CERTIFICADO	CORRECTO FUNCIONAMIENTO	RESULTADO	COMENTARIOS

3.0 OBSERVACION/ COMENTARIOS :

_____

4.0 APROBACION

Supervisor de SERGEAR	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	Cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

5. Registro fotográfico

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN		SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-005		FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	Cod Cliente	
REV.	0	REGISTRO FOTOGRÁFICO	Cod obra	
Esp.:	MECÁNICA		FECHA:	
1.0. DATOS GENERALES			FECHA:	

PROYECTO:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
DESCRIPCIÓN:		PLANO:	

Supervisor de SERGEAR	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	Cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FIRMA:	FIRMA:

6. Registro control dimensional en el habilitado.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-006	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	Cod Cliente:	
REV: 0	REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL EN EL HABILITADO	Cod obra SGA:	
disciplina: mecánica		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

ESQUEMA/PLANO:

CODIGO	ITEM	MEDIDAS			ITEM	MEDIDAS			ITEM	MEDIDAS		
		TEORICO	REAL	ERROR		TEORICO	REAL	ERROR		TEORICO	REAL	ERROR
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

7. Registro control dimensional en el armado.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-007	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	Cod Cliente:	
REV: 0	REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL EN EL ARMADO	Cod obra SGA:	
disciplina: mecánica		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

ESQUEMA/PLANO:

CODIGO	ITEM	MEDIDAS			ITEM	MEDIDAS			ITEM	MEDIDAS		
		TEORICO	REAL	ERROR		TEORICO	REAL	ERROR		TEORICO	REAL	ERROR
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			
	A				D				G			
	B				E				H			
	C				F				I			

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

8. Registro de lista de soldadores

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-008	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	Cod Cliente:
REV. 0	REGISTRO DE LISTA DE SOLDADORES	Cod obra SGA:
Especia.: MECÁNICA		Fecha:

1.0. DATOS GENERALES		FECHA:	N° REGISTRO:
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

APELLIDOS Y NOMBRES	D.N.I.	N° DE ESTAMPA	PROCESO	POSICIÓN	N° DE WPS

3.0) Comentarios/ Observaciones:

4.0. APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

9. Registro de inspección visual de soldadura.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-009	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA (VT)	Cod obra SGA:
Especialidad: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTROS N°	PÁG. _____ DE _____

PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

				SOLDADOR(1)	COMPONENTES			TIPO DE JUNTA(2)		INSPECCION VISUAL			OBSERVACIONES
ITEM	LINEA/ISOMETRICO/ CODIGO PIEZA	JUNTA	PROC.	CODIGO	COMP. 1	COMP. 2	SCH/ ESPESOR	TOPE	FILETE	APROBADO (2)	CODIGO (3) DEFECTO	REPARACION (2)	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

NOTAS:
1. COLOCAR ESTAMPA DE SOLDADOR
2. MARCAR CON UN CHECK SI ESTA CORRECTO
3. TIPO DE DEFECTOS, IP= Penetración Inadecuada,IF=Fusión Incompleta, EU= Socavado Externo, P= Poro, F= Fisura, O=Otros

3.0 COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

_____

_____

4.0 APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA	FECHA:	FECHA:

10. Registro de reparación de soldadura.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-010	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	Cod Cliente:
REV. 0	REGISTRO DE REPARACIÓN DE SOLDADURA	Cod obra SGA:
Especia.: MECÁNICA		Fecha:

1.0. DATOS GENERALES		FECHA:	Nº REGISTRO:

PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA		SISTEMA:	
Nº OBRA		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

REPARACIÓN

Equipo y/o elemento a controlar: _____ Fecha: _____

TIPO DE INSPECCIÓN Y/O ENSAYO REALIZADO

Inspección Visual (VT)	☐	Radiográfia (RT)	☐	Partículas Magnéticas (PM)	☐
Tintes Penetrantes (PT)	☐	Ultrasonido (UT)	☐		

CONTROL DE REPARACIONES

ITEM	IDENTIFICACIÓN DEL DEFECTO	TIPO DE DEFECTO LOCALIZADO, TAMAÑO	REPARACIÓN N°	REPARADO POR	FECHA DE REPARACIÓN	CONFORME	
						SI	NO
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐
						☐	☐

RESUMEN DE RESULTADOS DE REPARACIÓN

Tipo de reparación efectuada: Parcial ☐ Total ☐

Total de reparaciones: Aceptadas _____ Rechazadas _____

3.0. **COMENTARIOS/ OBSERVACIONES:**

_____

_____

_____

4.0 APROBACIÓN

Supervisor SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD	LOGO CLIENTE
	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	
	REGISTRO WELDING BOOK (TUBERÍAS DE ACERO)	Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-011

Cliente:

Proyecto:

ÁREA:

PLANO REFERENCIA:

DATOS GENERALES

CÓDIGO/ NORMA:		WPS N°:		PROCESO DE SOLDADURA:		TIPO DE ELECTRODO:		INSPECTOR	

CONTROL DE JUNTAS DE SOLDADURA

ITEM	DATOS DEL PLANO		DATOS DE SOLDADURA			CÓDIGO DE COMPONENTE/TUBERÍA /ESTRUCTURAS/OTROS	ESTAMPA DEL SOLDADOR	COMPONENTE I				COMPONENTE II				ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS											
																INSPECCIÓN VISUAL (VT)			REPARACIÓN DE SOLDADURA			LIQUIDOS PENETRANTES			OTRO ENSAYO, ESPECIFICAR:_____			
	(ISOMÉTRICO)	REVISIÓN	N° JUNTA	TIPO DE JUNTA				DESCRIPCIÓN	MATERIAL	# (Pulg.)	ESPESOR (Pulg.)	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	# (Pulg.)	ESPESOR (Pulg.)	FECHA	N° REG.	ESTATUS	FECHA	N° REG.	ESTATUS	FECHA	N° REG.	ESTATUS	FECHA	N° REP.	ESTATUS	OBSERVACIÓN
				TOPE	FILETE																						
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											
11																											
12																											
13																											
14																											
15																											
16																											
17																											
18																											
19																											
20																											
21																											
22																											
23																											
24																											
25																											
26																											

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

11. Registro welding book para tuberías.

12. Registro de inspección por líquidos penetrantes.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-012	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES	Cod obra SGA:
Especialidad: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

Tipo de Limpieza	Tipo de Líquido Penetrante	Tipo de Revelador	Criterio de Aceptación
Tiempo de Secado	**Intervalo de Tiempo**	**Tiempo de Revelador**	**Post Limpiado**

ESQUEMA Y/O PLANO:

ITEM	CÓDIGO ELEMENTO	ESTAMPA DEL SOLDADOR	FECHA	JUNTA	ACEPTAR	RECHAZAR	TIPO DE DEFECTO	REPARACIÓN		INSPECCIÓN
								ACEPTAR	RECHAZAR	

ABREVIATURA DE DEFECTOS Y DISCONTINUIDADES				INSPECCIÓN	
Quemón:	BT	Concavidad:	IC	Aceptación:	ACEPT.
Fisura de Crater:	CC	Falta de Fusión:	IF	Rechazado.	RECHA.
Fisura Longitudinal:	CL	Falta de Penetración:	IP	Reparar:	REPAR.
Poros Agrupados:	CP	Porosidad:	P		
Exeso de Penetración:	EP	Socavación Interna:	IU		
Socavación Externa:	EU	Escoria Aislada:	ISI		
Desalineamiento:	D	Hi-Lo:	HL		
Sobreespesor en refuerzo:	SR	Crater:	C		
Solapamiento:	SP	Cateto deficiente:	CD		

3.0) COMENTARIOS/ OBSERVACIONES:

4.0 APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

13. Registro de inspección radiográfica en tuberías de acero.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-013	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS (SPOOLS)	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIONES RADIOGRÁFICAS EN TUBERÍAS DE ACERO	Cod obra SGA:
Especialidad: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCIÓN

DATOS DEL COMPONENETE INSPECCIONADO			
ELEMENTO:	DIÁMETRO NOMINAL:	PROCESO SOLDADURA:	TIPO DE JUNTA:
CÓDIGO:	DITANCIA MAX. OBJ-FILM:	ESPESOR DE REFUERZO:	ESTADO SUPERFICIAL:
ESPESOR:	MATERIAL BASE:	BACKING: ESPESOR:	TRATAMIENTO TÉRMICO:

DATOS DEL ENSAYO RADIOGRÁFICO			
FUENTE:	TIPO DE PELÍCULA:	PANTALLAS:	TÉCNICA DE ENSAYO
DIMENSIÓN FOCAL:	FABRICANTE DE PELÍCULA:	POSICIÓN DE LA FUENTE:	
ACTIVIDAD:	LONGITUD DE PELÍCULA:	TÉCNICA:	
TIEMPO DE ESPOSICIÓN:	PANTALLAS:	REVELADO:	
PENUMBRA GEMOMÉTRICA:	PENETRÁMETRO	TEMPERATURA: TIEM. REVELADO:	
DIST. FOCO A LADO OBJETO:	LADO COLOCACIÓN:	RANGO DE DENSIDAD:	
CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO SEGUIDO:		CRITERIO DE ACEPTACIÓN: ASME B31.3 - 2014	

ESQUEMA Y/O PLANO Y/O FOTO:

ITEM	CÓDIGO SPOOLS	JUNTA	PLACA	ESTAMPA	ESPESOR (mm)	HILO ESENCIAL (IQI)	RANGO DE DENSIDAD (MED)	DICONTINUIDAD-UBICACIÓN (mm)	FECHA	RESULTADO INSPECCIÓN

ABREVIATURA DE DEFECTOS Y DISCONTINUIDADES				INSPECCIÓN		
indicación redondeada	RI	indicaciones agrupadas	CI			
indicaciones redondeadas alineadas	ARI	fusión incompleta	IF			
escoria interna, inclusion de tungsteno, indicación	EI	fisura	C			
escoria interna, inclusion de tungsteno, indicación	EIC	penetración inadecuada	IP			
concavidad en la raiz	CRS	socavación	U	Aceptación:	ACEPT.	TOTAL INSPECCIONADO
quemón	BT			Rechazado.	RECHA.	

3.0) COMENTARIOS/ OBSERVACIONES:

4.0 APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

14. Registro general de ajuste y torque.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-014	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cod Cliente:
REV. 0	REGISTRO GENERAL DE AJUSTE Y TORQUE	Cod obra SGA:
ESP. MECÁNICA		FECHA:

1.0. DATOS GENERALES	FECHA:	Nº REGISTRO:

PROYECTO:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
Nº OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0. INSPECCIÓN

ANTECEDENTES TÉCNICOS:

EQUIPO CALIBRADO		MODELO	
FECHA DE CALIBRACIÓN		Nº SERIE	
MARCA		CERTIFICADO Nº	

MÉTODO DE APRIETE

LLAVE CALIBRADA		TENSIÓN CONTROLADA	
GIRO DE LA TUERCA		OTROS:	

ITEM	ELEMENTOS INMERSOS	NUDO	CANT. DE PERNOS	PERNOS		Torque establecido	Torque medido en campo	OBSERVACIONES	ACEPTACIÓN	
				Ø x long. Del perno	GRADO	(ft-lb.)	(ft-lb.)		SI	NO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

ESQUEMA:

3.0 NOTAS/COMENTARIOS / OBSERVACIONES :

4.0. APROBACIÓN

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

15. Registro de Flushing en tuberías

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-015	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cod Cliente:
REV.: 0	REGISTRO DE FLUSHING EN TUBERÍAS	Cod obra SGA:
ESPECIALIDAD: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO Nº

PROYECTOS:		**AREA:**	
OBRA:		**SISTEMA:**	
Nº OBRA:		**SUB SISTEMA:**	
ESTRUCTURA:		**PLANO:**	

2.0 INSPECCION

INFORMACIÓN GENERAL

Línea/marca de Tubería

Tipo de Tubería:

Especificación:

PARÁMETROS

Presión de Limpieza (bar/psi):

Fluido de Limpieza:

Presión de Trabajo:

Fluido de Trabajo:

TIEMPO DE LIMPIEZA

Inicio de Prueba:

Fin de Prueba:

Temperatura minima de Ambiente:

Resultado:

EQUIPOS DE MEDICIÓN (DONDE APLIQUE)

Equipos	Cert. Calibración	Rango de Trabajo	Fecha de Calibración

Observaciones:

ESQUEMA Y/O REGISTRO FOTOGRÁFICO

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBADO

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

16. Registro de prueba hidrostática

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-016	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cod Cliente:
REV.: 0	REGISTRO DE PRUEBA HIDROSTÁTICA	Cod Obra SGA:
ESPECIALIDAD: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°

PROYECTOS:	"LAVADERO PARA EQUIPO PESADO DE TALLER PATIO PUERTO - ILO "	**AREA:**	PATIO PUERTO - ILO
OBRA:		**SISTEMA:**	
N° OBRA:	3292-44	**SUB SISTEMA:**	
ESTRUCTURA:		**PLANO:**	

2.0 INSPECCION:

Descripción de la Línea :		Plano de Referencia:	
Material:		Estandar de Referencia:	
Presión de Operación	Soportes completos:	Tensiones Aliviadas:	
Presión de Prueba:	Radiografía / END:	Bomba:	
Medio de Prueba:	Inicio de Prueba:	Fin de Prueba:	Fecha:
Manómetro:	Serie:	Rango:	Reporte: N°

Línea/Elemento/código de spools	Diametro tubería (Pulg.)	Longitud Total (m)	Presión de prueba (Psi)	hora (hora:minuto: am/pm)	T amb. °C	Presión final (Psi)	Ubicación Fugas	RESULTADO

ESQUEMA/PLANO

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

Supervisor SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGERAR SAC	CLIENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

17. Registro de preparación superficial

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-017	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cod Cliente:	
REV: 0	REGISTRO DE PREPARACIÓN SUPERFICIAL	Cod obra SGA:	
ESPECIALIDAD: MECÁNICA		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTROS N°

PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

NORMA TECNICA DE PREPARACION SUPERFICAL: _____
MATERIAL UTILIZADO: _____
INSTRUMENTO UTILIZADO: _____

CONDICIONES AMBIENTALES			
Temp. Bulbo seco (ambiental) °C		Cinta testigo del Perfil de Rugosidad	
Temp. Bulbo húmedo (ambiental) °C			
Humedad Relativa %			
Temperatura punto de rocio °C			
Temperatura de superficie°C		Perfil de Rugosidad (mils):	

DESCRIPCIÓN: Marcas de identificación de estructuras.			

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

18. Registro de preparadores, arenadores y pintores homologados

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-018	FABRICACIÓN SISTEMAS DE TUBERÍAS	Código Cliente:	
Revisión: 0	REGISTRO DE PREPARADORES, ARENADORES Y PINTORES HOMOLOGADOS	Código OBRA SGA:	
Especialidad: MECÁNICO		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:		REGISTROS Nº		PÁG. _____ DE _____
CLIENTE:			AREA:		
OBRA			SISTEMA:		
Nº OBRA:			SUB SISTEMA:		
ESTRUCTURA			PLANO:		

2.0 INSPECCIÓN

Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA HOMOLOGACIÓN	EMPRESA CERTIFICADORA	SISTEMA HOMOLOGADO (PREPARADOR, ARENADOR, PINTOR, ETC) ESPECIFICAR PRODUCTO	Nº CERTIFICADO	CONDICIÓN	COMENTARIOS

3.0 OBSERVACION/ COMENTARIOS :

_____

4.0 APROBACION

Supervisor de SERGEAR	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR S.A.C	Cliente
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

19. Registro de inspección de aplicación de pintura

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-019	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS		Cod Cliente:	
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN DE APLICACIÓN DE PINTURA		Cod obra SGA:	
Espec.: MEC.			Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°

PROYECTO:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

APLICACIÓN DE PINTURA

BROCHA ☐ RODILLO ☐ SPRAY ☐ PISTOLA ☐

EQUIPO DE APLICACION _____

CONDICIONES AMBIENTALES

TBH (°C) ☐ TBS (°C) ☐ Temperatura de Rocío (°C) ☐

HR (%) ☐ Temperatura de Superficie (°C) ☐ Hora ☐

DATOS DE PINTURA

MARCA DEL PRODUCTO _____ NUMERO DE LOTE A _____ FECHA DE PRODUCTO _____

COLOR _____ NUMERO DE LOTE B _____ FECHA DE PRODUCTO _____

PREPARACION DE PINTURA

COMPONENTE A _____ CANTIDAD UTILIZADA _____

COMPONENTE B _____ CANTIDAD UTILIZADA _____

SOLVENTE _____ CANTIDAD UTILIZADA _____

3.0 NOTAS / COMENTARIOS / OBSERVACIONES

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

4.0 APROBACION

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

20. Registro de inspección final de recubrimiento

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-020	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cod Cliente:
REV: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN FINAL DE RECUBRIMIENTO	Cod obra SGA:
ESPEC.: MEC.		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

APARIENCIA FINAL DE LA SUPERFICIE

UNIFORME	SI	NO	CHORREADA	SI	NO	RASGUÑO	SI	NO
AMPOLLAS	SI	NO	BURBUJAS	SI	NO	OTROS	_____	

EQUIPO DE MEIDICION DE ESPESORES DE PELÍCULA SECA

TIPO DE MEDIDOR	ANALOGICO		DIGITAL		MODELO	_____

REGISTRO DE ESPESORES DE PELÍCULA SECA

Sistema especificado		
1ra capa		
2da capa		
3ra capa		
4ta capa		
	Total	

ITEM	ELEMENTO	CAPA	ESPESORES DE PELICULA SECA (mils)							
			MEDIDAS TOMADAS					MIN	MAX	PROM
			1	2	3	4	5			
			1	2	3	4	5			
			1	2	3	4	5			
			1	2	3	4	5			
			1	2	3	4	5			
			1	2	3	4	5			

CONDICION FINAL DE APLICACIÓN

ACEPTADO ☐ RECHAZADO ☐

3.0 NOTAS / COMENTARIOS / OBSERVACIONES

_____

_____

_____

_____

4.0 APROBACION

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

21. Registro de prueba de adherencia en recubrimientos

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN		SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-021		FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS		Cod Cliente:	
REV:	0	REGISTRO DE PRUEBA DE ADHERENCIA EN RECUBRIMIENTOS		Cod obra SGA:	
ESPEC.:	MECÁNICA			Fecha:	

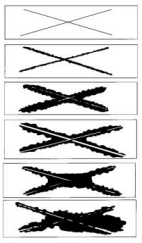
1.0 DATOS GENERALES		FECHA:	REGISTROS N°
PROYECTOS:		ÁREA:	
OBRA:		SISTEMA	
N° OBRA:		SUB SISTEMA	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

DATOS PREVIOS			RESULTADOS		
GRADO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIE REALIZADO			MÉTODO DE PRUEBA (A, B)		
SISTEMA DE PINTURA APLICADO	1ra CAPA		TIEMPO DE CURADO DEL RECUBRIMIENTO (días)		
	2da CAPA		CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA DE SUPERFICIE (ºC)	
	3ra CAPA			TEMPERATURA BULBO SECO (ºC)	
	4ta CAPA			TEMPERATURA PUNTO DE ROCÍO (ºC)	
ESPESOR TOTAL NOMINAL (mils)				HUMEDAD RELATIVA (%)	
ESPESOR TOTAL REAL (mils)			GRADO DE ADHERENCIA ALCANZADO (SEGÚN CUADRO ASTM D3359)		
DESCRIPCIÓN ELEMENTO INSPECCIONADO			RESULTADO (aceptado/rechazado)		

ASTM D3359

Descripción del método según el ASTM D3359-A



	CORTE EN X
5A	No se pela ni se remueve.
4A	Poco pelado y o remoción en incisión o intersección
3A	Levantamiento entre las incisiones hasta 1.6 mm. En ambos lados.
2A	Levantamiento entre las incisiones hasta 3.2mm. En ambos lados.
1A	Remoción de la mayor parte bajo el corte en X.
0A	

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

22. Registro de control topográfico

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-022	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cód. Cliente:
Revisión: 0	REGISTRO DE CONTROL TOPOGRÁFICO	Cód. OBRA SGA:
Especialidad: Mecánica		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:		REGISTROS N°		PÁG. _____ DE _____
PROYECTO:			ÁREA:		
OBRA:			SISTEMA:		
Nº OBRA:			SUB SISTEMA:		
ESTRUCTURA:			PLANO:		

2.0 INSPECCIÓN

DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL ELEMENTO (s):

MOVIMIENTO DE TIERRAS	PERNOS DE ANCLAJE	GENERAL	ESQUEMA DE REFERENCIA:
☐ Linea de terreno original	☐ Tipo de perno:_____	☐ Puntos de control horizontal / vertical	
☐ Levantamiento de excavación	☐ Diametro de perno(s):_____	☐ Verificación de alineamiento /verticalidad	
☐ Levantamiento de Inicio de excavación	☐ Configuracion (cuadrado,rectangular etc):_____	☐ Tuberias	
☐ Levantamiento de rellenos	☐ Distancia entre pernos en direccion del eje(mm):_____	☐ Ubicacion de interferencias	
☐ Levantamiento de cambio de materiales	☐ Distancia entre pernos en diagonal (mm):_____	☐ Ubicacion de Embebidos	
☐ Nivelación gruesa	☐ Cota superior de los pernos (msnm):_____	☐ Verificación de ubicación	
☐ Nivelación final	☐ Longitud de perno (mm):_____	☐ Verificación de niveles y cotas	
☐ Trazo y Replanteo	☐ Longitud embebido de perno (mm):_____	☐ Se Adjunta plano de referencia	
☐ Otros _____	☐ Plancha , longitud (espesor): _____	☐ Otros _____	
	☐ Proteccion de pernos antes (__) y/o despues (__) del vaciado.		

INSTRUMENTO DE VERIFICACIÓN - Equipo: _____ Marca: _____ Modelo: _____ Nº Serie: _____

PRECISIÓN ANGULAR: _____

NÚMERO DE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: _____ FECHA DE CALIBRACIÓN: _____ FECHA DE VENCIMIENTO: _____

BM REFERENCIAL (cota y coordenadas): _____

TOLERANCIA DIF. EN ELEVACIÓN: _____ m. TOLERANCIA DIF. EN LONGITUD: _____ m.

UBICACIÓN EN ESQUEMA/ PLANO	COTA Y CORD. NOMINAL			COTA Y COORDENADA REAL			DIFERENCIA		
	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN

TOPÓGRAFO: _____ FIRMA: _____

3.0 COMENTARIOS / OBSERVACIONES

_____

_____

4.0 APROBACIÓN

Supervisor SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	Residente SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

23. Registro de liberación spools

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-023	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cod Cliente:	
REV.: 0	REGISTRO DE LIBERACIÓN SPOOLS	Cod obra SGA:	
ESPECIALIDAD: MECÁNICA		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°

PROYECTOS:		AREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA

01. MATERIAL	
02. CÓDIGO DE SPOOLS	
03. FUNCIÓN DE LOS SPOOLS	

LIBERACION FINAL DE SPOOLS

	DESCRIPCION	ACEPTADO	RECHAZADO	N/A	OBSERVACION
01	SPOOLS SIN DAÑOS, GOLPES O ABOLLADURAS				
02	VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES				
03	UBICACIÓN Y ORIENTACIÓN DE ACCESORIOS				
04	INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA				
05	INSPECCIÓN GAMMAGRAFÍCA DE SOLDADURA				
06	INSPECCIÓN DE LÍQUIDOS PENETRANTES				
07	INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO				
08	PRUEBA HIDROSTÁTICA				
09	RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL				
10	VERIFICACIÓN VISUAL FINAL				

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION

Supervisor SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

24. Registro de inspección de montaje e instalación de equipos

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-024	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cod Cliente:
REV.: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN DE MONTAJE E INSTALACIÓN DE EQUIPOS	Cod obra SGA:
Especialidad: MECÁNICA		Fecha

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°	PAG: DE

PROYECTO:		AREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

MONTAJE: ☐ FABRICACION: ☐

LISTA DE INSPECCIÓN

Item		SI	NO	N.A.	OBSERVACIONES
1	MARCA				
2	N° DE SERIE				
3	Tag				
4	Inspección visual del equipo o instrumento, no se observa daño				
5	El trabajo esta ejecutado de acuerdo a las especificaciones técnicas y planos aprobado				
6	Los componentes móviles son operados sin dificultad				
7	Inspección general de limpieza				
8	Verificación de torque de pernos				
9	Verificación de fijación del equipo				
10	Se realizó inspección de fugas en sellos				
11	Instalación de acuerdo a planos				
12	Canalizacion de acuerdo a planos				
13	Equipo correctamente aterrado				
14	se verificó operatividad apertura y cierre de valvula				
15	Nivelación del equipo es la correcta				
16	Vendor presente en la instalación de equipo				
17	Ubicación final de equipo y/o instrumento instalado				

Esquema/imagen:

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACIÓN :

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

25. Registro de montaje y liberación de líneas

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-025	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cod Cliente:
REV.: 0	REGISTRO DE MONTAJE Y LIBERACIÓN DE LÍNEAS	Cod obra SGA:
ESPECIALIDAD: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°

PROYECTOS:		AREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA	
01. MATERIAL	
02. LINEAS	
03. FUNCIÓN DE LA LINEA	

LIBERACION INSTALACION DE LINEAS

	DESCRIPCION	SI	NO	N/A	OBSERVACION
01	Todos las pruebas END han sido desarrolladas, aceptadas, y estan en concordancia con las especificaciones del proyecto.				
02	Toda la soportación de la linea ha sido instalada y está en concordancia con los planos y especificaciones del proyecto.				
03	Se ha hecho limpieza de las líneas en concordancia con los requerimientos del proyecto, y con verificación de limpieza interna de Tuberías (flushing).				
04	Todos las pruebas Hidrostáticas/Neumáticas se han completado en concordancia con las especificaciones del proyecto.				
05	Las líneas han sido montadas e instaladas en la posición y de forma correcta, evitando todo tipo de daño en las mismas.				
06	Las líneas han sido instaladas de acuerdo a las últimas revisiones en los P&ID y planos de montaje.				
07	Se instaló de forma correcta en la(s) línea(s) especificada(s) las válvulas, equipos y demás elementos según planos aprobados.				
08	Se da conformidad de aceptación de las líneas que conforman el sistema.				
09	Buen estado de las tuberias y correcta unión de tramos que conforman la linea.				
10	Longitud instalada en buenas condiciones.				

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION

Supervisor SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

26. Registro de montaje de soportes

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-026	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS	Cod Cliente:	
REV.: 0	REGISTRO DE MONTAJE DE SOPORTES	Cod obra:	
ESPECIALIDAD: MECÁNICA		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA		REGISTRO N°

PROYECTO:		**ÁREA:**	
OBRA:		**SISTEMA**	
N° OBRA:		**SUB SISTEMA**	
ESTRUCTURA:		**PLANO**	

2.0 INSPECCION

ESQUEMA / IMAGEN

1. LISTA DE INSPECCIÓN DE SOPORTES:

ITEM	DESCRIPCIÓN	SI	NO	N.A
1	Inspección de elevación y nivelación del soporte según planos contructivos.			
2	Instalación y Ajuste de pernos.			
3	Inspección visual de soldadura de la soporteria.			
4	Inspección de la pintura de la soportería.			
5	Inspección de la dimensión de la soportería según planos de fabricación.			

LIBERADO SI ☐ NO ☐

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

27. Registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-027	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS HDPE	Cod Cliente
REV.: 0	REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN	Cod obra:
ESPEC.: MECÁNICA		FECHA

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°

PROYECTOS:		**AREA:**	
OBRA:		**SISTEMA:**	
N° OBRA:		**SUB SISTEMA:**	
ESTRUCTURA:		**PLANO:**	

2.0 INSPECCION

Empresa: _____

Nombre Operador: _____ DNI: _____ Estampa: _____

N° Procedimiento de Termofusión: _____ Revisión: _____

Proceso de Unión: _____ Fecha: _____

Variables	Valores Actuales
Especificación de material	
Fabricante tubo/accesorio	
Especificación	
Espesor (SDR No.)	
Diametro (IPS)	
Máquina de Termofusión	
Fabricante	
Modelo	
Manual / Máquina	
otros	
Parámetros de Termofusión	
Temperatura de calentamiento:	
Presion de calentamiento:	
Tiempo de calentamiento:	
Presión de fusión:	
Tiempo de fusión:	
Tiempo de enfriamiento:	
Ancho del cordón terminado	
Tipo(s) de Union (tope o traslape)	
Resultados de Prueba de Doblez (cara):	
Resultados de Prueba de Doblez (raiz):	
Resultado de Prueba de tracción	

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES

Certificamos que lo establecido en este registro es correcto y que las pruebas fueron preparadas, termofusionadas y probadas de acuerdo con los requisitos de ASTM F2620, ASTM D638, ASME B31.3, ASME IX, etc. donde aplique.

4.0 APROBACION

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

28. Registro de calificación de operador soldadura por termofusión

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-028	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS HDPE	Cod Cliente:	
REV.: 0	REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE OPERADOR SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN	Cod obra:	
ESPECIALIDAD: MECÁNICA		Fecha:	

1.0.- DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°

PROYECTOS:		AREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0.- INSPECCION

2.1.- INFORMACION PREVIA

EMPRESA: _____ D.N.I.: _____

Material: _____ Estampa del soldador: _____

Proceso de Soldadura: _____ Elaborado por: _____

Nombre del Operador: _____

2.2.- VARIABLES

TUBERIA: _____ TEMPERATURA DE AMBIENTE: _____

DIAMETRO: _____ HUMEDAD RELATIVA: _____

RANGO CALIFICADO: _____

ESPESOR: _____

SDR: _____

TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO: _____

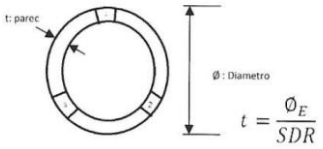
PRESION DE CALENTAMIENTO: _____

TIEMPO DE CALENTAMIENTO: _____

PRESION DE FUSION: _____

TIEMPO DE FUSION: _____

TIEMPO DE ENFRIAMIENTO: _____



2.3.- DATOS DEL EQUIPO DE TERMOFUSION

Marca:	Modelo:	Serie:	Rango Aplicable:

2.4.- NORMAS, CODIGOS Y/O ESTANDARES APLICABLES

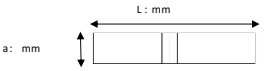
PRUEBA HIDROSTATICA	ENSAYO DE DOBLEZ	ENSAYO DE TRACCION

HORA DE INICIO	PRESION (PSI)	HORA FINAL	PRESION (PSI)
-----	-----	-----	-----

OBSERVACIONES:

2.5.- ENSAYO DE DOBLEZ

DIMENSION DE LA PROBETA	FORMULA	VALOR
ESPESOR t (mm)		
LARGO L (mm)		
Ancho a (mm)		



2.6.- INSPECCIONES Y RESULTADOS

A.- INSPECCION VISUAL				B.- INSPECCION DE DOBLEZ		
PROBETA	C1	C2	C3	PROBETA	C1	C2
DE CARA				DE CARA		-----
DE RAIZ				DE RAIZ	-----	

OBSERVACIONES:

2.7.- ENSAYO DE TRACCION

MUESTRA	SECCION TRANSVERSAL			CARGA MAXIMA (KN)	UBICACIÓN DE LA ROTURA (DUCTIL Ó FRÁGIL)
	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	AREA (mm²)		

3.0 NOTA/COMENTARIOS OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

29. Registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión

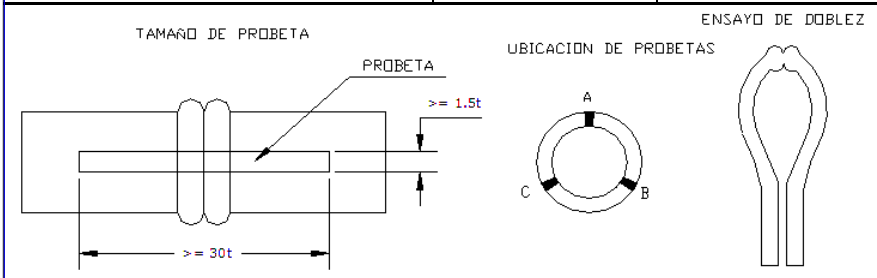
SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE	
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-029	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS HDPE	Cod Cliente:	
REV.: 0	REGISTRO DE ENSAYO DE DOBLEZ SOLDADURA POR TERMOFUSIÓN	Cod obra:	
ESPECIALIDAD: MECÁNICA		Fecha	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°

PROYECTOS:		**AREA**	
OBRA:		**SISTEMA**	
N° OBRA:		**SUB SISTEMA**	
ESTRUCTURA		**PLANO**	

2.0 INSPECCION

DIMENSIONES DE PROBETA	DISTRIBUCION DE CORTE	FORMA DE ENSAYO



TUBERIA		PROBETA	
Diametro Nominal Pulgadas		Longitud Minima según norma	
Espesor Milimetros		Ancho Minimo según norma	
SDR o Clase		Longitud Real calculado	
Material		ancho Real calculado	

FACTORES DE EVALUACION

CARACTERISTICAS OBSERVADAS	PROBETA A (Ext)		PROBETA B (Int)		PROBETA C (Tracción)	
	RECTA	DOBLADA	RECTA	DOBLADA	RECTA	DOBLADA
Uniformidad de Junta						
Vacios Poros Rajaduras						
Areas de No Adherencia						
Otras Especificaciones						

Operador/Soldador de Termofusion:

Normas Estándares:

RESULTADOS DE LA PRUEBA:

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES :

4.0 APROVACION

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-030	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS HDPE	Cod Cliente:
REV.: 0	REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE JUNTAS DE HDPE	Cod obra:
ESPECIALIDAD: MECÁNICA		Fecha:

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°

PROYECTOS:		AREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION

2.1. DATOS DE ELEMENTO Y EQUIPO

SPOOL/ LÍNEA N°:		EQUIPO:	☐ ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO	MODELO:	
ISOMÉTRICO/ P&ID N°:			☐ ACCIONAMIENTO MANUAL	SERIE:	

2.2. IDENTIFICACIÓN

Ítem	Hora	Estampa Soldador	Junta N°	Dimensiones de Tubería		Condiciones Ambientales		Temp. de Plato (°F)	Tiempo de Calentamiento (min.)	Presión de Fusión (PSI)	Tiempo de Enfriamiento (min.)	Altura de Cordón (mm)	Ancho de Cordón (mm)	Inspección Visual
				Diámetro (pulg)	SDR/ DR	Temp. (°C)	HR (%)							

3.0 NOTAS / COMENTARIOS /OBSERVACIONES:

4.0 APROBACIÓN

Supervisor SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

30. Registro de inspección visual de juntas de HDPE

31. Registro de instalación de tuberías HDPE

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		LOGO CLIENTE
Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-031	FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS HDPE	Cod Cliente:	
REV.: 0	REGISTRO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HDPE	Cod obra:	
ESPECIALIDAD: MECÁNICA		Fecha:	

1.0 DATOS GENERALES	FECHA:	REGISTRO N°

PROYECTOS:		AREA:	
OBRA:		SISTEMA:	
N° OBRA:		SUB SISTEMA:	
ESTRUCTURA:		PLANO:	

2.0 INSPECCION:

CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA	
01. MATERIAL	
02. TIPO DE TUBERIA	
03. FUNCIÓN DE LA LINEA	

LIBERACION PARA LA INSTALACION DE TUBERIAS

DESCRIPCION	OBSERVACIONES	CONFORMIDAD
01.- SUPERFICIE DE TERRENO		
02.- SUPERFICIE DE APOYO EN DADO		
03.- MONTAJE E INSTALACIÓN DE ACUERDO A PLANOS		
04.- PROGRESIVAS		
05.- COORDENADAS		
06.- PENDIENTE		
07.- PLANO ADJUNTO No		
08.- EQUIPOS UTILIZADOS		
09.- CANTIDAD: JUNTAS / ACOPLES.	JUNTAS:	
10.- LONGITUD INSTALADA	DÍA: ACUM:	
11.- LONGITUD ACEPTADA	DÍA: ACUM:	
12.- PRECINTOS BIEN COLOCADOS		
13.- DISTRIBUCION DE TUBERÍA y ALINEAMIENTO		
15.- CORRECTA COLOCACIÓN DE ACOPLES		
16.- BUEN ESTADO DE LAS TUBERÍAS		
17.- COINCIDEN CORRUGACIONES / ACOPLES		
18.- REPARACIÓN DE TUBERÍAS AVERIADAS		
19.- VÁLVULAS, EQUIPOS, ETC. CORRECTAMENTE INST.		

3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:

4.0 APROBACION:

SUPERVISOR SERGEAR SAC	QA/QC SERGEAR SAC	RESIDENTE SERGEAR SAC	CLIENTE
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

32. Registro welding BOOK - TUBERÍAS HDPE TERMOFUSIÓN

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS HDPE REGISTRO WELDING BOOK - TUBERIAS HDPE TERMOFUSIÓN	LOGO CLIENTE Cod. Doc. : SGC-C-REG-MEC-032

CLIENTE:

PROYECTO:

ÁREA:

PLANO DE REFERENCIA:

DATOS GENERALES

CÓDIGO / NORMA: ASTM F 2620, ASTM D 638, ASME IX | PROCEDIMIENTO N°: | PROCESO DE UNIÓN: TERMOFUSIÓN | MÁQUINA TERMOFUSIÓN:

CONTROL DE JUNTAS SOLDADAS POR TERMOFUSIÓN

										COMPONENTE 1			COMPONENTE 2			PARÁMETROS DE UNIÓN					Inspección visual					PRUEBA HIDROSTÁTICA (fecha)	JUNTA ACEPTADA/RECHAZADA	OBSERVACIONES
ITEM	FECHA	UNIÓN	PLANO	TAG DE LÍNEA	TIPO DE MATERIAL/CLASIFICACIÓN	JUNTA	HORA	ESTAMPA SOLDADOR	DIÁMETRO TUBERÍA	ESPESOR DE PARED	SDR	DIÁMETRO TUBERÍA	ESPESOR DE PARED	SDR	Temp. Plato (°F)	Tiempo calentamiento(min)	presión de calentamiento (psi)	Presión de fusión (psi)	Tiempo de enfriamiento(min)	N° DE REPORTE	altura cordón (mm)	ancho cordón (mm)	defecto encontrado	fecha reparación			

ANEXO 6

Plan de puntos de inspección y matriz de calidad elaborados para el sistema de control de calidad en la fabricación de tanques

1. Plan de puntos de inspección para la fabricación de Tanques
2. Matriz de control de calidad para la fabricación de Tanques

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
	SISTEMA DE FABRICACIÓN DE TANQUES SEGÚN API-650	Cod.:SGC-C-PIE-MEC-001
		Rev. 0
	PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS (PIE)	Fecha:

1.0 IDENTIFICACIÓN

Obra:		**Disciplina:**	Plan de Inpsección y Ensayos Disciplina Mecanica	**Cod. Cliente:**	
Cliente:		**Revisión:**	0	**Cod. Obra:**	
Contrato:		**Pagina:**	1 de 1	**Fecha:**	

1.0 Lineas de Tuberías de acero, equipos, válvulas.

N°	ACTIVIDAD INSPECIONADA	PUNTO DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS			DOCUMENTOS DE REFERENCIA		FRECUENCIA	CRITERIO DE ACEPTACION	NIVEL DE INSPECCIÓN			RESPONSABLE SEGUIMIENTO
		DESCRIPCIÓN	Instrumento de medición a utilizar	METODO	PROCEDIMIENTOS / PLANOS / EETT	REGISTROS/FORMATOS			SERGEAR SAC	SUPERV. EXTERNA	CLIENTE	
1	PLANIFICACIÓN	Planos y especificaciones aprobados para la Construcción	N/A	CD	Contrato, especificaciones técnicas, planos contractuales	N.A.	Inicio	Aprobados para Construcción	P	R	A	SERGEAR
		Procedimientos del Sistema de Gestión de Calidad aplicables	N/A	CD	Procedimiento de control y elaboración de documentos SGC-C-PRO-GEN-001 - plan de calidad		Inicio-Fin PY.	Revisión Disciplina	P	R	R, A	SERGEAR
2	RECEPCION Y VERIFICACIÓN DE LOS MATERIALES	Recepción y trazabilidad de materiales	Vernier, galga de soldadura, flexómetro	CD	Procedimiento de recepción de materiales, codificación de materiales e instrumentos. SGC-C-PRO-MEC-013	- Registro recepción de materiales y/o equipos (para tanques) SGC-C-REG-MEC-001	Por planchas, accesorios, equipos, etc., recepcionados durante todo el proyecto	Según Lista de materiales proporcionados por SERGEAR SAC	P	R	R, A	SERGEAR
		Inspección visual (presencia de oxidos,grasa u otro contaminante)		IV				Libre de abolladuras, oxidos, grasa u otro componente	P	R	R, A	SERGEAR
		Identificación de los elementos		IV				Conformidad del numero de elementos entregados de acuerdo a la recepción de materiales	P	R	R, A	SERGEAR
3	EQUIPOS DE MEDICION	De pruebas de campo : Galga , manómetros, Flexometro, Vernier, pirómetro, rugosimetro, medidor de EPS, micrómetros, etc.	varios	CD	Procedimiento de recepción de materiales, codificación de materiales e instrumentos. SGC-C-PRO-MEC-013	- Registro de control de instrumentos de medición SGC-C-REG-MEC-034 - Registro fotográfico SGC-C-REG-MEC-035	semanalmente	Calibracion Vigente de 6 meses ó 1 año	P	R	R, A	SERGEAR
4	Control dimensional	Control Dimensional de elementos	flexómetro, escuadras, Vernier, micrómetro, estación total.	CD,D	Procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado en tanques SGC-C-PRO-MEC-014	- Registro de conrol dimensional en el habilitado SGC-C-REG-MEC-036 '- Registro de conrol dimensional en el armado SGC-C-REG-MEC-037 '- Registro de control de rolado en planchas SGC-C-REG-MEC-038	Por plancha rolada, por boquillas, por manholes, por soporte, etc	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
5	Documentos WPS , PQR , WPQR , Planos	Verificacion de documentacion	N/A	CD	Especificaciones técnicas del proyecto, alcances, Procedimiento de Soldadura (WPS, PQR y WPQR)	N/A	Por cada documento	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
									P	R	R, A	SERGEAR
6	Calificacion de Soldadores	Inspeccion visual de material	Galga de soldadura	IV	Especificaciones técnicas del proyecto, alcances, Procedimiento de Soldadura (WPS, PQR y WPQR) y Procedimiento de inspección visual de soldadura	- Registro de lista de soldadores SGC-C-REG-MEC-039	Por cada soldador	A'- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
		Ensayo de Doblez CARA Y RAIZ	Equipo para doblez	IV					P	R	R, A	SERGEAR
7	Inspección de juntas (Tanque juntas 100%)	Inspección antes de realizar la soldadura	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	CD, IV	Procedimiento de inspección visual de soldadura SGC-C-PRO-MEC-015	- Registro de inspección visual de soldadura SGC-C-REG-MEC-040 - Registro de welding book SGC-C-REG-MEC-042	Por junta de soldadura 100 % (antes, durante y despúes de cada soldadura)	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
		Inspección durante la realización de la soldadura		IV					P	R	R, A	SERGEAR
		Inspeccción de la juntas soldadas, acabado (VT)		IV					P	R	R, A	SERGEAR
		Limpieza de la junta y zonas aledañas		IV					P	R	R, A	SERGEAR
		Trazabilidad (Identificacion de la juntas)		IV					P	R	R, A	SERGEAR
8	Reparacion de los cordones de soldadura, después de VT	Ubicación de defectos de soldadura	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	IV	Procedimiento de inspección visual de soldadura SGC-C-PRO-MEC-015	- Registro de reparación de soldadura SGC-C-REG-MEC-041	Por levantamiento de indicaciones en cada junta	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
		Reparacion de cordones de soldadura		IV					P	R	R, A	SERGEAR
10	Ensayos No Destructivos (Tanque juntas 100%)	Inspección Por Líquidos Penetrantes (PT)	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	IV , ,LP	Procedimiento de inspecciónpor líquidos penetrantes SGC-C-PRO-MEC-016	- Registro de inspección por líquidos penetrantes SGC-C-REG-MEC-043	Por junta de soldadura 100 % (juntas a tope)	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
10	Prueba neumáticas en planchas de refuerzo en boquillas del tanque	Inspección por prueba neumática en planchas de refuerzo en tanque	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	IV , ,LP	Procedimiento para prueba neumática SGC-C-PRO-MEC-017	- Registro PRUEBA NEUMÁTICA SGC-C-REG-MEC-044	En plachas de refuerzo de boquillas en el tanque	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
10	Ensayos No Destructivos (junta filete en unión fondo con cuerpo del tanque)	Inspección partículas magnéticas (MT)	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	IV , ,LP	Procedimiento inspección partículas magnéticas SGC-C-PRO-MEC-019	- Registro DE INSPECCIÓN PATÍCULAS MAGNÉTICAS SGC-C-REG-MEC-046	en las juntas unión Cuerpo y Fondo de Tanque	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
10	Ensayos No Destructivos (juntas a tope en fondo de tanque)	Inspección por prueba de vacío	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	IV , ,LP	Procedimiento para prueba de vacío SGC-C-PRO-MEC-018	- Registro de PRUEBA DE VACÍO EN TANQUE SGC-C-REG-MEC-045	En las juntas a tope en el fondo de tanque	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
10	Ensayos No Destructivos (% según API 650 en cuerpo del tanque)	Inspección radiográficas (RT)	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	IV , ,LP	Procedimiento de inspecciones radiográficas SGC-C-PRO-MEC-020	- Registro DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA SGC-C-REG-MEC-047	según norma en el cuerpo del tanque	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
8	Reparacion de los cordones de soldadura	Ubicación de defectos de soldadura	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	IV	Procedimiento de inspección visual de soldadura SGC-C-PRO-MEC-015	- Registro de reparación de soldadura SGC-C-REG-MEC-041	Por levantamiento de indicaciones en cada junta	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
		Reparacion de cordones de soldadura		IV					P	R	R, A	SERGEAR
9	Control dimensional post - soldadura	Control de verticalidad, redondez, desviaciones, fundamentos, boquillas y manholes en tanque de almacenamiento	flexómetro, escuadras, Vernier, micrómetro	CD,D	Procedimiento de control de verticalidad redondez ,etc SGC-C-PRO-MEC-021	- Registro de CONTROL DE VERTICALIDAD, REDONDEZ Y FUNDACIÓN EN TANQUES SGC-C-REG-MEC-048	Al tanque terminado antes de pintar	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R, A	SERGEAR
12	Torque de Pernos	Inspección Visual de aplicación de Torque en uniones bridadas, con bridas ciegas para pruebas hidrostática en tanque.	Torquímetro	CD,TQ	Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas SGC-C-PRO-MEC-022	- Registro general de ajuste y torque SGC-C-REG-MEC-050	a todas las uniones empernadas involucradas	Especificaciones Técnicas del proyecto - Tablas de Torque según tipo Perno, tipo Empaque.	P	R	R,A	SERGEAR
13	Pruebas hidrostática	prueba hidrostática en tanques de almacenamiento	Manómetro, Medidor de condiciones ambientales, lupas, Termómetro de superficie.	PH	Procedimiento para pruebas hidrostáticas en tanques SGC-C-PRO-MEC-023	'- Registro de prueba hidrostática SGC-C-REG-MEC-051	Al tanque terminado antes de pintar	- Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto - API 650	P	R	R,A	SERGEAR
14	Homologacion de arenadores y pintores	Capacitación teórica y práctica realizada Por el Vendor de pintura	Medidor de condiciones ambientales, Rugosímetro, medidor de EPS, medidor EPH, Termómetro de superficie	CD , IV, EP	-Procedimiento para preparación superficial SGC-C-PRO-MEC-024 '- Procedimiento para aplicación de recubrimientos SGC-C-PRO-MEC-025	- Registro de preparadores, arenadores y pintores SGC-C-REG-MEC-053	Por cada pintor , arenador	SSPC-SP10-SSPC-PA2 , SSPC-SP5, SSPC-SP6, SSPC-PA1 ; ASTM D4228	P	R	R, A	SERGEAR
15	Preparación superficial	Medición de Condiciones Ambientas	Medidor de condiciones ambientales, Rugosímetro, medidor de EPS, medidor EPH, Termómetro de superficie	IV, EP	-Procedimiento para preparación superficial SGC-C-PRO-MEC-024	- Registro de preparación superficial SGC-C-REG-MEC-052	por arenado realizado diariamente	Especificaciones Técnicas del Proyecto - Certificado de Calibración	P	R	R, A	SERGEAR
		Inspección Visual		IV, EP					P	R	R, A	SERGEAR
		Perfil de Rugosidad		PR, EP					P	R	R, A	SERGEAR
16	Aplicación de Pintura	Control en la aplicación de recubrimientos	Medidor de condiciones ambientales, Rugosímetro, medidor de EPS, medidor EPH, Termómetro de superficie	IV, EP	- Procedimiento para aplicación de recubrimientos SGC-C-PRO-MEC-025	- Registro de inspección de aplicación de pintura SGC-C-REG-MEC-054 '- Registro de inspección final de recubrimiento SGC-C-REG-MEC-055	Por área según norma	SSPC-PA2	P	R	R, A	SERGEAR
		Medición de Espesores final		ES, EP					P	R	R, A	SERGEAR
17	Prueba de adherencia en recubrimientos	Prueba de adherencia realizado por el proveedor de pintura	Medidor de condiciones ambientales, Rugosímetro, medidor de EPS, medidor EPH, Termómetro de superficie	PA	-Procedimiento para prueba de Adherencia en recubrimientos SGC-C-PRO-MEC-026	- Registro de prueba de adherencia en recubrimientos SGC-C-REG-MEC-056	Por área según norma	Especificacione proporcionado por el vendor de pinturas.	P	R	R, A	SERGEAR

3.0 EMISIÓN Y APROBACIÓN

	Nombre		Cargo	Firma	NOTAS:
Elaborado por:	JUAN CARLOS CHAMBILLA RIVERA		Supervisor QA/QC		
Revisado por:			INGENIERO RESIDENTE		
Aprobado por:			GERENTE SERGEAR SAC		

4.0 LECTURA DE SIGLAS

METODOS DE INSPECCIÓN

TO	Topográfica	I	Especificaciones Técnicas del Cliente		
IV	Inspección Visual	AD	Auditoria		
CD	Control de documentos	ES	medidor Espesor de película seca		
D	Dimensional	PR	medición perfil de rugosidad		
F	Funcionamiento				
EC	Especificaciones Técnicas del Cliente				
EP	Especificaciones Técnicas del Proveedor				

METODOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS

R	Resistencia	CA	Calibración	RO	Toma de Testigos Ensayos de rotura
C	Continuidad	PH	Prueba hidrostatica	CA	Contenido de Aire
CO	Compactación	LP	Liquidos penetrantes	VT	visual soldadura
TQ	Torque	DO	Doblado	RT	Placas radiográficas
TE	Temperatura	TR	Traccion	PH	Prueba hidrostática
SF	Secuencia de fases	PP	Prueba de presion	PA	Prueba de Adherencia
T	Tensado	SL	Prueba de Slump previa al vaciado		

LEYENDA DE INSPECCIÓN

P	Presentación de la documentación empleada (protocolos, procedimientos, certificados, etc.)
R	Revisión de la documentación empleada (protocolos, procedimientos, certificados, etc.).
A	Aprobación de la documentación empleada (protocolos, procedimientos, certificados, etc.).

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN DE TANQUES PARA ALMACENAMIENTO

GESTION DE CALIDAD

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Hoja	1 de 1
Revisión	
FECHA	

1. IDENTIFICACIÓN — GENERAL

PROYECTO:

CLIENTE: — C.C (OBRA):

Notas:

3. CONTROL DE INSPECCIONES — Nº REGISTRO

IQ REG (IRIP)	#¡DIV/0!	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	0
		IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	0
IQ CON (ver Notas)	#¡DIV/0!	(n_1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	0
		(n_2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	0
		(n_3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	0

2.0 DESCRIPCIÓN

Leyenda:
- Para programar una inspección colocar "P" o el número de inspecciones en 1ra columna.
- Para generar una NC en la actividad, elegir N+ o N- (Mayor o Menor)
- Para liberar una inspección elegir "OK"

SISTEMA	TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CODIGO FORMATO	SGC-C-REG-MEC-033	SGC-C-REG-MEC-034	SGC-C-REG-MEC-035	SGC-C-REG-MEC-036	SGC-C-REG-MEC-037	SGC-C-REG-MEC-038	SGC-C-REG-MEC-039	SGC-C-REG-MEC-040	SGC-C-REG-MEC-041	SGC-C-REG-MEC-042	SGC-C-REG-MEC-043	SGC-C-REG-MEC-044	SGC-C-REG-MEC-045	SGC-C-REG-MEC-046	SGC-C-REG-MEC-047	SGC-C-REG-MEC-048	SGC-C-REG-MEC-049	SGC-C-REG-MEC-050	SGC-C-REG-MEC-051	SGC-C-REG-MEC-052	SGC-C-REG-MEC-053	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-056		IP	IR	FALTANTES	n_1	n_2	n_3	%AVANCE
DESCRIPCIÓN FORMATO				Inspección de Inspección	REGISTRO DE RECEPCIÓN DE MATERIAL (PLANCHAS, PERFILES, TUBOS, ACCESORIOS, ETC.)	Inspección de Inspección	REGISTRO DE CONTROL DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES	Inspección de Inspección	REGISTRO FOTOGRAFICO	Inspección de Inspección	REGISTRO CONTROL DIMENSIONAL EN EL HABILITADO	Inspección de Inspección	REGISTRO DE CONTROL DE ALTA AUTO DE PLANCHAS	Inspección de Inspección	REGISTRO DE SOLDADORES CALIFICADOS	Inspección de Inspección	REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA	Inspección de Inspección	REGISTRO DE INSPECCIÓN DE ESPESORES	Inspección de Inspección	REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA JUNTAS EN TANQUES	Inspección de Inspección	REGISTRO DE INSPECCIÓN Y SONDEO	Inspección de Inspección	REGISTRO DE PRUEBA DE CAJA EN PLANCHAS DE TANQUE	Inspección de Inspección	REGISTRO DE PRUEBA DE CAJA EN PLANCHAS DE TANQUE	Inspección de Inspección	REGISTRO DE INSPECCIÓN DE PARTIDAS DE TANQUE	Inspección de Inspección	REGISTRO DE INSPECCIONADIMENSIONAL EN TANQUES	Inspección de Inspección	REGISTRO DE CONTROL DE ARTICULADO, REFUERZOS Y PARTES DE TANQUE	Inspección de Inspección	REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL EN TANQUES	Inspección de Inspección	REGISTRO DE INSPECCIÓN DE ASIENTO DE JUNTAS Y TORNILLO	Inspección de Inspección	REGISTRO DE PRUEBA HIDROSTATICA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Inspección de Inspección	REGISTRO DE PREPARACIÓN SUPERFICIAL	Inspección de Inspección	REGISTRO DE INSPECCIÓN DE PREPARACIÓN, ARMADO DE PARTES PARA SOLDADURA	Inspección de Inspección	REGISTRO DE INSPECCIÓN DE APLICACIÓN DE PINTURA	Inspección de Inspección	REGISTRO DE INSPECCIÓN FINAL DE RECUBRIMIENTO

ANEXO 7

Plan de puntos de inspección y matriz de calidad elaborados para el sistema de control de calidad en la fabricación de sistemas de tuberías

1. Plan de puntos de inspección para la fabricación de sistemas de tuberías
2. Matriz de control de calidad para la fabricación de sistemas de tuberías

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	LOGO CLIENTE
	SISTEMA DE FABRICACIÓN DE TUBERÍAS DE ACERO Y HDPE	Cod.: SGC-C-PIE-MEC-002
	PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS (PIE)	Rev. 0 / Fecha:

1.0 IDENTIFICACIÓN

Obra:		**Disciplina:**	Plan de Inpsección y Ensayos Disciplina Mecanica	**Cod. Cliente:**	
Cliente:		**Revisión:**	0	**Cod. Obra:**	
Contrato:		**Pagina:**	1 de 1	**Fecha:**	

1.0 Lineas de Tuberías de acero, equipos, válvulas.

Nº	ACTIVIDAD INSPECIONADA	PUNTO DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS			DOCUMENTOS DE REFERENCIA		FRECUENCIA	CRITERIO DE ACEPTACION	NIVEL DE INSPECCIÓN			RESPONSABLE SEGUIMIENTO
		DESCRIPCIÓN	Instrumento de medición a utilizar	METODO	PROCEDIMIENTOS / PLANOS / EETT	REGISTROS/FORMATOS			SERGEAR SAC	SUPERV. EXTERNA	CLIENTE	
1	PLANIFICACIÓN	Planos y especificaciones aprobados para la Construcción	N/A	CD	Contrato	N.A.	Inicio	Aprobados para Construcción	P	R	A	SERGEAR
		Procedimientos del Sistema de Gestión de Calidad aplicables	N/A	CD	Plan de Calidad		Inicio-Fin PY.	Revisión Disciplina	P	R	R, A	SERGEAR
2	RECEPCION Y VERIFICACIÓN DE LOS MATERIALES	Recepción y trazabilidad de materiales	Vernier, galga de soldadura, flexómetro	CD	Procedimiento de recepción de materiales, codificación de materiales e instrumentos. SGC-C-PRO-MEC-001	- Registro recepción de materiales SGC-C-REG-MEC-001 '- Registro de recepción de tuberías SGC-C-REG-MEC-002 '- Registro de recepción de ccesorios para tuberías SGC-C-REG-MEC-003	Por tuberías, accesorios, equipos, recepcionados durante todo el proyecto	Según Lista de materiales proporcionados por SERGEAR SAC	P	R	R, A	SERGEAR
		Inspección visual (presencia de oxidos,grasa u otro contaminante)		IV				Libre de abolladuras, oxidos, grasa u otro componente	P	R	R, A	SERGEAR
		Identificación de los elementos		IV				Conformidad del numero de elementos entregados de acuerdo a la recepción de materiales	P	R	R, A	SERGEAR
3	EQUIPOS DE MEDICION	De pruebas de campo : Galga , Flexometro , etc.	varios	CD	Procedimiento de recepción de materiales, codificación de materiales e instrumentos. SGC-C-PRO-MEC-001	- Registro de control de instrumentos de medición SGC-C-REG-MEC-004	semanalmente	Calibracion Vigente de 6 meses ó 1 año	P	R	R, A	SERGEAR
4	Control dimensional	Control Dimensional de elementos	flexómetro, escuadras, Vernier, micrómetro	CD,D	Procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado en sistemas de tuberías SGC-C-PRO-MEC-002	- Registro de conrol dimensional en el habilitado SGC-C-REG-MEC-006 '- Registro de conrol dimensional en el armado SGC-C-REG-MEC-007	Por cada elemento fabricado, por cada Spools	Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto	P	R	R, A	SERGEAR
5	Documentos WPS , PQR , WPQR , Planos	Verificacion de documentacion	N/A	CD	Especificaciones técnicas del proyecto, alcances, Procedimiento de Soldadura (WPS, PQR y WPQR)	N/A	Por cada documento	ASME B31.3	P	R	R, A	SERGEAR
								ASME SECCION IX	P	R	R, A	SERGEAR
6	Calificacion de Soldadores	Inspeccion visual de material	Galga de soldadura	IV	Especificaciones técnicas del proyecto, alcances, Procedimiento de Soldadura (WPS, PQR y WPQR) y Procedimiento de inspección visual de soldadura	- Registro de lista de soldadores SGC-C-REG-MEC-008	Por cada soldador	ASME B31.3 / ASME SECCION V / ASME SECCION IX	P	R	R, A	SERGEAR
		Ensayo de Doblez CARA Y RAIZ	Equipo para doblez	IV					P	R	R, A	SERGEAR
7	Control de juntas	Inspección antes de realizar la soldadura	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	CD, IV	Procedimiento de inspección visual de soldadura SGC-C-PRO-MEC-003	- Registro de inspección visual de soldadura SGC-C-REG-MEC-009 - Registro de welding book SGC-C-REG-MEC-011	Por junta de soldadura 100 % (antes, durante y despúes de cada soldadura)	ASME B31.3, ASME SECCION V	P	R	R, A	SERGEAR
		Inspección durante la realización de la soldadura		IV					P	R	R, A	SERGEAR
		Inspeccción de la juntas soldadas, acabado (VT)		IV					P	R	R, A	SERGEAR
		Limpieza de la junta y zonas aledañas		IV					P	R	R, A	SERGEAR
		Trazabilidad (Identificacion de la juntas)		IV					P	R	R, A	SERGEAR
8	Reparacion de los cordones de soldadura	Ubicación de defectos de soldadura	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	IV	Procedimiento de inspección visual de soldadura SGC-C-PRO-MEC-003	- Registro de reparación de soldadura SGC-C-REG-MEC-010	Por levantamiento de indicaciones en cada junta	ASME B31.3	P	R	R, A	SERGEAR
		Reparacion de cordones de soldadura		IV					P	R	R, A	SERGEAR
9	Control dimensional post - soldadura	Control Dimensional de elementos después de liberación de cordones de soldadura.	flexómetro, escuadras, Vernier, micrómetro	CD,D	Procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado en sistemas de tuberías SGC-C-PRO-MEC-002	- Registro de conrol dimensional en el armado SGC-C-REG-MEC-007	Por cada elemento fabricado, por cada Spools	Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto	P	R	R, A	SERGEAR
10	Ensayos No Destructivos	Inspección Por Líquidos Penetrantes (PT)	pirómetro, medidor de condiciones ambientales, medidor Hi-lo, Galga para soldadura, linterna, lupa	IV , ,LP	Procedimiento de inspecciónpor líquidos penetrantes SGC-C-PRO-MEC-004	- Registro de inspección por líquidos penetrantes SGC-C-REG-MEC-012	Por junta de soldadura 100 % (juntas a tope)	ASME SECCIÓN V, ASME B31.3	P	R	R, A	SERGEAR
11	Ensayos No Destructivos	Inspecciónes radiográficas (RT)	Equipos radiográficos proporcionados por la empresa encargada del ensayo.	RT	Procedimiento de inspecciones radiográficas en tuberías de acero SGC-C-PRO-MEC-005	- Registro de inspección radiográfica en tuberías de acero SGC-C-REG-MEC-013	juntas a tope	ASME SECCIÓN V, ASME B31.3	P	R	R, A	SERGEAR
12	Torque de Pernos	Inspección Visual de aplicación de Torque en uniones bridadas	Torquímetro	CD,TQ	Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas SGC-C-PRO-MEC-006	- Registro general de ajuste y torque SGC-C-REG-MEC-014	Por cada elemento unido mediante pernos	Especificaciones Técnicas del proyecto - Tablas de Torque según tipo Perno, tipo Empaque.	P	R	R,A	SERGEAR
13	Pruebas hidrostática y flushing	prueba hidrostática en spools y/ó líneas de tuberías	Manómetro, Medidor de condiciones ambientales, lupas, Termómetro de superficie.	PH	Procedimiento para pruebas hidrostáticas SGC-C-PRO-MEC-007	- Registro de flushing en tuberías SGC-C-REG-MEC-015 '- Registro de prueba hidrostática SGC-C-REG-MEC-016	por cada spools ó línea de tubería	Especificaciones Técnicas del proyecto - Listado de línea donde especifica la presión de diseño y prueba de las tuberías proporcionado por el cliente.	P	R	R,A	SERGEAR
14	Homologacion de arenadores y pintores	Capacitación teórica y práctica realizada Por el Vendor de pintura	Medidor de condiciones ambientales, Rugosímetro, medidor de EPS, medidor EPH, Termómetro de superficie	CD , IV, EP	-Procedimiento para preparación superficial SGC-C-PRO-MEC-008 '- Procedimiento para aplicación de recubrimientos SGC-C-PRO-MEC-010	- Registro de preparadores, arenadores y pintores SGC-C-REG-MEC-018	Por cada pintor , arenador	SSPC-SP10-SSPC-PA2 , SSPC-SP5, SSPC-SP6, SSPC-PA1 ; ASTM D4228	P	R	R, A	SERGEAR
15	Preparación superficial	Medición de Condiciones Ambientas	Medidor de condiciones ambientales, Rugosímetro, medidor de EPS, medidor EPH, Termómetro de superficie	IV, EP	-Procedimiento para preparación superficial SGC-C-PRO-MEC-008	- Registro de preparación superficial SGC-C-REG-MEC-017	po lote de elementos fabricados a diario	Especificaciones Técnicas del Proyecto - Certificado de Calibración	P	R	R, A	SERGEAR
		Inspección Visual		IV, EP					P	R	R, A	SERGEAR
		Perfil de Rugosidad		PR, EP					P	R	R, A	SERGEAR
16	Aplicación de Pintura	Control en la aplicación de recubrimientos	Medidor de condiciones ambientales, Rugosímetro, medidor de EPS, medidor EPH, Termómetro de superficie	IV, EP	- Procedimiento para aplicación de recubrimientos SGC-C-PRO-MEC-010	- Registro de inspección de aplicación de pintura SGC-C-REG-MEC-019 '- Registro de inspección final de recubrimiento SGC-C-REG-MEC-020	Por Spool	SSPC-PA2	P	R	R, A	SERGEAR
		Medición de Espesores final		ES, EP					P	R	R, A	SERGEAR
17	Prueba de adherencia en recubrimientos	Prueba de adherencia realizado por el proveedor de pintura	Medidor de condiciones ambientales, Rugosímetro, medidor de EPS, medidor EPH, Termómetro de superficie	PA	-Procedimiento para prueba de Adherencia en recubrimientos SGC-C-PRO-MEC-009	- Registro de prueba de adherencia en recubrimientos SGC-C-REG-MEC-021	según recomendación del proveedor de pintura	Especificacione proporcionado por el vendor de pinturas.	P	R	R, A	SERGEAR
18	Montaje de equipos, Tuberías, Spools, Válvulas y Accesorios	Topografia	Estación total, nivel automático.	CD	-Procedimiento de montaje de sistemas de tuberías SGC-C-PRO-MEC-011	- Registro de control topográfico SGC-C-REG-MEC-022 '- Registro de liberación spools SGC-C-REG-MEC-023 '- Registro de inspección de montaje e instalación de equipos SGC-C-REG-MEC-024 '- registro de montaje y liberación de líneas SGC-C-REG-MEC-025 '- registro de montaje de soportes SGC-C-REG-MEC-026	Por spools y linea de tuberia	- Planos Aprobados - Especificaciones Técnicas. - ASME B31.3	P	R	R,A	SERGEAR
		Inspeccion Visual	N/A	IV					P	R	R,A	SERGEAR
19	Torque de Pernos	Inspección Visual de aplicación de Torque en uniones bridadas y válvulas	Torquímetro	CD,TQ	Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas SGC-C-PRO-MEC-006	- Registro general de ajuste y torque SGC-C-REG-MEC-014	Por cada elemento unido mediante pernos	Especificaciones Técnicas del proyecto - Tablas de Torque según tipo Perno, tipo Empaque, tipo de válvula.	P	R	R,A	SERGEAR
2.0 TUBERIA DE HDPE												
1	RECEPCION Y VERIFICACIÓN DE LOS MATERIALES	Recepción y trazabilidad de materiales	Vernier, galga de soldadura, flexómetro	CD	Procedimiento de recepción de materiales, codificación de materiales e instrumentos. SGC-C-PRO-MEC-001	- Registro recepción de materiales SGC-C-REG-MEC-001	Por tuberías HDPE, accesorios HDPE, equipos, recepcionados durante todo el proyecto	Según Lista de materiales proporcionados por SERGEAR SAC	P	R	R, A	SERGEAR
		Inspección visual estado de tuberías ó accesorios HDPE		IV				Libre de abolladuras, golpes, grasa u otro componentes, que afecten en su funcionalidad	P	R	R, A	SERGEAR
		Identificación de los elementos		IV				Conformidad del numero de elementos entregados de acuerdo a la recepción de materiales	P	R	R, A	SERGEAR
2	EQUIPOS DE MEDICION	De pruebas de campo : Galga , Flexometro , etc.	varios	CD	Procedimiento de recepción de materiales, codificación de materiales e instrumentos. SGC-C-PRO-MEC-001	- Registro de control de instrumentos de medición SGC-C-REG-MEC-004	semanalmente	Calibracion Vigente de 6 meses ó 1 año	P	R	R, A	SERGEAR
3	Control dimensional	Control Dimensional de elementos	flexómetro, escuadras, Vernier, micrómetro	CD,D	Procedimiento de control dimensional en el habilitado y armado en sistemas de tuberías SGC-C-PRO-MEC-002	- Registro de conrol dimensional en el habilitado SGC-C-REG-MEC-006 '- Registro de conrol dimensional en el armado SGC-C-REG-MEC-007	Por cada línea de tubería HDPE, ó en forma de spools	Planos de fabricación aprobados, especificaciones técnicas del proyecto	P	R	R, A	SERGEAR
4	Calificacion de procedimiento de soldadura por termofusión y calificación de Operadores	Inspección Visual.	Vernier, galga de soldadura, flexómetro	IV	- Procedimiento para habilitación e instalación de tuberías HDPE SGC-C-PRO-MEC-012	- Registro de calificación de procedimiento soldadura por termofusión SGC-C-REG-MEC-027 '- Registro de calificación de operador de soldadura por termofusión SGC-C-REG-MEC-028 '- Registro de ensayo de doblez soldadura por termofusión SGC-C-REG-MEC-029	Por cada diámetro de tubería, SDR y operador termofusionista	Libre de Huecos y porosidades ASME SECCION IX articulo XXI ASTM F2620	P	R	R, A	SERGEAR
		Corte longitudinal en 3 tiras - Ensayo de doblez cara y raíz	Vernier, galga de soldadura, flexómetro	CD, DO					P	R	R, A	SERGEAR
5	ensayos destructivos	Envio de muestra a laboratorio para prueba de traccion	equipos de laboratorio	TR	- Procedimiento para habilitación e instalación de tuberías HDPE SGC-C-PRO-MEC-012	- Informe emitido por el laboratorio encargado del ensayo de tracción	según cantidad especificada en ASME SECCION IX articulo XXI	- ASTM 638, ASME SECCION IX articulo XXI , ASTM F2620	P	R	R, A	SERGEAR
6	Inspección de juntas	Inspeccion visual de juntas	Vernier, galga de soldadura, flexómetro	IV	- Procedimiento para habilitación e instalación de tuberías HDPE SGC-C-PRO-MEC-012	- Registro de inspección visual de juntas de HDPE SGC-C-REG-MEC-030 - registro Welding book - tuberías HDPE termofusión SGC-C-REG-MEC-032	Por cada junta - Inspección visual 100 %	- ASME SECCION IX articulo XXI , ASTM F2620	P	R	R, A	SERGEAR
7	Torque de Pernos	Inspección Visual de aplicación de Torque en uniones bridadas y válvulas	Torquímetro	CD,TQ	Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas SGC-C-PRO-MEC-006	- Registro general de ajuste y torque SGC-C-REG-MEC-014	Por cada elemento unido mediante pernos	Especificaciones Técnicas del proyecto - Tablas de Torque según tipo Perno, tipo Empaque, tipo de válvula.	P	R	R,A	SERGEAR
8	Prueba hidrostática	Prueba Hidrostática y Flushing	Manómetro, Medidor de condiciones ambientales, lupas, Termómetro de superficie.	PH	- Procedimiento para habilitación e instalación de tuberías HDPE SGC-C-PRO-MEC-012 - Procedimiento para pruebas hidrostáticas SGC-C-PRO-MEC-007	Registro de flushing en tuberías SIG-C-RE-OT716-031. Registro de Prueba Hidrostática SIG-C-RE-OT716-032.	Por cada Línea de tubería	Especificaciones Técnicas del proyecto - Listado de línea donde especifica la presión de diseño y prueba de las tuberías proporcionado por el cliente.	P	R	R, A	SERGEAR SERGEAR
9	Instalación y liberación de Tuberías HDPE	Inspeccion Visual	Estación total, nivel automático.	CD , IV	- Procedimiento para habilitación e instalación de tuberías HDPE SGC-C-PRO-MEC-012	Registro de instalación de tuberías HDPE SGC-C-REG-MEC-031	Por linea de tuberia	- Planos Aprobados - Especificaciones Técnicas. - ASME B31.3	P	R	R,A	SERGEAR
10	Torque de Pernos final	Inspección Visual de aplicación de Torque en uniones bridadas y válvulas	Torquímetro	CD,TQ	Procedimiento de ajuste y torque en uniones empernadas SGC-C-PRO-MEC-006	- Registro general de ajuste y torque SGC-C-REG-MEC-014	Por cada elemento unido mediante pernos	Especificaciones Técnicas del proyecto - Tablas de Torque según tipo Perno, tipo Empaque, tipo de válvula.	P	R	R,A	SERGEAR

3.0 EMISIÓN Y APROBACIÓN

	Nombre		Cargo	Firma	NOTAS:
Elaborado por:	JUAN CARLOS CHAMBILLA RIVERA		Supervisor QA/QC		
Revisado por:			INGENIERO RESIDENTE		
Aprobado por:			GERENTE SERGEAR SAC		

4.0 LECTURA DE SIGLAS

METODOS DE INSPECCIÓN

TO	Topográfica	I	Especificaciones Técnicas del Cliente		
IV	Inspección Visual	AD	Auditoria		
CD	Control de documentos	ES	medidor Espesor de pelicula seca		
D	Dimensional	PR	medición perfil de rugosidad		
F	Funcionamiento				
EC	Especificaciones Técnicas del Cliente				
EP	Especificaciones Técnicas del Proveedor				

METODOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS

R	Resistencia	CA	Calibración	RO	Toma de Testigos Ensayos de
C	Continuidad	PH	Prueba hidrostatica	CA	Contenido de Aire
CO	Compactación	LP	Liquidos penetrantes	VT	visual soldadura
TQ	Torque	DO	Doblado	RT	Placas radiográficas
TE	Temperatura	TR	Traccion	PH	Prueba hidrostática
SF	Secuencia de fases	PP	Prueba de presion	PA	Prueba de Adherencia
T	Tensado	SL	Prueba de Slump previa al vaciado		

LEYENDA DE INSPECCIÓN

P	Presentación de la documentación empleada (protocolos, procedimientos, certificados, etc.)
R	Revisión de la documentación empleada (protocolos, procedimientos, certificados, etc.).
A	Aprobación de la documentación empleada (protocolos, procedimientos, certificados, etc.).

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS

GESTION DE CALIDAD

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS

Hoja	1 de 1
Revisión	0
FECHA:	

1. IDENTIFICACIÓN — GENERAL

PROYECTO:

CLIENTE: — C.C (OBRA):

Notas:

3. CONTROL DE INSPECCIONES — N° REGISTRO

IQ REG (IRIP)	#¡DIV/0!	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	0
		IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	0
IQ CON (ver Notas)	#¡DIV/0!	(n_1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	0
		(n_2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	0
		(n_3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	0

2.0 DESCRIPCIÓN

Leyenda:
- Para programar una inspección colocar "P" o el número de inspecciones en 1ra columna.
- Para generar una NC en la actividad, elegir N+ o N- (Mayor o Menor)
- Para liberar una inspección elegir "OK"

SISTEMA	TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CODIGO FORMATO	SGC-C-REG-MEC-001	SGC-C-REG-MEC-002	SGC-C-REG-MEC-003	SGC-C-REG-MEC-004	SGC-C-REG-MEC-005	SGC-C-REG-MEC-006	SGC-C-REG-MEC-007	SGC-C-REG-MEC-008	SGC-C-REG-MEC-009	SGC-C-REG-MEC-010	SGC-C-REG-MEC-011	SGC-C-REG-MEC-012	SGC-C-REG-MEC-013	SGC-C-REG-MEC-014	SGC-C-REG-MEC-015	SGC-C-REG-MEC-016	SGC-C-REG-MEC-017	SGC-C-REG-MEC-018	SGC-C-REG-MEC-019	SGC-C-REG-MEC-020	SGC-C-REG-MEC-019	SGC-C-REG-MEC-020	SGC-C-REG-MEC-019	SGC-C-REG-MEC-020	SGC-C-REG-MEC-020	SGC-C-REG-MEC-021	SGC-C-REG-MEC-022	SGC-C-REG-MEC-023	SGC-C-REG-MEC-024	SGC-C-REG-MEC-025	SGC-C-REG-MEC-026	SGC-C-REG-MEC-027	SGC-C-REG-MEC-028	SGC-C-REG-MEC-029	SGC-C-REG-MEC-030	SGC-C-REG-MEC-031	SGC-C-REG-MEC-032		IP	IR	FALTANTES	n_1	n_2	n_3	%AVANCE
TIPO DE ENTREGABLE: ACTIVIDADES PREVIAS																																																				
item	código de elementos																																											OBSERVACIONES /COMENTARIOS/PLANO DE REF.							
	TUBERÍAS DE ACERO																																																			
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
	SOPORTES PARA TUBERÍ																																																			
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
	VÁLVULAS INSTALADAS																																																			
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
	TUBERÍAS HDPE																																																			
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																		0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
																																																	0	0	0	0	0	0	100.0%
		SUB TOTALES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!

ANEXO 8

Análisis del control de calidad en la fabricación de Tanques y sistemas de tuberías sin contar con un sistema de control de calidad

1. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-718 (Tanque de 25000 galones)
2. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-700 (Sistema de tuberías de acero)
3. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-665 (Sistema de tuberías de acero y HDPE)

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN DE TANQUES PARA ALMACENAMIENTO

GESTION DE CALIDAD

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Hoja	1 de 1
Revisión	0
FECHA	1/11/2018

1. IDENTIFICACIÓN			
PROYECTO:	"REEMPLAZO DE TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE EN QUEBRADA HONDA" (TANQUE DE 25 000 GALONES)		
CLIENTE:	SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION	C.C (OBRA):	1230-124

GENERAL

Notas:

ANÁLISIS DEL PROYECTO OT-718 (EJECUTADO SIN UN SCC)

3. CONTROL DE INSPECCIONES		Nº REGISTRO	
IQ REG (RISP)	58.39%	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	282
		IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	483
IQ CON (ver Notas)	100.00%	(n+) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	64
		(n-) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	42
		(n°) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	176

2.0 DESCRIPCIÓN

Leyenda:
- Para programar una inspección colocar "P" o el número de inspecciones en 1ra columna.
- Para generar una NC en la actividad, elegir N+ o N- (Mayor o Menor)
- Para liberar una inspección elegir "OK"

SISTEMA	TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CODIGO FORMATO	SGC-C-REG-MEC-033	SGC-C-REG-MEC-034	SGC-C-REG-MEC-035	SGC-C-REG-MEC-036	SGC-C-REG-MEC-037	SGC-C-REG-MEC-038	SGC-C-REG-MEC-039	SGC-C-REG-MEC-040	SGC-C-REG-MEC-041	SGC-C-REG-MEC-042	SGC-C-REG-MEC-043	SGC-C-REG-MEC-044	SGC-C-REG-MEC-045	SGC-C-REG-MEC-046	SGC-C-REG-MEC-047	SGC-C-REG-MEC-048	SGC-C-REG-MEC-049	SGC-C-REG-MEC-050	SGC-C-REG-MEC-051	SGC-C-REG-MEC-052	SGC-C-REG-MEC-053	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-056	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-056	OBSERVACIONES /COMENTARIOS/PLANO DE REF.	IP	IR	FALTANTES	n_1	n_2	n_3	%AVANCE
TIPO DE ENTREGABLE: ACTIVIDADES PREVIAS																																											
item	**código de elementos**																																											
	FONDO DE TANQUE																																											
1	FONDO EN GENERAL	MEC	-	OK 1	N- 0	P 0		OK 1													P 0	N- 1	OK 0	P 0	N+ 1	P 0	N- 1	P 0	N+ 1	P 0	OK 1	P 0	N+ 1	P 0				18	10	8	3	3	4	55.6%
2	PLANCHA N° 01 (PARA FONDO)	MEC	-	OK 1																																			1	1	0	0	0	1	100.0%
3	PLANCHA N° 02 (PARA FONDO)	MEC	-	OK 2																																			1	1	0	0	0	1	100.0%
4	PLANCHA N° 03 (PARA FONDO)	MEC	-	OK 3																																			1	1	0	0	0	1	100.0%
5	UNIÓN SOLDADA CASCO-FONDO (J-13)	MEC	-			P 0				P 0	OK 1		P 0	OK 1				OK 0																				6	3	3	0	0	3	50.0%
6	UNIÓN SOLDADA CASCO-FONDO (J-14)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 2	OK 0	P 0	N- 2				OK 0																				7	4	3	1	1	2	57.1%
7	UNIÓN SOLDADA CASCO-FONDO (J-15)	MEC	-			P 0				P 0	OK 3		P 0	OK 3				OK 0																				6	3	3	0	0	3	50.0%
8	UNIÓN SOLDADA FONDO-FONDO (J-16)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 4	OK 0	P 0	N- 4		OK 0																						7	4	3	1	1	2	57.1%
9	UNIÓN SOLDADA FONDO-FONDO (J-17)	MEC	-			P 0				P 0	OK 5		P 0	OK 5		N- 0																						6	3	3	0	1	2	50.0%
	CASCO DEL TANQUE																																										
10	CASCO EN GENERAL	MEC	-	OK 1	N+ 0	P 0		OK 2	N- 0												P 0		P 0	N+ 2	OK 0	P 0	OK 2	P 0	OK 2	P 0	N+ 2	P 0	N+ 2	P 0	OK 2	P 0		20	11	9	4	1	6	55.0%
11	PLANCHA N° 01 (PARA CASCO)	MEC	-				OK 4		OK 0																													2	2	0	0	0	2	100.0%
12	PLANCHA N° 02 (PARA CASCO)	MEC	-				N- 5		N- 0																													2	2	0	0	0	2	100.0%
13	PLANCHA N° 03 (PARA CASCO)	MEC	-				OK 6		OK 0																													2	2	0	0	0	2	100.0%
14	PLANCHA N° 04 (PARA CASCO)	MEC	-				OK 7		OK 0																													2	2	0	0	0	2	100.0%
15	PLANCHA N° 05 (PARA CASCO)	MEC	-				N- 8		OK 0																													2	2	0	0	1	1	100.0%
16	PLANCHA N° 06 (PARA CASCO)	MEC	-				OK 9		N- 0																													2	2	0	0	1	1	100.0%
17	UNIÓN SOLDADA CASCO-CASCO (J-01)	MEC	-			P 0				P 0	OK 6		P 0	OK 6				OK 0			P 0																	7	3	4	0	0	3	42.9%
18	UNIÓN SOLDADA CASCO-CASCO (J-02)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 7	OK 0	P 0	N+ 7				N+ 0			P 0																	8	4	4	3	0	1	50.0%
19	UNIÓN SOLDADA CASCO-CASCO (J-03)	MEC	-			P 0				P 0	OK 8	N- 0	P 0	OK 8				OK 0			P 0																	8	4	4	1	1	2	50.0%
20	UNIÓN SOLDADA CASCO-CASCO (J-04)	MEC	-			P 0				P 0	OK 9		P 0	OK 9				OK 0			P 0																	7	3	4	0	0	3	42.9%
21	UNIÓN SOLDADA CASCO-CASCO (J-05)	MEC	-			P 0				P 0	OK 10		P 0	OK 10				OK 0			P 0																	7	3	4	0	0	3	42.9%
22	UNIÓN SOLDADA CASCO-CASCO (J-06)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 11	OK 0	P 0	N+ 11				OK 0			P 0																	8	4	4	2	0	2	50.0%
23	UNIÓN SOLDADA CASCO-CASCO (J-07)	MEC	-			P 0				P 0	OK 12		P 0	OK 12				OK 0			P 0																	7	3	4	0	0	3	42.9%
24	UNIÓN SOLDADA CASCO-CASCO (J-08)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 13	OK 0	P 0	OK 13				N+ 0			P 0																	8	4	4	2	0	2	50.0%
25	UNIÓN SOLDADA CASCO-CASCO (J-09)	MEC	-			P 0				P 0	OK 14		P 0	OK 14				N+ 0			P 0																	7	3	4	1	0	2	42.9%
	TECHO DEL TANQUE																																										
26	TECHO EN GENERAL	MEC	-	OK 1	N- 0	P 0		OK 3													N- 3	OK 0	P 0	N+ 3	P 0	N- 3	P 0	OK 3	P 0	OK 3	P 0	N+ 3	P 0					17	10	7	2	3	5	58.8%
27	PLANCHA N° 01 (PARA TECHO)	MEC	-				OK 10																															1	1	0	0	0	1	100.0%
28	PLANCHA N° 02 (PARA TECHO)	MEC	-				N+ 11																															1	1	0	1	0	0	100.0%
29	PLANCHA N° 03 (PARA TECHO)	MEC	-				OK 12																															1	1	0	0	0	1	100.0%
30	PLANCHA N° 04 (PARA TECHO)	MEC	-				N- 13																															1	1	0	0	1	0	100.0%
31	PLANCHA N° 05 (PARA TECHO)	MEC	-				OK 14																															1	1	0	0	0	1	100.0%
32	PLANCHA N° 06 (PARA TECHO)	MEC	-				OK 15																															1	1	0	0	0	1	100.0%
33	PLANCHA N° 07 (PARA TECHO)	MEC	-				N+ 16																															1	1	0	1	0	0	100.0%
34	PLANCHA N° 08 (PARA TECHO)	MEC	-				OK 17																															1	1	0	0	0	1	100.0%
35	UNIÓN SOLDADA CASCO-TECHO (J-10)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 15	N- 0	P 0	OK 15																								6	3	3	1	1	1	50.0%
36	UNIÓN SOLDADA CASCO-TECHO (J-11)	MEC	-			P 0				P 0	OK 16		P 0	N+ 16																								5	2	3	1	0	1	40.0%
37	UNIÓN SOLDADA CASCO-TECHO (J-12)	MEC	-			P 0				P 0	OK 17		P 0	OK 17																								5	2	3	0	0	2	40.0%
38	UNIÓN SOLDADA TECHO-TECHO (J-18)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 18	OK 0	P 0	OK 18																								6	3	3	1	0	2	50.0%
39	UNIÓN SOLDADA TECHO-TECHO (J-19)	MEC	-			P 0				P 0	OK 19		P 0	OK 19																								5	2	3	0	0	2	40.0%
40	UNIÓN SOLDADA TECHO-TECHO (J-20)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 20	OK 0	P 0	N+ 20																								6	3	3	2	0	1	50.0%
41	UNIÓN SOLDADA TECHO-TECHO (J-21)	MEC	-			P 0				P 0	OK 21		P 0	OK 21																								5	2	3	0	0	2	40.0%
42	UNIÓN SOLDADA TECHO-TECHO (J-22)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 22	N- 0	P 0	OK 22																								6	3	3	1	1	1	50.0%
43	UNIÓN SOLDADA TECHO-TECHO (J-23)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 23	OK 0	P 0	OK 23																								6	3	3	1	0	2	50.0%
44	UNIÓN SOLDADA TECHO-TECHO (J-24)	MEC	-			P 0				P 0	OK 24		P 0	N+ 24																								5	2	3	1	0	1	40.0%
45	UNIÓN SOLDADA TECHO-TECHO (J-25)	MEC	-			P 0				P 0	N+ 25	OK 0	P 0	OK 25																								6	3	3	1	0	2	50.0%
	MANHOLES																																										
46	MK-MH-38 (MANHOLE INFERIOR) Con PL refuerzo	MEC	-	OK 1		OK 8	N+ 18	OK 4	N+ 0	P 0	N+ 26	OK 0	P 0	OK 26	OK 0							P 0	P 0	P 0	OK 2	OK 0	P 0	OK 2	P 0	N+ 2	P 0	OK 2					22	14	8	4	0	10	63.6%
47	MK-MH-40 (MANHOLE SUPERIOR) Con PL refuerzo	MEC	-	OK 2		OK 9	OK 19	OK 5	N+ 0	P 0	OK 27		P 0	OK 27	OK 0							P 0	P 0	P 0	OK 2	OK 0	P 0	OK 2	P 0	OK 2	P 0	OK 2					21	13	8	1	0	12	61.9%
	BOQUILLAS																																										
48	MK-N-01 Ø8" (ingreso-carga) Con PL refuerzo	MEC	-	N- 3		OK 1	N- 20	OK 6		P 0	OK 28		P 0	OK 28	OK 0							N+ 0	P 0	P 0	P 0	OK 2	OK 0	P 0	OK 2	P 0	OK 2	P 0	OK 2					20	13	7	1	2	10	65.0%
49	MK-N-02 Ø8" (salida-descarga) Con PL refuerzo	MEC	-	N- 3		OK 2	N- 21	N+ 7		P 0	N+ 29	OK 0	P 0	N+ 29	N+ 0							P 0	P 0	P 0	OK 2	OK 0	P 0	N+ 2	P 0	N- 2	P 0	N+ 2					21	13	8	6	3	4	61.9%
50	MK-N-03 Ø6" (venteo) Con PL refuerzo	MEC	-	N- 3		OK 3	N- 22	OK 8		P 0	OK 30		P 0	OK 30	OK 0							N+ 0	P 0	P 0	P 0	N+ 2	OK 0	P 0	OK 2	P 0	OK 2	P 0	OK 2					20	13	7	2	2	9	65.0%
51	MK-N-04 Ø6" (drenaje) Con PL refuerzo	MEC	-	N- 3		OK 4	N- 23	OK 9		P 0	N+ 31	N- 0	P 0	N- 31	OK 0							P 0	P 0	P 0	OK 2	OK 0	P 0	OK 2	P 0	N+ 2	P 0	N+ 2					21	13	8	3	4	6	61.9%
52	MK-N-05 Ø6" (rebose) Con PL refuerzo	MEC	-	N- 3		OK 5	N- 24	N+ 10		P 0	OK 32		P 0	OK 32	N+ 0							N+ 0	P 0	P 0	P 0	OK 2	OK 0	P 0	OK 2	P 0	OK 2	P 0	OK 2					20	13	7	3	2	8	65.0%
53	MK-N-06 Ø4" (regleta) Con PL refuerzo	MEC	-	N- 3		OK 6	N- 25	OK 11		P 0	N+ 33	OK 0	P 0	N+ 33	OK 0							P 0	P 0	P 0	N- 2	OK 0	P 0	N+ 2	P 0	N- 2	P 0	N+ 2					21	13	8	4	4	5	61.9%
54	MK-N-07 Ø4" (sensor de nivel) Con PL refuerzo	MEC	-	N- 3		OK 7	N- 26	N+ 12		P 0	OK 34		P 0	OK 34	N+ 0							P 0	P 0	P 0	OK 2	OK 0	P 0	OK 2	P 0	OK 2	P 0	OK 2					20	12	8	2	2	8	60.0%
	OTROS ELEMENTOS																																										
55	OREJAS DE IZAJE (CANT.04)	MEC	-	N+ 4	OK 0	P 0		OK 13		P 0	N+ 35	OK 0	P 0	P 0								N- 4	OK 0	P 0	OK 4	P 0	OK 4	P 0	OK 4									16	10	6	2	1	7	62.5%
56	CANALES DE VIGA EN TECHO (CANT. 15)	MEC	-	N- 5		P 0		OK 14		P 0	OK 36		P 0	P 0								OK 4	OK 0	P 0	OK 4	P 0	N- 4	P 0	OK 4									14	8	6	0	2	6	57.1%
57	POSTE INTERMEDIO (CANT. 01)	MEC	-	N- 5		P 0		OK 15		P 0	OK 37		P 0	P 0								N- 4	OK 0	P 0	N+ 4	P 0	OK 4	P 0	N+ 4									14	8	6	2	2	4	57.1%
58	SILLETAS EN BASE (CANT.10)	MEC	-	N- 5		P 0		OK 16		P 0	N+ 38	N- 0	P 0	P 0								OK 4	OK 0	P 0	OK 4	P 0	OK 4	P 0	OK 4									15	9	6	1	2	6	60.0%
	SUB TOTALES			16	5	4	0	41	9	26	26	16	16	9	0	38	0	38	38	18	0	38	0	34	34	9	0	2	0	3	0	9	0	1	0	18	0	9	0	11	0	16	4	16	0	16	0	16	4	16	0	16	4	3	0	3	3	3	0	3	3	3	0		**483**	**282**	**201**	**64**	**42**	**176**	**58.39%**

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS

GESTION DE CALIDAD

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS

Hoja	1 de 1
Revisión	0
Edición	1/06/2018

1. IDENTIFICACIÓN — GENERAL

PROYECTO:		"REUBICACIÓN DE FACILIDADES FASE I" SMCV		
CLIENTE:		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE	C.C (OBRA):	AREQUIPA

Notas:

ANÁLISIS DEL PROYECTO OT-700 (SIN UN SCC)

3. CONTROL DE INSPECCIONES — Nº REGISTRO

IQ REG (IRIP)	54.12%	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	453
		IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	837
IQ CON (ver Notas)	100.00%	(n_1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	58
		(n_2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	54
		(n_3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	341

2.0 DESCRIPCIÓN

Leyenda:
- Para programar una inspección colocar "P" o el número de inspecciones en 1ra columna.
- Para generar una NC en la actividad, elegir N+ o N- (Mayor o Menor)
- Para liberar una inspección elegir "OK"

SISTEMA	TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	COMODÍN COMENTARIO	SCC-C-REG-MEC-001	SCC-C-REG-MEC-002	SCC-C-REG-MEC-003	SCC-C-REG-MEC-004	SCC-C-REG-MEC-005	SCC-C-REG-MEC-006	SCC-C-REG-MEC-007	SCC-C-REG-MEC-008	SCC-C-REG-MEC-009	SCC-C-REG-MEC-010	SCC-C-REG-MEC-011	SCC-C-REG-MEC-012	SCC-C-REG-MEC-013	SCC-C-REG-MEC-014	SCC-C-REG-MEC-015	SCC-C-REG-MEC-016	SCC-C-REG-MEC-017	SCC-C-REG-MEC-018	SCC-C-REG-MEC-019	SCC-C-REG-MEC-020	SCC-C-REG-MEC-019	SCC-C-REG-MEC-020	SCC-C-REG-MEC-019	SCC-C-REG-MEC-020	SCC-C-REG-MEC-021	SCC-C-REG-MEC-022	SCC-C-REG-MEC-023	SCC-C-REG-MEC-024	SCC-C-REG-MEC-025	SCC-C-REG-MEC-026	SCC-C-REG-MEC-027	SCC-C-REG-MEC-028	SCC-C-REG-MEC-029	SCC-C-REG-MEC-030	SCC-C-REG-MEC-031	SCC-C-REG-MEC-032		IP	IR	FALTANTES	n_1	n_2	n_3	%AVANCE
TIPO DE ENTREGABLE: ACTIVIDADES PREVIAS																																															
Item	código de elementos																																									OBSERVACIONES /COMENTARIOS/PLANO DE REF.								
SPOOLS																																																
MK-SPL-1	MEC	TUBERIA		P	0	P	0	P	0	N+	0	P	0	OK	1	OK	1	P	0	OK	1			P	0	OK	1								OK	1	OK	0	P	0	OK	1	P	0	OK	1	P	0	N+	1	OK	0		P	0																		

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERIAS

GESTION DE CALIDAD

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERIAS

Hoja	1 de 1
Revisión	0
FECHA:	1/05/2018

1. IDENTIFICACIÓN — GENERAL

PROYECTO:	"TRANSPORTE DE ÁCIDO DÉBIL DE FUNDICIÓN A LESDE - ÁREA TOQUEPALA"	
CLIENTE:	SOUTHERN PERU COOPER CORPORATION	C.C (OBRA): 3853-04

Notas:

ANÁLISIS DEL PROYECTO OT-665 (EJECUTADO SIN UN SCC)

3. CONTROL DE INSPECCIONES — Nº REGISTRO

IQ REG (IRIP)	44.72%	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	568
		IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	1270
IQ CON (ver Notas)	100.00%	(n1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	123
		(n2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N) MENORES	78
		(n3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	367

2.0 DESCRIPCIÓN

Leyenda:
- Para programar una inspección colocar "P" o el número de inspecciones en 1ra columna.
- Para generar una NC en la actividad, elegir N+ o N- (Mayor o Menor)
- Para liberar una inspección elegir "OK"

SISTEMA	TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CODIGO FORMATO	SCC-C-REG-MEC-001	SCC-C-REG-MEC-002	SCC-C-REG-MEC-003	SCC-C-REG-MEC-004	SCC-C-REG-MEC-005	SCC-C-REG-MEC-006	SCC-C-REG-MEC-007	SCC-C-REG-MEC-008	SCC-C-REG-MEC-009	SCC-C-REG-MEC-010	SCC-C-REG-MEC-011	SCC-C-REG-MEC-012	SCC-C-REG-MEC-013	SCC-C-REG-MEC-014	SCC-C-REG-MEC-015	SCC-C-REG-MEC-016	SCC-C-REG-MEC-017	SCC-C-REG-MEC-018	SCC-C-REG-MEC-019	SCC-C-REG-MEC-020	SCC-C-REG-MEC-019	SCC-C-REG-MEC-020	SCC-C-REG-MEC-019	SCC-C-REG-MEC-020	SCC-C-REG-MEC-021	SCC-C-REG-MEC-022	SCC-C-REG-MEC-023	SCC-C-REG-MEC-024	SCC-C-REG-MEC-025	SCC-C-REG-MEC-026	SCC-C-REG-MEC-027	SCC-C-REG-MEC-028	SCC-C-REG-MEC-029	SCC-C-REG-MEC-030	SCC-C-REG-MEC-031	SCC-C-REG-MEC-032	IP	IR	FALTANTES	n_1	n_2	n_3	%AVANCE
TIPO DE ENTREGABLE: ACTIVIDADES PREVIAS																																													
item: código de elementos																																														
SPOOLS ACERO (ÁREA DE COMPRESORES)																																														
MK-SPL-01	MEC	TUBERIA		P	0	P	0	N+	0	P	0	N-	1	OK	1	P	0	N-	1			P	0	OK	1			P	0	P	0	OK	1	OK	1	OK	0	P	0	OK	1	P	0	OK	1	P	0	N+	0	P	0			P	0																		

ANEXO 9

Análisis del control de calidad en la fabricación de Tanques y sistemas de tuberías teniendo como propuesta un sistema de control de calidad

1. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-737 (Tanque de 38000 galones)
2. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-749 (Tanque de 2000 galones)
3. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-716 (Sistema de tuberías de acero y HDPE)
4. Matriz de control de calidad elaborado para el Proyecto OT-725 (Sistema de tuberías de acero y HD

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN DE TANQUES PARA ALMACENAMIENTO

GESTION DE CALIDAD

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Hoja	1 de 1
Revisión	0
FECHA	1/06/2019

1. IDENTIFICACIÓN — GENERAL

PROYECTO:	"REEMPLAZO DE TUBERÍA SUBMARINA DE COMBUSTIBLE - ETAPA II" ÁREA 3596 - SISTEMA DE ALMACENAJE DE COMBUSTIBLE - FUNDICIÓN ILO (TANQUE DE 147 m3)		
CLIENTE:	SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION	C.C (OBRA):	3596-42

Notas:

ANÁLISIS DEL PROYECTO OT-737 (EJECUTADO CON UN SCC)

3. CONTROL DE INSPECCIONES — Nº REGISTRO

IQ REG (IRIP)	100.00%	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	755
		IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	755
IQ CON (ver Notas)	100.00%	(n_1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	6
		(n_2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	25
		(n_3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	724

Leyenda:
- Para programar una inspección colocar "P" o el número de inspecciones en 1ra columna.
- Para generar una NC en la actividad, elegir N+ o N- (Mayor o Menor)
- Para liberar una inspección elegir "OK"

2.0 DESCRIPCIÓN

SISTEMA	TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CODIGO FORMATO	SGC-C-REG-MEC-033	SGC-C-REG-MEC-034	SGC-C-REG-MEC-035	SGC-C-REG-MEC-036	SGC-C-REG-MEC-037	SGC-C-REG-MEC-038	SGC-C-REG-MEC-039	SGC-C-REG-MEC-040	SGC-C-REG-MEC-041	SGC-C-REG-MEC-042	SGC-C-REG-MEC-043	SGC-C-REG-MEC-044	SGC-C-REG-MEC-045	SGC-C-REG-MEC-046	SGC-C-REG-MEC-047	SGC-C-REG-MEC-048	SGC-C-REG-MEC-049	SGC-C-REG-MEC-050	SGC-C-REG-MEC-051	SGC-C-REG-MEC-052	SGC-C-REG-MEC-053	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-056	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-056	IP	IR	FALTANTES	n_1	n_2	n_3	%AVANCE
TIPO DE ENTREGABLE: ACTIVIDADES PREVIAS																																										
item	código de elementos																																										
	FONDO DE TANQUE																																										
1	FONDO EN GENERAL	MEC	-	OK	1	OK	1	OK	1		OK	1											OK	1	OK	1	OK	1	OK	1	OK	1	OK	1	OK	1	OK	1	18	18	0	0	0	18	100.0%
2	PLANCHA N°01 (PARA FONDO)	MEC	-							OK	1																													1	1	0	0	0	1	100.0%
3	PLANCHA N°02 (PARA FONDO)	MEC	-							N-	2																													1	1	0	0	1	0	100.0%
4	PLANCHA N°03 (PARA FONDO)	MEC	-							N+	3																													1	1	0	1	0	0	100.0%
5	UNION SOLDADA CASCO-FONDO (J-01)	MEC	-			OK	2					OK	1	OK	1			OK	1	OK	1									OK	1									6	6	0	0	0	6	100.0%
6	UNION SOLDADA CASCO-FONDO (J-02)	MEC	-			OK	3					OK	1	OK	2			OK	1	OK	2									OK	2									6	6	0	0	0	6	100.0%
7	UNION SOLDADA CASCO-FONDO (J-03)	MEC	-			OK	4					OK	1	OK	3			OK	1	OK	3									OK	3									6	6	0	0	0	6	100.0%
8	UNION SOLDADA CASCO-FONDO (J-04)	MEC	-			OK	5					OK	1	OK	4			OK	1	OK	4									OK	4									6	6	0	0	0	6	100.0%
9	UNION SOLDADA FONDO-FONDO (J-01)	MEC	-			OK	6					OK	1	N-	5			OK	1	OK	5			OK	1															6	6	0	0	1	5	100.0%
10	UNION SOLDADA FONDO-FONDO (J-02)	MEC	-			OK	7					OK	1	OK	6			OK	1	OK	6			OK	2															6	6	0	0	0	6	100.0%
	CASCO DEL TANQUE																																											
11	CASCO EN GENERAL	MEC	-	OK	1	OK	1	OK	8		OK	2	OK	1																OK	1									20	20	0	0	0	20	100.0%
12	PLANCHA N°01 (PARA CASCO)	MEC	-					OK	4			OK	1																											2	2	0	0	0	2	100.0%
13	PLANCHA N°02 (PARA CASCO)	MEC	-					OK	5			OK	1																											2	2	0	0	0	2	100.0%
14	PLANCHA N°03 (PARA CASCO)	MEC	-					N+	6			OK	1																											2	2	0	1	0	1	100.0%
15	PLANCHA N°04 (PARA CASCO)	MEC	-					OK	7			OK	1																											2	2	0	0	0	2	100.0%
16	PLANCHA N°05 (PARA CASCO)	MEC	-					OK	8			OK	1																											2	2	0	0	0	2	100.0%
17	PLANCHA N°06 (PARA CASCO)	MEC	-					OK	9			OK	1																											2	2	0	0	0	2	100.0%
18	PLANCHA N°07 (PARA CASCO)	MEC	-					OK	10			OK	1																											2	2	0	0	0	2	100.0%
19	PLANCHA N°08 (PARA CASCO)	MEC	-					OK	11			OK	1																											2	2	0	0	0	2	100.0%
20	PLANCHA N°09 (PARA CASCO)	MEC	-					OK	12			OK	1																											2	2	0	0	0	2	100.0%
21	PLANCHA N°10 (PARA CASCO)	MEC	-					N-	13			OK	1																											2	2	0	0	1	1	100.0%
22	PLANCHA N°11 (PARA CASCO)	MEC	-					OK	14			OK	1																											2	2	0	0	0	2	100.0%
23	PLANCHA N°12 (PARA CASCO)	MEC	-					OK	15			OK	1																											2	2	0	0	0	2	100.0%
24	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-01)	MEC	-			OK	9					OK	1	OK	7			OK	1					OK	1					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
25	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-02)	MEC	-			OK	10					OK	1	OK	8			OK	1					OK	2					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
26	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-03)	MEC	-			OK	11					OK	1	OK	9			OK	1					OK	3					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
27	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-04)	MEC	-			OK	12					OK	1	OK	10			OK	1					OK	4					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
28	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-05)	MEC	-			OK	13					OK	1	OK	11	OK	1	OK	1					OK	5					OK	1									8	8	0	1	0	7	100.0%
29	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-06)	MEC	-			OK	14					OK	1	OK	12			OK	1					OK	6					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
30	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-07)	MEC	-			OK	15					OK	1	OK	13			OK	1					OK	7					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
31	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-08)	MEC	-			OK	16					OK	1	OK	14			OK	1					OK	8					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
32	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-09)	MEC	-			OK	17					OK	1	N-	15			OK	1					OK	9					OK	1									7	7	0	0	1	6	100.0%
33	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-10)	MEC	-			OK	18					OK	1	OK	16			OK	1					OK	10					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
34	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-11)	MEC	-			OK	19					OK	1	OK	17			OK	1	OK	17			OK	11					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
35	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-12)	MEC	-			OK	20					OK	1	OK	18			OK	1	OK	18			OK	12					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
36	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-13)	MEC	-			OK	21					OK	1	OK	19			OK	1	OK	19			OK	13					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
37	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-14)	MEC	-			OK	22					OK	1	N-	20			OK	1	OK	20			OK	14					OK	1									7	7	0	0	1	6	100.0%
38	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-15)	MEC	-			OK	23					OK	1	OK	21			OK	1	OK	21			OK	15					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
39	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-16)	MEC	-			OK	24					OK	1	OK	22			OK	1	OK	22			OK	16					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
40	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-17)	MEC	-			OK	25					OK	1	OK	23			OK	1	OK	23			OK	17					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
41	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-18)	MEC	-			OK	26					OK	1	N+	24	OK	2	OK	1	OK	24			OK	18					OK	1									8	8	0	1	0	7	100.0%
42	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-19)	MEC	-			OK	27					OK	1	OK	25			OK	1	OK	25			OK	19					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
43	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-20)	MEC	-			OK	28					OK	1	OK	26			OK	1	OK	26			OK	20					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
44	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-21)	MEC	-			OK	29					OK	1	OK	27			OK	1	OK	27			OK	21					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
45	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-22)	MEC	-			OK	30					OK	1	OK	28			OK	1	OK	28			OK	22					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
46	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-23)	MEC	-			OK	31					OK	1	OK	29			OK	1	OK	29			OK	23					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
47	UNION SOLDADA CASCO-CASCO (J-24)	MEC	-			OK	32					OK	1	OK	30			OK	1	OK	30			OK	24					OK	1									7	7	0	0	0	7	100.0%
	TECHO DEL TANQUE																																										
48	TECHO EN GENERAL	MEC	-	OK	1	OK	1	OK	33		OK	3												OK	3	OK	1	OK	3	OK	3	OK	3	OK	3	OK	3	OK	1	17	17	0	0	0	17	100.0%
49	PLANCHA N°01 (PARA TECHO)	MEC	-							N-	16																													1	1	0	0	1	0	100.0%
50	PLANCHA N°02 (PARA TECHO)	MEC	-							OK	17																													1	1	0	0	0	1	100.0%
51	PLANCHA N°03 (PARA TECHO)	MEC	-							OK	18																													1	1	0	0	0	1	100.0%
52	PLANCHA N°04 (PARA TECHO)	MEC	-							OK	19																													1	1	0	0	0	1	100.0%
53	PLANCHA N°05 (PARA TECHO)	MEC	-							OK	20																													1	1	0	0	0	1	100.0%
54	PLANCHA N°06 (PARA TECHO)	MEC	-							OK	21																													1	1	0	0	0	1	100.0%
55	PLANCHA N°07 (PARA TECHO)	MEC	-							OK	22																													1	1	0	0	0	1	100.0%
56	PLANCHA N°08 (PARA TECHO)	MEC	-							OK	23																													1	1	0	0	0	1	100.0%
57	UNION SOLDADA TECHO-TECHO (J-01)	MEC	-			OK	34					OK	1	OK	31			OK	1	OK	31																			5	5	0	0	0	5	100.0%
58	UNION SOLDADA TECHO-TECHO (J-02)	MEC	-			OK	35					OK	1	OK	32			OK	1	OK	32																			5	5	0	0	0	5	100.0%
59	UNION SOLDADA TECHO-TECHO (J-03)	MEC	-			OK	36					OK	1	OK	33			OK	1	OK	33																			5	5	0	0	0	5	100.0%
60	UNION SOLDADA TECHO-TECHO (J-04)	MEC	-			OK	37					OK	1	OK	34			OK	1	OK	34																			5	5	0	0	0	5	100.0%
61	UNION SOLDADA TECHO-TECHO (J-05)	MEC	-			OK	38					OK	1	OK	35			OK	1	OK	35																			5	5	0	0	0	5	100.0%
62	UNION SOLDADA TECHO-TECHO (J-06)	MEC	-			OK	39					OK	1	N-	36			OK	1	OK	36																			5	5	0	0	1	4	100.0%
63	UNION SOLDADA TECHO-TECHO (J-07)	MEC	-			OK	40					OK	1	OK	37			OK	1	OK	37																			5	5	0	0	0	5	100.0%
64	UNION SOLDADA TECHO-TECHO (J-08)	MEC	-			OK	41					OK	1	OK	38			OK	1	OK	38																			5	5	0	0	0	5	100.0%
65	UNION SOLDADA TECHO-TECHO (J-09)	MEC	-			OK	42					OK	1	OK	39			OK	1	OK	39																			5	5	0	0	0	5	100.0%
66	UNION SOLDADA CASCO-TECHO (J-10)	MEC	-			OK	43					OK	1	OK	40			OK	1	OK	40																			5	5	0	0	0	5	100.0%
	MANHOLES																																										
67	MH-01 (MANHOLE INFERIOR) Con PL refuerzo	MEC	-	OK	1			OK	44	OK	24	OK	4	OK	2	OK	2	OK	41			OK	1	OK	1	OK	41	OK	1					OK	2	OK	1	OK	1	OK	4	OK	4	OK	4	OK	4	OK	4	21	21	0	0	0	21	100.0%
68	MH-02 (MANHOLE EN CASCO) Con PL refuerzo	MEC	-	OK	1			OK	45	OK	25	OK	5	OK	3	OK	2	OK	42			OK	1	OK	1	OK	42	OK	2					OK	3	OK	1	OK	1	OK	2	OK	4	OK	4	OK	4	OK	4	21	21	0	0	0	21	100.0%
	BOQUILLAS																																										
69	BOQUILLA N°01	MEC	-	OK	2			OK	46	OK	26	OK	6			OK	2	OK	43			OK	1	OK	1	OK	43	OK	3					OK	4	OK	2	OK	1	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	0	0	20	100.0%
70	BOQUILLA N°02	MEC	-	OK	2			OK	47	OK	27	OK	7			OK	2	OK	44			OK	1	OK	44	OK	4							OK	5	OK	2	OK	1	OK	2	OK	5	OK	5	OK	5	N-	5	20	20	0	0	1	19	100.0%
71	BOQUILLA N°03	MEC	-	N-	2			OK	48	N+	28	OK	8			OK	2	OK	45			OK	1	OK	45	OK	5							OK	6	OK	2	OK	1	OK	2	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	1	1	18	100.0%
72	BOQUILLA N°04	MEC	-	OK	2			OK	49	OK	29	OK	9			OK	2	OK	46			OK	1	OK	46	OK	6							OK	7	OK	2	OK	1	OK	2	OK	5	OK	5	N-	5	OK	5	20	20	0	0	1	19	100.0%
73	BOQUILLA N°05	MEC	-	OK	2			OK	50	OK	30	OK	10			OK	2	OK	47			OK	1	OK	47	OK	7							OK	8	OK	2	OK	1	OK	2	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	0	0	20	100.0%
74	BOQUILLA N°06	MEC	-	OK	2			OK	51	OK	31	OK	11			OK	2	OK	48			OK	1	OK	48	OK	8							OK	9	OK	2	OK	1	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	0	0	20	100.0%
75	BOQUILLA N°07	MEC	-	OK	3			OK	52	OK	32	OK	12			OK	2	OK	49			OK	1	OK	49	OK	9							OK	10	OK	2	OK	1	N-	2	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	0	1	19	100.0%
76	BOQUILLA N°08	MEC	-	OK	3			OK	53	OK	33	OK	13			OK	2	OK	50			OK	1	OK	50	OK	10							OK	11	OK	2	OK	1	OK	2	N-	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	0	1	19	100.0%
77	BOQUILLA N°09	MEC	-	N-	3			OK	54	OK	34	OK	14			OK	2	OK	51			OK	1	OK	51	OK	11							OK	12	OK	2	OK	1	OK	2	OK	5	OK	5	OK	5	N-	5	20	20	0	0	2	18	100.0%
78	BOQUILLA N°10	MEC	-	OK	3			OK	55	OK	35	OK	15			OK	2	OK	52			OK	1	OK	52	OK	12							OK	13	OK	2	OK	1	OK	2	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	0	0	20	100.0%
79	BOQUILLA N°11	MEC	-	OK	3			OK	56	N-	36	OK	16			OK	2	OK	53			OK	1	OK	53	OK	13							OK	14	OK	2	OK	1	OK	2	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	0	1	19	100.0%
80	BOQUILLA N°12	MEC	-	OK	3			N-	57	OK	37	OK	17			OK	2	OK	54			OK	1	OK	54	OK	14							OK	15	OK	2	OK	1	OK	2	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	0	1	19	100.0%
81	BOQUILLA N°13	MEC	-	OK	3			OK	58	OK	38	OK	18			OK	2	OK	55			OK	1	OK	55	OK	15							OK	16	OK	2	OK	1	N-	2	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	0	1	19	100.0%
82	BOQUILLA N°14	MEC	-	OK	3			OK	59	OK	39	OK	19			OK	2	OK	56			OK	1	OK	56	OK	16							OK	17	OK	2	OK	1	OK	2	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	20	20	0	0	0	20	100.0%
	OTROS ELEMENTOS																																										
83	ESCALERA CARACOL	MEC	-	OK	4	OK	1	OK	60		OK	20				OK	3	OK	57																					14	14	0	0	0	14	100.0%
84	EJE CENTRAL	MEC	-	OK	5						OK	21				OK	3	OK	58																					12	12	0	0	1	11	100.0%
85	OREJAS PARA IZAJE	MEC	-	N-	6						OK	22				OK	3	OK	59																					12	12	0	0	2	10	100.0%
86	BARANDA 1	MEC	-	OK	7			OK	61		N-	23				OK	3	OK	60																					13	13	0	0	1	12	100.0%
87	BARANDA 2	MEC	-					OK	62		OK	24				OK	3	N-	61																					12	12	0	0	3	9	100.0%
88	BARANDA 3	MEC	-					OK	63		OK	25				OK	3	OK	62																					12	12	0	0	0	12	100.0%
89	BARANDA 4	MEC	-					OK	64		N+	26				OK	3	OK	63																					12	12	0	0	1	10	100.0%
		SUB TOTALES		23	7	4	1	64	64	39	39	26	26	15	3	63	3	63	63	2	2	56	1	56	56	16	16	2	2	4	4	24	24	1	1	40	17	16	2	18	1	26	4	26	1	26	6	26	6	26	6	26	6	26	6	26	6	3	3	3	3	3	3	3	3	1	755	755	0	6	25	724	100.00%

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN DE TANQUES PARA ALMACENAMIENTO

GESTION DE CALIDAD

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Hoja	1 de 1
Revisión	0
FECHA	1/01/2020

1. IDENTIFICACIÓN — GENERAL

PROYECTO:	"SISTEMA DE BOMBEO DE NASH DESDE TANQUES DE ALMACENAMIENTO A SALA DE PREPARACIÓN DE REACTIVOS DE PLANTA DE COBRE" CUAJONE (TANQUE DE 2000 GALONES)		
CLIENTE:	SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION	C.C (OBRA):	5868-015

Notas:

ANÁLISIS DEL PROYECTO OT-749 (EJECUTADO CON UN SCC)

3. CONTROL DE INSPECCIONES — Nº REGISTRO

IQ REG (IRIP)	100.00%	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS	289
		IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS	289
IQ CON (ver Notas)	100.00%	(n_+) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES	3
		(n_2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES	7
		(n_3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK)	279

2.0 DESCRIPCIÓN

Leyenda:
- Para programar una inspección colocar "P" o el número de inspecciones en 1ra columna.
- Para generar una NC en la actividad, elegir N+ o N- (Mayor o Menor)
- Para liberar una inspección elegir "OK"

SISTEMA	TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CODIGO FORMATO	SGC-C-REG-MEC-033	SGC-C-REG-MEC-034	SGC-C-REG-MEC-035	SGC-C-REG-MEC-036	SGC-C-REG-MEC-037	SGC-C-REG-MEC-038	SGC-C-REG-MEC-039	SGC-C-REG-MEC-040	SGC-C-REG-MEC-041	SGC-C-REG-MEC-042	SGC-C-REG-MEC-043	SGC-C-REG-MEC-044	SGC-C-REG-MEC-045	SGC-C-REG-MEC-046	SGC-C-REG-MEC-047	SGC-C-REG-MEC-048	SGC-C-REG-MEC-049	SGC-C-REG-MEC-050	SGC-C-REG-MEC-051	SGC-C-REG-MEC-052	SGC-C-REG-MEC-053	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-054	SGC-C-REG-MEC-055	SGC-C-REG-MEC-056	IP	IR	FALTANTES	n_1	n_2	n_3	%AVANCE
TIPO DE ENTREGABLE: ACTIVIDADES PREVIAS																																					
item	código de elementos																																OBSERVACIONES /COMENTARIOS/PLANO DE REF.							
FONDO DE TANQUE																																					
1	FONDO EN GENERAL	MEC	-	OK	1	OK	1	OK	1			OK	1											OK	1	OK	1	OK	1	OK	1	OK	1	OK	1	OK	1		18	18	0	0	0	18	100.0%
2	PLANCHA N°01 (PARA FONDO)	MEC	-					OK	1																													1	1	0	0	0	1	100.0%
3	UNIÓN SOLDADA CASCO-FONDO (J-02)	MEC	-			OK	2					OK	1	OK	1			OK	1	OK	1																	5	5	0	0	0	5	100.0%
CASCO DEL TANQUE																																					
4	CASCO EN GENERAL	MEC	-	OK	1	OK	1	OK	1			OK	2	OK	1							OK	1			OK	1	OK	2	OK	1	OK	2	OK	2	OK	2		20	20	0	0	0	20	100.0%
5	PLANCHA N°01 (PARA CASCO)	MEC	-							OK	2			OK	1																							2	2	0	0	0	2	100.0%
6	UNIÓN SOLDADA CASCO-CASCO (J-01)	MEC	-			OK	4					OK	1	OK	2			OK	1	OK	2							OK	1									6	6	0	0	0	6	100.0%
TECHO DEL TANQUE																																					
7	TECHO EN GENERAL	MEC	-	OK	1	OK	1	OK	5			OK	3																	OK	3	OK	1	OK	3	OK	3		17	17	0	0	0	17	100.0%
8	PLANCHA N°01 (PARA TECHO)	MEC	-							OK	3																											1	1	0	0	0	1	100.0%
9	UNIÓN SOLDADA CASCO-TECHO (J-03)	MEC	-			OK	6					OK	1	OK	3			OK	1	OK	3																	5	5	0	0	0	5	100.0%
MANHOLES																																					
10	N8 (MANHOLE SUPERIOR) Con PL refuerzo	MEC	-	OK	1			OK	7	OK	4	OK	4	OK	2	OK	2	OK	4			OK	1	OK	4	OK	1					OK	2	OK	1	OK	1	OK	2	21	21	0	0	0	21	100.0%
BOQUILLAS																																					
11	BOQUILLA N1	MEC	-	OK	2			OK	8	OK	5	OK	5			OK	2	OK	5			OK	1	OK	5	OK	2					OK	3	OK	2	OK	1	OK	2	20	20	0	0	0	20	100.0%
12	BOQUILLA N2	MEC	-	OK	2			OK	9	N-	6	OK	6			OK	2	N-	6			OK	1	OK	6	OK	3					OK	4	OK	2	OK	1	OK	2	20	20	0	0	3	17	100.0%
13	BOQUILLA N3	MEC	-	OK	2			OK	10	OK	7	OK	7			OK	2	OK	7			N-	1	OK	7	OK	4					N-	5	OK	2	OK	1	OK	2	20	20	0	0	1	19	100.0%
14	BOQUILLA N4	MEC	-	OK	2			OK	11	OK	8	OK	8			OK	2	N+	8	OK	1	OK	1	OK	8	OK	5					OK	6	OK	2	OK	1	OK	2	21	21	0	1	0	20	100.0%
15	BOQUILLA N5	MEC	-	OK	2			OK	12	N+	9	OK	9			OK	2	OK	9			OK	1	OK	9	OK	6					OK	7	OK	2	OK	1	OK	2	20	20	0	2	0	18	100.0%
16	BOQUILLA N6	MEC	-	OK	2			OK	13	OK	10	OK	10			OK	2	N-	10			OK	1	OK	10	OK	7					OK	8	OK	2	OK	1	OK	2	20	20	0	0	1	19	100.0%
17	BOQUILLA N7	MEC	-	OK	2			OK	14	OK	11	OK	11			OK	2	OK	11			N-	1	OK	11	OK	8					N-	9	OK	2	OK	1	OK	2	20	20	0	0	2	18	100.0%
OTROS ELEMENTOS																																					
18	REFUERZO EN TECHO DE TANQUE	MEC	-	OK	3	OK	1	OK	15			OK	12			OK	3	OK	12													OK	4	OK	1	OK	6	OK	6	14	14	0	0	0	14	100.0%
19	OREJAS PARA IZAJE	MEC	-	OK	3			OK	16			OK	13			OK	3	OK	13													OK	4	OK	1	OK	6	OK	6	13	13	0	0	0	13	100.0%
20	BARANDA 1	MEC	-	OK	3			OK	17			OK	14			OK	3	OK	14													OK	4	OK	1	OK	6	OK	6	13	13	0	0	0	13	100.0%
21	BARANDA 2	MEC	-					OK	16			OK	15			OK	3	OK	15													OK	4	OK	1	OK	6	OK	6	12	12	0	0	0	12	100.0%
		SUB TOTALES		14	3	4	1	18	18	11	11	15	15	3	2	15	3	15	15	1	1	11	1	11	11	8	8	0	0	0	0	0	1	1	9	9	8	2	10	1	15	4	15	1	15	6	15	6	15	6	15	6	15	6	3	3	3	3	3	3	3	1	289	289	0	3	7	279	100.00%

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS

GESTION DE CALIDAD

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS

Hoja	1 de 1
Revisión	0
FECHA:	1/12/2019

1. IDENTIFICACIÓN — GENERAL

PROYECTO:		"LAVADERO PARA EQUIPO PESADO DE TALLER PATIO PUERTO -ILO"		
CLIENTE:		SOUTHERN PERU COOPER CORPORATION	C.C (OBRA):	3292-44

Notas:

ANÁLISIS DEL PROYECTO OT-716 (EJECUTADO CON UN SCC)

3. CONTROL DE INSPECCIONES		Nº REGISTRO
IQ REG (RSP)	100.00%	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS: 535
		IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS: 535
IQ CON (ver Notas)	100.00%	(n_1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES: 6
		(n_2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES: 13
		(n_3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK): 516

2.0 DESCRIPCIÓN

Leyenda:
- Para programar una inspección colocar "P" o el número de inspecciones en 1ra columna.
- Para generar una NC en la actividad, elegir N+ o N- (Mayor o Menor)
- Para liberar una inspección elegir "OK"

SISTEMA	TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CODIGO FORMATO	SCC-C-REG-MEC-001	SCC-C-REG-MEC-002	SCC-C-REG-MEC-003	SCC-C-REG-MEC-004	SCC-C-REG-MEC-005	SCC-C-REG-MEC-006	SCC-C-REG-MEC-007	SCC-C-REG-MEC-008	SCC-C-REG-MEC-009	SCC-C-REG-MEC-010	SCC-C-REG-MEC-011	SCC-C-REG-MEC-012	SCC-C-REG-MEC-013	SCC-C-REG-MEC-014	SCC-C-REG-MEC-015	SCC-C-REG-MEC-016	SCC-C-REG-MEC-017	SCC-C-REG-MEC-018	SCC-C-REG-MEC-019	SCC-C-REG-MEC-020	SCC-C-REG-MEC-019	SCC-C-REG-MEC-020	SCC-C-REG-MEC-019	SCC-C-REG-MEC-020	SCC-C-REG-MEC-021	SCC-C-REG-MEC-022	SCC-C-REG-MEC-023	SCC-C-REG-MEC-024	SCC-C-REG-MEC-025	SCC-C-REG-MEC-026	SCC-C-REG-MEC-027	SCC-C-REG-MEC-028	SCC-C-REG-MEC-029	SCC-C-REG-MEC-030	SCC-C-REG-MEC-031	SCC-C-REG-MEC-032	IP	IR	FALTANTES	n_1	n_2	n_3	%AVANCE
TIPO DE ENTREGABLE: ACTIVIDADES PREVIAS																																														
Item	código de elementos																																									OBSERVACIONES /COMENTARIOS/PLANO DE REF.							
LÍNEAS DE TUBERÍAS (SPOOLS ACERO) TK-001																																															
LÍNEA 3292-RW-3"-C4-005	MEC	TUBERÍA				OK	1	OK	1	OK	1	OK	4	OK	4	OK	4	OK	1	OK	4			OK	1	OK	4			OK	1	OK	4	OK	4	OK	4	OK	4										26	26	0	0	0	26	100.0%
Instalación de 01 válvula Bola 3"-BA-1104	MEC	TUBERÍA	OK	1																																						OK	6								2	2	0	0	0	2	100.0%
LÍNEA 3292-RW-3"-C4-004	MEC	TUBERÍA			OK	1	OK	1	OK	1	OK	5	OK	5	OK	5	OK	1	OK	5			OK	1	OK	5			OK	1	OK	5	OK	5	OK	5	OK	5	N-	5	OK	5	OK	1	OK	1	OK	5			OK	5	OK	5																		

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERIAS

GESTION DE CALIDAD

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERIAS

Hoja: 1 de 1
Revisión: 0
FECHA: 04/2019

1. IDENTIFICACIÓN — GENERAL

PROYECTO: "SISTEMA DE BOMBEO ICHUPAMPA-TANQUE 4 MINA CUAJONE"

CLIENTE: SOUTHERN PERU COOPER CORPORATION — C.C (OBRA): 5705-93

Notas:

ANÁLISIS DEL PROYECTO OT-725 (EJECUTADO CON UN SCC)

3. CONTROL DE INSPECCIONES		Nº REGISTRO
IQ REG (RISP)	100.00%	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS: 1282
		IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS: 1282
IQ CON (ver Notas)	100.00%	(n_3) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES: 10
		(n_2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES: 26
		(n_1) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK): 1246

2.0 DESCRIPCIÓN

Leyenda:
- Para programar una inspección colocar "P" o el número de inspecciones en 1ra columna.
- Para generar una NC en la actividad, elegir N+ o N- (Mayor o Menor)
- Para liberar una inspección elegir "OK"

SISTEMA	TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CODIGO FORMATO	SGI-C-REG-MEC-001	SGI-C-REG-MEC-002	SGI-C-REG-MEC-003	SGI-C-REG-MEC-004	SGI-C-REG-MEC-005	SGI-C-REG-MEC-006	SGI-C-REG-MEC-007	SGI-C-REG-MEC-008	SGI-C-REG-MEC-009	SGI-C-REG-MEC-010	SGI-C-REG-MEC-011	SGI-C-REG-MEC-012	SGI-C-REG-MEC-013	SGI-C-REG-MEC-014	SGI-C-REG-MEC-015	SGI-C-REG-MEC-016	SGI-C-REG-MEC-017	SGI-C-REG-MEC-018	SGI-C-REG-MEC-019	SGI-C-REG-MEC-020	SGI-C-REG-MEC-019	SGI-C-REG-MEC-020	SGI-C-REG-MEC-019	SGI-C-REG-MEC-020	SGI-C-REG-MEC-021	SGI-C-REG-MEC-022	SGI-C-REG-MEC-023	SGI-C-REG-MEC-024	SGI-C-REG-MEC-025	SGI-C-REG-MEC-026	SIG-C-REC-027	SIG-C-REC-028	SIG-C-REC-029	SIG-C-REC-030	SIG-C-REC-031	SIG-C-REC-032	IP	IR	FALTANTES	n_1	n_2	n_3	%AVANCE
TIPO DE ENTREGABLE: ACTIVIDADES PREVIAS																																													
item	código de elementos																																								OBSERVACIONES /COMENTARIOS/PLANO DE REF.						
LINEAS DE TÚBERIAS (SPOOLS ACERO) TK-001																																													
línea 5705-0110-FC14-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-01	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	1	17	100.0%
Instalación 01 válvula compuerta 6"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 3 soportes en linea	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	3	11	100.0%
línea 5705-0111-FC14-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-02	MEC	TUBERIA																																							19	19	0	1	0	18	100.0%
Instalación 01 válvula mariposa 6"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
01 Válvula bola 2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
01 válvula bola 1"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	1	1	100.0%
02 válvula Bola 1/2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
1 venteo 2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 01 soporte	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
línea 5705-0112-FC14-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-11	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	1	0	17	100.0%
Instalación 01 válvula mariposa 6"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
01 Válvula bola 2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
01 válvula bola 1"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
02 válvula Bola 1/2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
1 venteo 2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 01 soporte	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
línea 5705-0113-FC2P-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-04-A	MEC	TUBERIA																																							19	19	0	1	0	18	100.0%
MK-1-SPL-03	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	2	0	16	100.0%
Instalación 01 válvula retención 6"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
01 Válvula bola 1"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	1	1	100.0%
02 válvula bola 1/2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 02 soportes	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	1	13	100.0%
línea 5705-0114-FC2P-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-04-B	MEC	TUBERIA																																							19	19	0	1	0	18	100.0%
MK-1-SPL-15	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
Instalación 01 válvula retención 6"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
01 Válvula bola 1"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
02 válvula bola 1/2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 02 soportes	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
línea 5705-0115-FC2P-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-12	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
MK-1-SPL-13	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	1	17	100.0%
MK-1-SPL-14	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	2	16	100.0%
MK-1-SPL-28	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
Instalación 02 válvula mariposa 6"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
01 Válvula bola 1"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
02 válvula bola 1/2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
01 válvula bola 2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	1	0	1	100.0%
01 venteo 2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 01 soporte	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
línea 5705-0119-FC2P-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-19	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
Instalación 01 válvula mariposa 6"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 02 soportes	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	1	13	100.0%
línea 5705-0148-FC2P-3"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-17	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
MK-1-SPL-23	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
MK-1-SPL-09	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	3	15	100.0%
MK-1-SPL-06-A	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	1	17	100.0%
MK-1-SPL-06-B	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
Instalación 02 válvulas mariposa 3"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 03 soportes	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
Instalación 02 soportes soldados en cuerpo TK-001	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
linea 5705-0149-FC2P-3"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-20	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
Instalación 01 válvula mariposa 3"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Linea 5705-0118-FC2P-2"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-24	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
Instalación de 01 válvula bola 2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Linea 5705-0116-FC2P-2"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-16	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
Instalación de 02 válvula bola 2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
01 válvula anticpadora de ondá	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Linea 5705-0106-FC14-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-22	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	2	16	100.0%
Instalación 01 válvulas mariposa 6"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Linea 5705-0103-FC14-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-08	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
MK-1-SPL-18	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	1	17	100.0%
MK-1-SPL-25	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	1	17	100.0%
MK-1-SPL-27	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
Instalación 04 válvulas mariposa 6"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
02 válvulas bola 1/2 "	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	1	1	100.0%
Instalación de 03 soportes	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
Instalación 02 soportes soldados en cuerpo TK-001	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
Linea 5705-0152-FC14-4"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-10	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
MK-1-SPL-26	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
Instalación de 04 soportes	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	1	13	100.0%
Instalación 02 soportes soldados en cuerpo TK-001	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
Linea 5705-0146-FC14-2"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-05-A	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	0	18	100.0%
Instalación 01 válvulas mariposa 3"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación de 01 soporte	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
Linea 5705-0147-FC14-3"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-05-B	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	1	17	100.0%
Instalación 01 válvulas mariposa 3"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación de 01 soporte	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
Linea 5705-0145-FC14-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
MK-1-SPL-29	MEC	TUBERIA																																							18	18	0	0	1	17	100.0%
Instalación 01 soporte soldado en cuerpo TK-001	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
Linea 5705-0150-FC14-4"-WW	MEC	TUBERIA																																							7	7	0	0	0	7	100.0%
Instalación 02 válvulas mariposas 4"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 01 Filtro de agua 4"CL150	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación de 01 soporte	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	1	13	100.0%
LÍNEAS DE TÚBERIAS (SPOOLS ACERO) TK-004																																													
Linea 5705-0121-FC14-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							26	26	0	0	0	26	100.0%
Linea 5705-0142-FC14-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							26	26	0	0	0	26	100.0%
Instalación 01 válvula de retención 4"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 01 soporte	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
Linea 5705-0144-FC14-4"-WW	MEC	TUBERIA																																							26	26	0	0	0	26	100.0%
instalacion de 04 soportes soldados en tk-004	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	1	13	100.0%
linea 5705-0113-FC2P-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							26	26	0	0	0	26	100.0%
Instalación 01 válvula retención 6"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
01 Válvula bola 1"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
02 válvula bola 1/2"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación 02 soportes	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	0	14	100.0%
LÍNEAS DE TÚBERIAS (SPOOLS ACERO) EN GARZA																																													
linea 5705-0140-FC14-12"-WW	MEC	TUBERIA																																							26	26	0	0	0	26	100.0%
linea 5705-0138-FC14-12"-WW	MEC	TUBERIA																																							26	26	0	0	0	26	100.0%
Instalación 01 válvula compuerta 12"	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
Instalación de 01 soporte	MEC	TUBERIA																																							14	14	0	0	1	13	100.0%
TUBERÍAS HDPE, ÁREA TK-004 Y GARZA DESCARGA																																													
Linea 5705-0141-FHT1-6"-WW	MEC	TUBERIA																																							8	8	0	0	0	8	100.0%
JUNTA 01 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
JUNTA 02 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
JUNTA 03 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
JUNTA 04 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%
JUNTA 05 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																							2	2	0	0	0	2	100.0%

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS

GESTION DE CALIDAD

MATRIZ DE INSPECCION - FABRICACIÓN SISTEMA DE TUBERÍAS

Hoja	1 de 1
Revisión	0
FECHA:	1/04/2019

1. IDENTIFICACIÓN — GENERAL

PROYECTO:		"SISTEMA DE BOMBEO ICHUPAMPA-TANQUE 4 MINA CUAJONE"		
CLIENTE:		SOUTHERN PERU COOPER CORPORATION	C.C (OBRA):	5705-93

Notas:

ANÁLISIS DEL PROYECTO OT-725 (EJECUTADO CON UN SCC)

3. CONTROL DE INSPECCIONES		Nº REGISTRO
IQ REG (IRIP)	100.00%	IR=TOTAL INSPECCIONES REALIZADAS: 1282
		IP=TOTAL INSPECCIONES PROGRAMADAS 1282
IQ CON (ver Notas)	100.00%	(n_1) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS (N+) MAYORES 10
		(n_2) TOTAL INSPECCIONES INSATISFACTORIOS CON COMENTARIOS (N-) MENORES 26
		(n_3) TOTAL INSPECCIONES SATISFACTORIOS (OK) 1246

2.0 DESCRIPCIÓN

Leyenda:
- Para programar una inspección colocar "P" o el número de inspecciones en 1ra columna.
- Para generar una NC en la actividad, elegir N+ o N- (Mayor o Menor)
- Para liberar una inspección elegir "OK"

SISTEMA	TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CODIGO / FORMATO	SGC-C-REG-MEC-001	SGC-C-REG-MEC-002	SGC-C-REG-MEC-003	SGC-C-REG-MEC-004	SGC-C-REG-MEC-005	SGC-C-REG-MEC-006	SGC-C-REG-MEC-007	SGC-C-REG-MEC-008	SGC-C-REG-MEC-009	SGC-C-REG-MEC-010	SGC-C-REG-MEC-011	SGC-C-REG-MEC-012	SGC-C-REG-MEC-013	SGC-C-REG-MEC-014	SGC-C-REG-MEC-015	SGC-C-REG-MEC-016	SGC-C-REG-MEC-017	SGC-C-REG-MEC-018	SGC-C-REG-MEC-019	SGC-C-REG-MEC-020	SGC-C-REG-MEC-019	SGC-C-REG-MEC-020	SGC-C-REG-MEC-019	SGC-C-REG-MEC-020	SGC-C-REG-MEC-021	SGC-C-REG-MEC-022	SGC-C-REG-MEC-023	SGC-C-REG-MEC-024	SGC-C-REG-MEC-025	SGC-C-REG-MEC-026	SIG-C-REC-027	SIG-C-REC-028	SIG-C-REC-029	SIG-C-REC-030	SIG-C-REC-031	SIG-C-REC-032		IP	IR	FALTANTES	n_1	n_2	n_3	%AVANCE
Linea 5705-0143-FHT1-4"-WW	MEC	TUBERIA					OK	1	OK	26																																						
JUNTA 01 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTA 02 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTA 03 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTA 04 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
linea 5705-0139-FHT1-12"-WW	MEC	TUBERIA					OK	1	OK	27																																							
JUNTA 01 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTA 02 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTA 03 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTA 04 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTA 05 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTA 06 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTA 07 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
TUBERIAS HDPE, AREA TK-001																																																
Linea 5705-0151-FHT1-4"-WW	MEC	TUBERIA					OK	1	OK	28																																							
JUNTAS DEL 01 AL 10 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTAS DEL 11 AL 20 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTAS DEL 21 AL 30 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTAS DEL 31 AL 40 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTAS DEL 41 AL 50 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTAS DEL 51 AL 60 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTAS DEL 61 AL 70 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
JUNTAS DEL 71 AL 76 (PEGA POR TERMOFUSIÓN)	MEC	TUBERIA																																														
SUB TOTALES				67	49	36	1	36	1	28	1	28	28	57	57	57	57	2	57	57	3	3	36	1	36	36	0	0	28	28	28	28	39	39	57	57	57	2	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	24	1	24	24	36	36	40	40	24	24	21	21	4	4	4	4	4	4	24	24	4	4	24	24		1282	1282	0	10	26	1246	100.00%

ANEXO 10

1. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE TESIS: "PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TANQUES Y SISTEMAS DE TUBERÍAS PARA LA EMPRESA SERGEAR S.A.C."

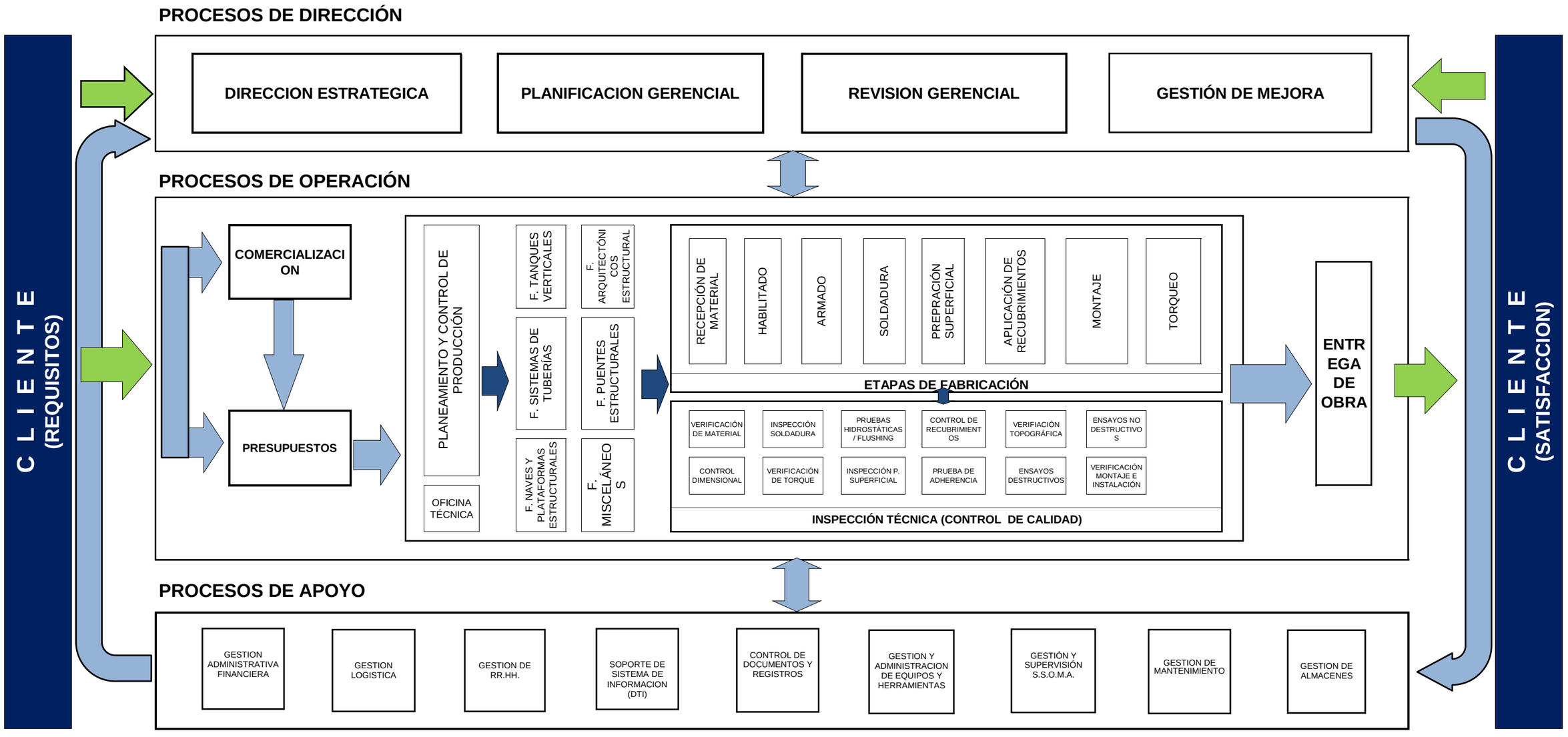
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODOLOGIA
Problema general	**Objetivo general**	**Hipótesis general**	**Dependiente:** Inspecciones técnicas satisfactorios en la fabricación de tanques y sistemas de tuberías. **Independiente:** - Plan de control de calidad. - Procedimientos de control de calidad en la fabricación. - Registros de control de calidad en la fabricación. - Plan de puntos de inspección. - Matriz de control de calidad. Cabe resaltar que las cinco variables dependientes mencionadas conforman lo que vendría a ser el manual de calidad tanto para la fabricación de tanques verticales como para los sistemas de tuberías y la unión de estos dos manuales vendrían a formar nuestro sistema de control de calidad mencionado en la presente tesis.	**El tipo de estudio** es descriptivo aplicado a la tecnología dentro del campo de calidad en la inspección técnica en la fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías. **El diseño** de la presente investigación es de campo, de tipo observacional (no experimental), dado que no se modificará ninguna variable. Es longitudinal dado que los cambios se verán en el transcurso del tiempo es decir en un tiempo determinado, luego de implementar el sistema de control de calidad como propuesta. **Población:** La presente investigación se llevó a cabo en el taller planta de fabricación perteneciente a la empresa Sergear S.A.C. **Muestra:** Siendo estas las características de la población, se tomó como unidades de estudio solo las áreas de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías según se especifica en los límites y alcances del presente trabajo **Procesamiento y análisis de datos:** - Se utilizó el software Microsoft Excel Versión 2016 - Análisis estadístico mediante el Chi cuadrado - Diagramas de Operaciones del proceso (DOP)
¿Será posible mejorar el proceso de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías de acero ASTM A53 grado B y HDPE mejorando el proceso de inspección técnica en la empresa Sergear S.A.C.?	Mejorar el proceso de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías de acero ASTM A53 grado B y HDPE mejorando el proceso de inspección técnica en la empresa Sergear S.A.C.	Mediante el diseño e implementación como propuesta de un sistema de control de calidad se mejorará los procesos de inspección técnica satisfactorios en la fabricación de tanques verticales y en sistemas de tuberías de acero ASTM A53 grado B y HDPE en la empresa Sergear S.A.C.		
Problemas específicos	**Objetivos específicos**	**Hipótesis Específica**		
¿Será posible identificar los procesos que se llevan a cabo en la empresa y realizar un diagnóstico de los resultados de inspección técnica obtenidos antes y después de la implementación del sistema de control de calidad en los procesos de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías en la empresa Sergear S.A.C.?	Identificar los procesos que se llevan a cabo en la empresa y realizar un diagnóstico de los resultados de inspección técnica obtenidos antes y después de la implementación del sistema de control de calidad en los procesos de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías en la empresa Sergear S.A.C.	Identificar los procesos que se llevan a cabo en la empresa y realizar un diagnóstico de los resultados de inspección técnica obtenidos antes y después de la implementación del sistema de control de calidad en los procesos de fabricación de tanques verticales y sistemas de tuberías en la empresa Sergear S.A.C. ayudará a corroborar la mejora en las inspecciones satisfactorias.		
¿Será posible mejorar los procesos de inspección técnica satisfactorios en la fabricación de tanques verticales mediante el diseño de un sistema de control de calidad?	Elaborar el manual de control de calidad para la fabricación de tanques verticales e implementar como propuesta en la empresa Sergear S.A.C.	Mediante el diseño de un sistema de control de calidad se mejorara los procesos de inspección técnica satisfactorios en la fabricación de tanques verticales.		
¿Será posible los procesos de inspección técnica satisfactorios en la fabricación de sistemas de tuberías mediante el diseño de un sistema de control de calidad?	Elaborar el manual de control de calidad para la fabricación de sistemas de tuberías e implementar como propuesta en la empresa Sergear S.A.C.	Mediante el diseño de un sistema de control de calidad se mejorara los procesos de inspección técnica satisfactorios en la fabricación de sistemas de tuberías.		

ANEXO 11

1. Mapa de procesos realizado para la empresa

Sergear S.A.C.

SERGEAR SAC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		
	DOCUMENTO	Rev.	0
	MAPA DE PROCESOS - SERGEAR S.A.C.	Fecha:	Dic-19
		Pág.	1 de 1



ANEXO 12

1. Diagrama de operaciones del proceso (DOP) en la fabricación de tanques verticales en la empresa Sergear S.A.C.
2. Diagrama de operaciones del proceso (DOP) en la fabricación de sistemas de tuberías en la empresa Sergear S.A.C.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO (DOP) – FABRICACIÓN DE TANQUES VERTICALES – EMPRESA SERGEAR S.A.C.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

ESCALERAS DE GATO, BARANDAS, SOPORTERÍA

- 4 hr. — 19 — Habilitado de piezas
- 20 — Inspección: control dimensional en el habilitado
- 4 hr. — 20 — Armado de piezas
- 21 — Inspección: control dimensional en el Armado
- 16 hr. — 21 — Aplicación de soldadura
- 22 — Inspección: visual de soldadura (VT)
- 4 hr. — 22 — Preparación superficial de elementos
- 23 — Inspección: Perfil de anclaje (rugosidad)
- 8 hr. — 23 — Aplicación de recubrimiento 1ra capa
- 24 — Inspección: De recubrimiento (EPS)
- 8 hr. — 24 — Aplicación de recubrimiento 2da capa
- 25 — Inspección: De recubrimiento (EPS)
- 8 hr. — 25 — Aplicación de recubrimiento 3ra capa
- 26 — Inspección: De recubrimiento (EPS)
- 8 hr. — 26 — Instalación en tanque montado

TECHO DE TANQUE

- 8 hr. — 7 — Habilitado de piezas
- 7 — Inspección: control dimensional en el habilitado
- 8 hr. — 8 — Armado de techo
- 8 — Inspección: control dimensional en el Armado
- 12 hr. — 9 — Aplicación de soldadura
- 9 — Inspección: - visual de soldadura (VT) - Por líquidos penetrantes (PT)
- 4 hr. — 10 — Unir a la parte superior del cuerpo del tanque

FONDO DE TANQUE

- 8 hr. — 3 — Habilitado de piezas
- 3 — Inspección: control dimensional en el habilitado
- 8 hr. — 4 — Armado de fondo de tanque
- 4 — Inspección: control dimensional en el Armado
- 12 hr. — 5 — Aplicación de soldadura
- 5 — Inspección: - visual de soldadura (VT) - Por líquidos penetrantes (PT)

CUERPO DE TANQUE

- 8 hr. — 1 — Habilitado de piezas
- 1 — Inspección: control dimensional en el habilitado
- 8 hr. — 2 — Rolado de planchas
- 2 — Inspección: control topográfico del rolado
- 16 hr. — 6 — Armado de cuerpo sobre el fondo del tanque
- 6 — Inspección: control topográfico de unión cuerpo y fondo
- 10 — Inspección: control topográfico de unión cuerpo y techo
- 40 hr. — 11 — Aplicación de soldadura: - Unión fondo-/cuerpo - Unión techo/ cuerpo - Cuerpo (unión anillos)

Inspecciones:
- Visual de soldadura(VT)
- Tintes penetrantes (PT)
- Partículas magnéticas (MT) (Unión fondo-cuerpo)
- Prueba de vacío (juntas a tope fondo de tanque)
- Radiográficas (RT) juntas a tope cuerpo del tanque)

11 — 16 hr. — 12 — Instalaciones de boquillas y manholes

12 — Inspección: control topográfico ubicación de boquillas y manholes

16 hr. — 13 — Aplicación de soldadura en boquillas y manholes

13 — Inspección: - visual de soldadura (VT) - Por líquidos penetrantes (PT) - Prueba neumática en plancha de refuerzo boquillas y M.

PARA HABILITADO Y ARMADO	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Cizalla	- Escuadras de tope
- Plegadora	- Escuadras para plancha
- Taladro radial	- Goniómetro
- Taladro magnético	- Vernier
- equipo oxicorte	- Flexómetro
- máquina de soldar	- Martillo de bola
- Esmeril	- Prensas en C
- grúa de 3 toneladas	- Nivel
- Roladora	- Granetes
- Dobladora de tubos	- Llaves mixtas
- Estova	- Escuadras magnéticas
- Torno	- Rayadores
- Estación total	- Tira línea
- Nivel topográfico	- Cordel
	- Careta facial
	- Careta de soldar
	- Mesa de trabajo
	- Marcador metálico

APLICACIÓN DE SOLDADURA	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Maquina de soldar	- Careta facial
- Esmeril	- careta de soldar
- Turbineta	- Alicate tio prensa de presión
- Porta electrodo de 200 A	- Escuadra magnética
- Bomba hidráulica eléctrica con pastillas	- Prensa en C
- Gata hidráulica de 5 Tn.	- Martillo de bola
- Base portátil para máquina de soldar	- Cincel Plano
- Horno de soldadura estacionaria	- Pica Escoria
- Horno de soldadura portátil	- Combito
- alimentador de corriente portátil 440 V	- Templadores
- alimentador de corriente portátil 220 V	- Flexómetro
- Pirómetro	- Marcador metálico
- Extensiones de corriente 440V y 220V	- Escuadra de plancha
	- Escuadra con tope
	- Manta inifuga
	- Pantalla (Biombos)
	- Caballetes o mesa de trabajo
	- Carpa para protección soldadura
	- Chicotes

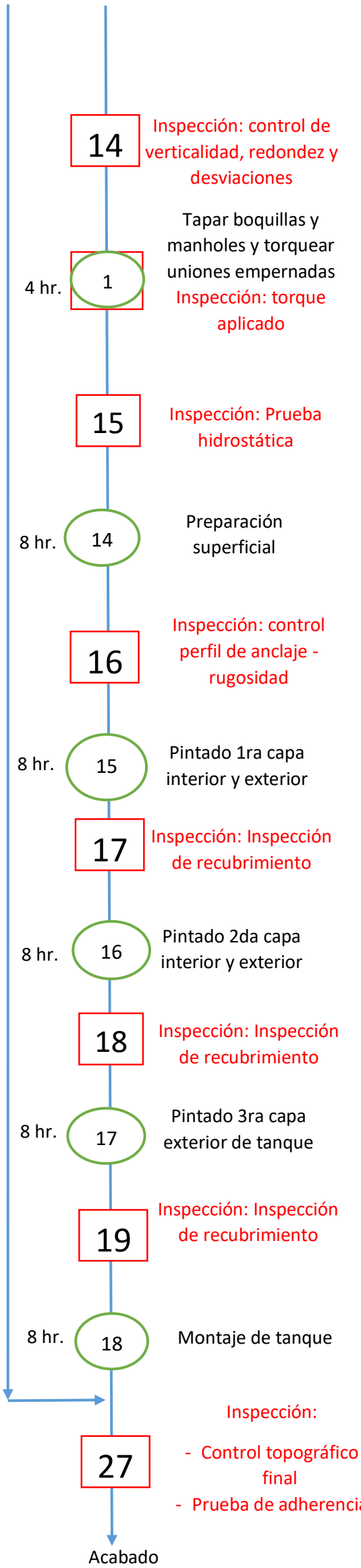
PREPARACIÓN SUPERFICIAL	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Compresor	- Carretilla
- Tolva para arenado	- Lampas
- Equipo protección antiarena	- Lijas
- Grupo electrógeno	- Cinta masking tape
- Mangueras transporte de arena y aire	- Caballetes
- Extractor de agua en aire comprimido	- Trapos industriales
- Boquillas para manguera para arenado	- Espátulas
	- Cincel
	- Combas

APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Equipo Airless Graco X-treme	- Espátulas
- Equipo convencional olla a presión	- Brochas
- Agitador eléctrico	- Baldes
- Agitador neumático tipo Jiffy	- Trapos industriales
- Boquillas	- Cinta masking tape
- Casquillos	- Rodillos
- Aguja para equipo de pintura	- Recipientes
- Compresor	- Bandejas antiderrames
- Pistolas de alta presión para pintado	- Galleta Medidor E.P.H.
- Termómetro de superficie	- Lijas
- Psicrómetro	- Caballetes
- Mangueras para equipo convencional	- Carpas para microclima
- Mangueras para equipo airless	
- Manómetro	

INSPECCIONES TÉCNICAS (control de calidad)	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Manómetro	- Flexómetro
- Bomba manual P. Hidrostática	- Escuadras para plancha
- Vacuómetro	- Escuadras a tope
- Caja prueba de vacío	- Vernier
- Pirómetro	- Galga para soldadura
- Psicrómetro	- Medidor Hi-lo
- Estación total	- Cordel
- Nivel topográfico	- Nivel manual
- Torquímetro	- Linterna
- Medidor de E.P.S. Pintura	- Lupa
- Rugosímetro	- Galleta medidor de E.P.H.
- Termómetro de superficie	- Kit tintes penetrantes
- Micrómetro	- Brochas
- Kit de Inspección V. Soldadura	- Trapos industriales
- Equipo Holiday detector	- Cinta para perfil de anclaje

NOTA: Para las pruebas radiográficas, Partículas magnéticas, Ultrasonido, los equipos los proporciona la empresa especialista contratada por Sergear S.A.C. los cuales también tienen que contar con su certificado de calibración y operatividad con todos los permisos pertienentes.

PERSONAL INVOLUCRADO (F. Tanques Verticales)		
FUNCIÓN		**CANTIDAD**
Labor Directa	- Armadores de tanques verticales	5
	- Armadores de estructuras	2
	- Soldadores (3G, ASME IX)	3
	- Soldadores (4G, ASME IX)	3
	- Soldadores (2G, ASME IX)	2
	- Soldadores (6G, ASME IX)	3
	- Soldadores (3G, AWS D1.1)	2
	- Arenadores	2
	- Preparador de Pintura	1
	- Pintores	2
	- Topógrafo	1
	- Ayudantes en general	3
	- Operador de camión grúa	1
Labor Indirecta	- Supervisor de calidad	2
	- Supervisor de Producción	1
	- Supervisor de seguridad	1
	- Cadista	1
	- Almacenero	1
	- Logistico	1
	- Administrador (a)	1
	- Encargado(a) RR.HH	1
	- Inspector Pruebas radiográficas	1
	- Inspector P. Partículas magnéticas	1
	- Inspector Prueba de Vacío	1
TOTAL FUERZA LABORAL		**42**



DOP (fabricación de Tanques verticales según API-650) Empresa SERGEAR S.A.C.				
EVENTO	**SÍMBOLO**	**NÚMERO**	**TIEMPO ESTÁNDAR (horas)**	**TIEMPO ESTÁNDAR (DÍAS) jornada laboral 8 horas/día**
OPERACIÓN	○	26	264	33
INSPECCIÓN	□	27	-	-
COMBINADA	◎	1	4	0.5
TOTAL			**268**	**33.5**

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO (DOP) – FABRICACIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍAS– EMPRESA SERGEAR S.A.C.

SERGEAR SAC
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

VÁVULAS Y EQUIPOS

- 18 — Inspección: estado de válvulas y equipos
- 8 hr. — 20 — Montaje e instalación en líneas de tuberías SPOOLS
- 19 — Inspección: Control topográfico, montaje e instalación de equipos

SOPORTES

- 8 hr. — 8 — Habilitado de piezas
- 8 — Inspección: control dimensional en el habilitado
- 8 hr. — 9 — Armado de soportes
- 9 — Inspección: control dimensional en el Armado
- 8 hr. — 10 — Aplicación de soldadura
- 10 — Inspección: - visual de soldadura (VT)
- 8 hr. — 11 — Preparación superficial de elementos
- 11 — Inspección: Perfil de anclaje (rugosidad)
- 8 hr. — 12 — Aplicación de recubrimiento 1ra capa
- 12 — Inspección: De recubrimiento (EPS)
- 8 hr. — 13 — Aplicación de recubrimiento 2da capa
- 13 — Inspección: De recubrimiento (EPS)
- 8 hr. — 14 — Aplicación de recubrimiento 3ra capa
- 14 — Inspección: De recubrimiento (EPS)
- 8 hr. — 15 — Instalación de soportes para spools

TUBERÍA HDPE

- 8 hr. — 17 — Habilitado de tuberías HDPE
- 15 — Inspección: control dimensional en el habilitado
- Realizar primera pega de termofusión
- 4 hr. — 1 — Inspección: - Ensayo de doblez - Ensayo de tracción (en laboratorio) - I. Visual de junta termofusionada
- 16 hr. — 18 — Unión de juntas de tuberías HDPE por termofusión
- 16 — Inspección: visual de juntas termofusionadas, Control dimensional
- 4 hr. — 2 — Torquear uniones entre Backing Ring Inspección: torque aplicado
- 17 — Inspección: Prueba Hidrostática
- 8 hr. — 19 — Unir a sistema de tuberías de acero

SPOOLS (ACERO A53-B)

- 16 hr. — 1 — Habilitado de tuberías para Spools
- 1 — Inspección: control dimensional en el habilitado
- 16 hr. — 2 — Armado de Spools
- 2 — Inspección: control dimensional de Spools
- 24 hr. — 3 — Aplicación de soldadura en juntas
- 3 — Inspecciones: - Visual de soldadura(VT) - Tintes penetrantes (PT) - Radiográficas (RT) juntas a tope cuerpo del tanque)
- 8 hr. — 4 — Preparación superficial
- 4 — Inspección: control perfil de anclaje - rugosidad
- 8 hr. — 5 — Aplicación de recubrimiento 1ra capa
- 5 — Inspección: Inspección de recubrimiento
- 8 hr. — 6 — Aplicación de recubrimiento 2da capa
- 6 — Inspección: Inspección de recubrimiento
- 8 hr. — 7 — Aplicación de recubrimiento 3ra capa
- 7 — Inspección: Inspección de recubrimiento final
- 8 hr. — 16 — Montaje e instalación de Spools

PARA HABILITADO Y ARMADO	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Cizalla - Plegadora - Taladro radial - Taladro magnético - equipo oxicorte - máquina de soldar - Esmeril - grúa de 3 toneladas - Nivel topográfico - Torno	- Escuadras de tope - Escuadras para plancha - Goniómetro - Vernier - Flexómetro - Martillo de bola - Prensas en C - Nivel - Granetes - Llaves mixtas - Escuadras magnéticas - Rayadores - Tira línea - Cordel - Careta facial - Careta de soldar - Mesa de trabajo - Marcador metálico

APLICACIÓN DE SOLDADURA EN ACERO	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Maquina de soldar - Esmeril - Turbineta - Porta electrodo de 200 A - Bomba hidráulica eléctrica con pastillas - Gata hidráulica de 5 Tn. - Base portátil para máquina de soldar - Horno de soldadura estacionaria - Horno de soldadura portátil - alimentador de corriente portátil 440 V - alimentador de corriente portátil 220 V - Pirómetro - Extensiones de corriente 440V y 220V	- Careta facial - careta de soldar - Alicate tio prensa de presión - Escuadra magnética - Prensa en C - Martillo de bola - Cincel Plano - Pica Escoria - Combito - Templadores - Flexómetro - Marcador metálico - Escuadra de plancha - Escuadra con tope - Manta inifuga - Pantalla (Biombos) - Caballetes o mesa de trabajo - Carpa para protección soldadura - Chicotes

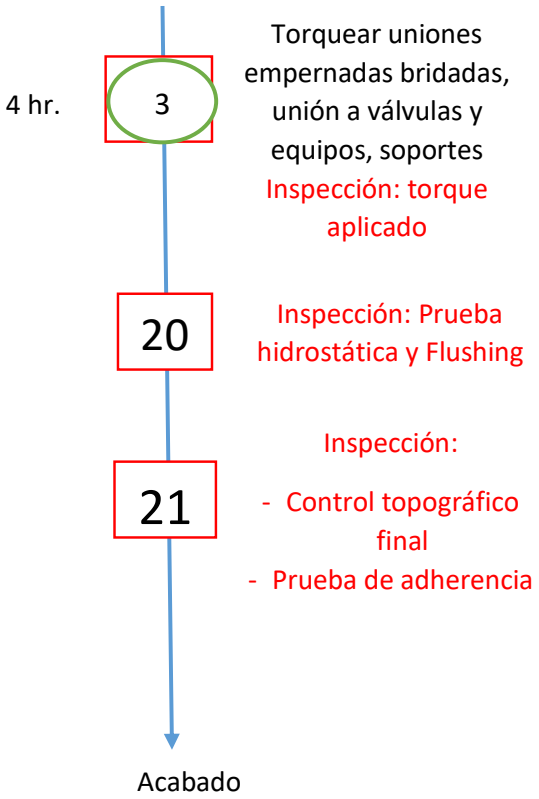
APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Equipo Airless Graco X-treme - Equipo convencional olla a presión - Agitador eléctrico - Agitador neumático tipo Jiffy - Boquillas - Casquillos - Aguja para equipo de pintura - Compresor - Pistolas de alta presión para pintado - Termómetro de superficie - Psicrómetro - Mangueras para equipo convencional - Mangueras para equipo airless - Manómetro	- Espátulas - Brochas - Baldes - Trapos industriales - Cinta masking tape - Rodillos - Recipientes - Bandejas antiderrames - Galleta Medidor E.P.H. - Lijas - Caballetes - Carpas para microclima

INSPECCIONES TÉCNICAS (control de calidad)	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Manómetro - Bomba manual P. Hidrostática - Vacuómetro - Pirómetro - Psicrómetro - Nivel topográfico - Torquímetro - Medidor de E.P.S. Pintura - Rugosímetro - Termómetro de superficie - Micrómetro - Kit de Inspección V. Soldadura - Equipo Holiday detector	- Flexómetro - Escuadras para plancha - Escuadras a tope - Vernier - Galga para soldadura - Medidor Hi-lo - Cordel - Nivel manual - Linterna - Lupa - Galleta medidor de E.P.H. - Kit tintes penetrantes - Brochas - Trapos industriales - Cinta para perfil de anclaje

NOTA: Para las pruebas radiográficas, los equipos los proporciona la empresa especialista contratada por Sergear S.A.C. los cuales también tienen que contar con su certificado de calibración y operatividad con todos los permisos pertienentes.

PARA TERMOFUSIÓN EN TUBERÍAS HDPE	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Máquina termofusión McElroy #26 - Máquina termofusión McElroy #618 - Máquina termofusión McElroy #1236 - Esmeril (con Disco de corte) - Pirómetro - Psicrómetro - Datalogger McElroy	- Escuadras de tope - Goniómetro - Vernier - Flexómetro - Nivel - Rayadores - Cordel - Careta facial - Carpa ignifuga - Arco de Cierra - Marcador para plástico

PREPARACIÓN SUPERFICIAL	
EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**
- Compresor - Tolva para arenado - Equipo protección antiarena - Grupo electrógeno - Mangueras transporte de arena y aire - Extractor de agua en aire comprimido - Boquillas para manguera para arenado	- Carretilla - Lampas - Lijas - Cinta masking tape - Caballetes - Trapos industriales - Espátulas - Cincel - Combas



DOP (fabricación de sistemas de tuberías) Empresa SERGEAR S.A.C.				
EVENTO	**SÍMBOLO**	**NÚMERO**	**TIEMPO ESTÁNDAR (horas)**	**TIEMPO ESTÁNDAR (DÍAS) jornada laboral 8 horas/día**
OPERACIÓN	○	20	200	25
INSPECCIÓN	□	21	-	-
COMBINADA	◎	3	12	1.5
TOTAL			**212**	**26.5**

PERSONAL INVOLUCRADO (F. DE SITEMAS DE TUBERÍAS)		
	FUNCIÓN	**CANTIDAD**
Labor Directa	- Armadores tuberos	4
	- Armadores de estructuras	2
	- Soldadores (6G, ASME IX)	4
	- Soldadores (3G, AWS D1.1)	2
	- Arenadores	2
	- Preparador de Pintura	1
	- Pintores	2
	- Topógrafo	1
	- Ayudantes en general	2
	- Operador termofusionista (T. HDPE)	1
	- Operador de camión grúa	1
Labor Indirecta	- Supervisor de calidad	1
	- Supervisor de Producción	1
	- Supervisor de seguridad	1
	- Cadista	1
	- Almacenero	1
	- Logistico	1
	- Administrador (a)	1
	- Encargado(a) RR.HH	1
	- Inspector Pruebas radiográficas	1
TOTAL FUERZA LABORAL		**31**