

**Universidad Nacional
“José Faustino Sánchez Carrión”**

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA**



TESIS

**Para Optar el Título de:
INGENIERO METALURGICO**

TESIS

**INSPECCION POR TINTES PENETRANTES CONFORME CON EL
CODIGO ASME B31.3-2018 A LAS JUNTAS SOLDADAS DEL
PROYECTO CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS EN LA
EMPRESA METRAIN SAC- 2020**

Autor

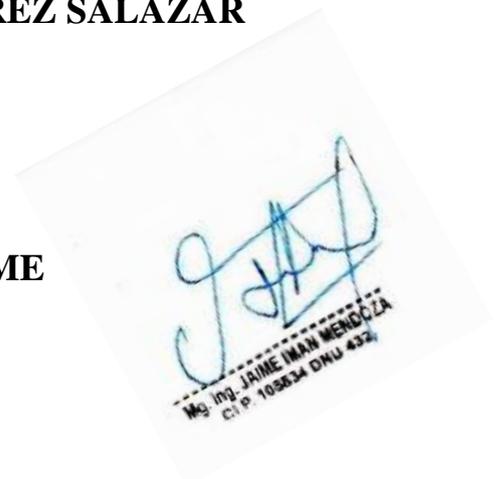
Bachiller: CARLOS JUAN PEDRO SUAREZ SALAZAR

Asesor

**Ing. IMAN MENDOZA, JAIME
CIP: 108834**

Huacho - Perú

2020



DEDICATORIA

A la memoria de mi Mamita UDE, por sus grandes lecciones de vida y un gran ejemplo a seguir por su lucha constante en la crianza y educación de sus hijos y nietos.

A mis padres, por el gran apoyo y perseverancia para poder educarme, inculcándome valores para no rendirme en los proyectos que emprenda.

A mi mama Andrómeda por su tiempo y paciencia que me dedico y dedica, haciendo que los momentos que paso a su lado sean inolvidables.

A mis hermanas y “hermanita” por ser muy especiales en mi vida.

A Stéphanie Díaz H. por ser un gran apoyo y motivarme a seguir mejorando.

Carlos Suárez S.

AGRADECIMIENTO

A Dios por iluminar mi camino y darme fuerzas para seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mi familia en general por estar siempre presente en los momentos que los necesitaba.

A las personas que siempre estuvieron y me brindaron y me brindan momentos de sus tiempos para poder enseñarme y aclarar mis dudas en esta etapa de aprendizaje.

Carlos Suárez S.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE.....	iv
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas Específicos.	2
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN.	3
1.4.1. Justificación técnica.	3
1.4.2. Justificación económica.	3
1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.	4
1.5.1. Delimitación temporal.....	4
1.5.2. Delimitación espacial.....	4
1.5.3. Delimitación académica.....	4
1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO.....	5
1.6.1. Viabilidad de recurso teórico.	5
1.6.2. Viabilidad de recurso humano.	5
1.6.3. Viabilidad de recurso temporal.	5
1.6.4. Viabilidad de recurso financiero.	5
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.	6
2.1.1. Investigaciones internacionales.....	6
2.1.2. Investigaciones nacionales.....	8
2.2. BASES TEORICAS.	10

2.2.1. Ensayo por tintes penetrantes.....	10
2.2.1.1. Ventajas de los tintes penetrantes.	11
2.2.1.2. Desventajas de los tintes penetrantes.	12
2.2.1.3. Clasificación y método de tintes penetrantes.....	14
2.2.1.3.1. Prueba de penetrante fluorescente (Tipo 1).	15
2.2.1.3.2. Prueba de penetrante visible (Tipo 2).	16
2.2.2. Principios de la inspección por tintes penetrantes.	17
2.2.2.1. Característica del tinte penetrante.	17
2.2.2.2. Mecanismo de acción de los tintes penetrantes.	18
2.2.3. Método de aplicación de tintes penetrantes.	22
2.2.4. Interpretación de la inspección de tintes penetrantes.....	29
2.2.4.1. Evaluación de indicaciones.....	29
2.2.4.1.1. Evaluación e interpretación de indicaciones relevantes y no relevantes. ..	29
2.2.4.1.2. Apariencia de las indicaciones.....	29
2.2.4.1.3. Clasificación de las indicaciones de discontinuidad.....	30
2.2.5. Códigos de construcción.....	34
2.2.5.1. Secciones del Código ASME.....	34
2.2.5.2. Código ASME B31.3.....	35
2.2.6. Aceros al Carbono.....	35
2.2.6.1. Acero A106/A53 GR B.....	36
2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.....	36
2.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
2.4.1. Hipótesis general.....	37
2.4.2. Hipótesis específicas.....	38
2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	38
CAPÍTULO III: METODOLOGIA.....	39
3.1. DISEÑO METODOLOGICO.....	39
3.1.1. Tipo de investigación.....	39
3.1.2. Nivel de investigación.....	39
3.1.3. Diseño de investigación.....	40
3.1.4. Enfoque de la investigación.....	40
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.2.1. Población.....	40
3.2.2. Muestra.....	40
3.3. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS.....	40

3.3.1. Técnicas a emplear.....	41
3.3.2. Descripción de los instrumentos.	41
3.4. TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE INFORMACION.	41
3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	42
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	43
4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION.	43
4.1.1. Documentos de referencia.....	43
4.1.2 Materiales.....	43
4.1.3. Especificaciones de generales del ensayo.	43
4.1.4. Especificaciones de técnica de ensayo.....	44
4.1.5. Procedimiento.	44
4.1.6. Criterios de aceptación.....	44
4.1.7. Detección de discontinuidades.....	45
4.1.8. Elaboración de diseño de plan de puntos de inspección.....	59
4.1.9. Variables esenciales de Tintes Penetrantes.....	59
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	61
5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	61
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
6.1. CONCLUSIONES.....	65
6.2. RECOMENDACIONES.	66
CAPITULO VII: REFERENCIAS	67
7.1. FUENTES BIBLIOGRAFICAS.	67
ANEXOS.....	69

INDICE DE FIGURAS

Figura	1:	Inspección mediante tinte penetrantes a tuberías.	11
Figura	2:	Inspección mediante tinte penetrantes fluorescentes.	16
Figura	3:	Inspección mediante tinte penetrantes visibles.	17
Figura	4:	Ángulos de contacto entre la superficie líquida y superficie sólida.	19
Figura	5:	Aumento y depresión del líquido en un tubo capilar dependen del ángulo de contacto.	20
Figura	6:	Proceso básico de inspección por tintes penetrantes.	24
Figura	7:	Diagrama de flujo del proceso de penetrante lavable con agua (Método A)	26
Figura	8:	Diagrama de flujo del proceso de aplicación de tintes penetrantes. (Método B)	27
Figura	9:	Diagrama de flujo del proceso de aplicación de tintes penetrantes removible con solvente. (Método C)	28
Figura	10:	Diagrama de flujo del proceso de aplicación de tintes penetrantes hidrofílica post emulsionable. (Método D)	29
Figura	11:	Gráfico de indicaciones lineales continuas.	31
Figura	12:	Gráfico de indicación lineal intermitente.	32
Figura	13:	Gráfico de indicaciones redondas.	32
Figura	14:	Macrofotografía de grieta por fatiga.	34
Figura	15:	Fotografía de grieta de corrosión bajo tensión.	35
Figura	16:	Criterio de aceptación para examen de líquido penetrante según ASME B31.3-2018.	46
Figura	17:	Resultado de inspección de juntas – Semana I.	47
Figura	18:	Resultado de inspección de juntas – Semana II.	48
Figura	19:	Resultado de inspección de juntas – Semana III.	50
Figura	20:	Resultado de inspección de juntas – Semana IV.	51
Figura	21:	Resultado de inspección de juntas – Semana V.	52
Figura	22:	Resultado de inspección de juntas – Semana VI.	54
Figura	23:	Resultado de inspección de juntas – Semana VII.	55
Figura	24:	Resultado de inspección de juntas – Semana VIII.	56
Figura	25:	Resultado de inspección de juntas – Semana IX.	57
Figura	26:	Resultado de inspección de juntas – Semana X.	58
Figura	27:	Resultado de inspección de juntas – Semana XI.	59
Figura	28:	Resultado de inspección de juntas – Semana XII.	60
Figura	29:	Resultado de inspección de juntas – Semana XIII.	61
Figura	30:	Total de discontinuidades detectadas.	64

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Clasificación de los tipos de examen de tintes penetrantes y métodos.	14
Tabla 2:	Clasificación de materiales penetrantes según SAE AMS 2644.	15
Tabla 3:	Secciones del Código ASME.	36
Tabla 4:	Composición química del acero A106/53GR B.	37
Tabla 5:	Propiedades mecánicas del acero A106/53GR B.	38
Tabla 6:	Variables e Indicadores.	40
Tabla 7:	Matriz de consistencia.	44
Tabla 8:	Especificaciones del ensayo.	45
Tabla 9:	Especificaciones de técnica de ensayo.	46
Tabla 10:	Resultado de inspección de juntas – Semana I.	47
Tabla 11:	Resultado de inspección de juntas – Semana II.	48
Tabla 12:	Resultado de inspección de juntas – Semana III.	49
Tabla 13:	Resultado de inspección de juntas – Semana IV.	50
Tabla 14:	Resultado de inspección de juntas – Semana V.	51
Tabla 15:	Resultado de inspección de juntas – Semana VI.	53
Tabla 16:	Resultado de inspección de juntas – Semana VII.	54
Tabla 17:	Resultado de inspección de juntas – Semana VIII.	55
Tabla 18:	Resultado de inspección de juntas – Semana IX.	56
Tabla 19:	Resultado de inspección de juntas – Semana X.	57
Tabla 20:	Resultado de inspección de juntas – Semana XI.	58
Tabla 21:	Resultado de inspección de juntas – Semana XII.	59
Tabla 22:	Resultado de inspección de juntas – Semana XIII.	60
Tabla 23:	Parámetros esenciales.	62
Tabla 24:	Resumen de resultados de inspección por PT.	63
Tabla 25:	Discontinuidades detectadas.	64
Tabla 26:	Criterios a Aceptación PT, ASME B31.3-2018.	65

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Extracto Norma ASTM E165/165M-12.	72
Anexo 2:	Ficha Técnica – Penetrante CANTESCO P101S-A	74
Anexo 3:	Ficha Técnica – Revelador CANTESCO D101 - A	75
Anexo 4:	Ficha Técnica – Removedor CANTESCO C101 - A	76
Anexo 5:	Procedimiento de Ensayo de Tintes Penetrantes Según ASME B31.3-2018	77
Anexo 6:	Programa de Puntos de Inspección	88

RESUMEN

El estudio a la aplicación de tintes penetrantes como herramienta de inspección en las juntas soldadas basado en los criterios que estipula el código internacional ASME en su sección B31.3 del año 2018 para *Process Piping* (Tuberías de Proceso) amerita que esta sea aplicada en el presente trabajo de investigación, de las inspecciones de las juntas soldadas del Proyecto Carbon Steel Pipes and Spools realizada en la empresa METRAIN S.A.C. concluyendo que, •Los reportes de inspección cumplen con los estándares exigidos por el código ASME, detallando la información primordial y esencial requerido para la evaluación correcta de las discontinuidades encontradas y el procesamiento adecuado de los datos detallados en ellos.

Palabras claves: Tinte Penetrante, Código ASME B31.3, Junta soldada, Tubería de acero al carbono.

ABSTRACT

The study of the application of penetrating dyes as an inspection tool in welded joints based on the criteria stipulated by the ASME international code in its section B31.3 of the year 2018 for Process Piping (Process Pipes) merits that it be applied in the present research work, of the inspections of the welded joints of the Carbon Steel Pipes and Spools Project carried out in the company METRAIN SAC

The problematic reality described in Chapter I is based on the inspections of the welded joints of the Carbon Steel Pipes and Spools Project, which are relevant to be able to determine the conditions in which they are found, and to be able to analyze under the provisions of the Code ASME B31.3, in the same way in this chapter, defines the objectives, justification and pertinent delimitations, in the framework of the research work to be carried out.

The background of the research, as well as the theoretical and philosophical bases that serve as a reference for this research work are detailed in Chapter II of this work, the General Hypothesis and the Specific Hypotheses for this work are also formulated.

In chapter III of this work the methodology applied in all stages of the investigation is defined.

The results obtained, their analysis and the testing of the hypothesis with the results are detailed in chapter IV.

In chapter V, the discussion concerning the results obtained during the investigation is carried out.

Chapter VI, raises the necessary conclusions and recommendations in relation to the results obtained.

As a final part, the references were used as a basis for the preparation of this research work, as well as the necessary annexes.

Keywords: Inspection, Non-Destructive Testing, Penetrating Dyes, ASME Code B31.3, Welded Joints, Carbon Steel Pipes.

INTRODUCCIÓN

Durante los trabajos de soldadura aplicados en la construcción de proyectos de tuberías de procesos, es fundamental que las juntas soldadas que se generan sean inspeccionadas mediante Ensayos No Destructivos antes de su puesta en trabajo, debido a que en ellas puedan existir distintos tipos de discontinuidades perjudiciales para el sistema de Spools, heredadas de los distintos procesos mecánicos - tecnológicos aplicados durante su construcción y/o fabricación.

El código Internacional ASME B31.3, refiere los lineamientos básicos a considerarse durante la fabricación de Tuberías de Procesos, en el Capítulo VI, realiza lineamientos para el trabajo de Inspección y Pruebas que se deben realizar a los componentes del sistema de Spools, dichos lineamientos se basan tomando en cuenta los parámetros que se deben realizar para dichos ensayos e inspecciones.

La inspección mediante tintes penetrantes realizado a las juntas soldadas pertenecientes a las tuberías en estudio del presente trabajo de investigación, se realizaron de acuerdo a lo estipulado en el código ASME B31.3, de la cual se desprende los criterios de aceptación y rechazo descrito en el Ítem 341.3.2 del Código en mención.

La aplicación y desarrollo de una buena técnica y método adecuado de los Tintes Penetrantes para la inspección de las juntas soldadas, determinan sustancialmente en un resultado óptimo y certero de la misma, siendo estos de gran confiabilidad para la determinación y análisis de las condiciones reales en las que se encuentran las juntas soldadas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

El calor que se genera en los procesos de soldadura aplicado durante la unión de las tuberías de proceso afecta al metal base y al material aportado, esto podría generar múltiples discontinuidades superficiales, subsuperficiales e internas presentes en la zona de soldadura que pueden llegar a mermar las propiedades mecánicas de los elementos fabricados e incumpliendo los Términos de Referencias que son exigidos por el Proyecto (cliente); si no son tratados y controlados debidamente bajo lo estipulado en el código de fabricación que se esté aplicando, llegando a producir sobrecosto de fabricación, deficiencia de las tuberías durante su puesta en marcha, retraso en las operaciones planificadas, etc.

La detección y control de la presencia de posibles tipos de discontinuidades superficiales en las juntas soldadas durante la etapa de fabricación de las tuberías mediante el método de inspección por tintes penetrantes visibles, nos puede permitir una evaluación preventiva de la calidad de junta soldada que se está realizando, teniendo la posibilidad que estas sean reparadas o reemplazadas dependiendo del resultado de la evaluación pertinente en relación a los criterios de aceptación y rechazo estipulado por el código de fabricación ASME B31.3-2018 (Process Piping). A la vez es esencial el control de las variables esenciales que se exigen en los procedimientos de inspección para garantizar una correcta evaluación de las juntas soldadas como también el método de ensayo a aplicarse.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema General.

¿En qué medida la inspección por tintes penetrantes conforme al código ASME B31.3-2018 a las juntas soldadas asegurara el cumplimiento de los términos de referencias exigidos por el proyecto CARBON STEEL AND SPOOLS en la empresa METRAIN S.A.C?

1.2.2. Problemas Específicos.

- ¿En qué medida la inspección por tintes penetrantes nos permite detectar discontinuidades en las juntas soldadas para su posterior evaluación según los criterios del código ASME B31.3-2018?
- ¿En qué medida la selección del método de aplicación de los tintes penetrantes nos permite optimizar la evaluación de los tipos de discontinuidades detectados?
- ¿En qué medida el cumplimiento de las variables esenciales de los requisitos del procedimiento de inspección por tintes penetrantes garantiza la correcta evaluación de las juntas soldadas?

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo General.

Inspeccionar mediante tintes penetrantes conforme al Código ASME B31.3-2018 a las juntas soldadas para asegurar el cumplimiento de los términos de referencias exigidos por el proyecto CARBON STEEL AND SPOOLS en la empresa METRAIN S.A.C.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Detectar discontinuidades en las juntas soldadas para su posterior evaluación según los criterios del código ASME B31.3-2018.
- Seleccionar el método de aplicación de los tintes penetrantes para optimizar la evaluación de los tipos de discontinuidades detectados.
- Cumplir con las variables esenciales de los requisitos del procedimiento de inspección por tintes penetrantes para garantizar la correcta evaluación de las juntas soldadas.

1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1. Justificación técnica.

Se basa en la necesidad de asegurar la calidad e integridad de las juntas soldadas luego del proceso de soldadura, es necesario que estas sean inspeccionadas mediante ENDs, en particular para el presente trabajo de investigación, mediante tintes penetrantes visibles; con la finalidad de detectar cualquier tipo de discontinuidades superficiales que pudieran alterar y mermar las propiedades mecánicas, propiedades físicas, etc., necesarias que deben de presentar las tuberías durante el trabajo para la cual están destinadas.

1.4.2. Justificación económica.

La presencia de discontinuidades en la zona de soldadura puede generar falla en el sistema durante su puesta en marcha de las tuberías generando el mal funcionamiento de las mismas el cual se vería reflejado en paradas no programadas implicando costos elevados para su mantenimiento y reparación; por eso es determinante la detección oportuna de las discontinuidades y su posterior evaluación bajo los criterios de aceptación y rechazo del Código de fabricación ASME B31.3-2018.

1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.

1.5.1. Delimitación temporal.

La información a ser utilizada para la elaboración del presente trabajo de investigación, fueron obtenidos durante la etapa de fabricación de las tuberías y etapa de inspección mediante tintes penetrantes de las juntas soldadas de las tuberías entre el periodo de octubre del 2019 a febrero del 2020.

1.5.2. Delimitación espacial.

La investigación fue realizada dentro del Proyecto CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS, encargado a la empresa Metallurgical, Training and Inspection S.A.C. – METRAIN SAC, en la ciudad de Lima

1.5.3. Delimitación académica.

Este trabajo cumple con los lineamientos exigidos por la Universidad Nacional “José Faustino Sánchez Carrión” plasmado en la resolución 0146-2020-CU-UNJFSC que hace referencia al grado de investigación y el esquema de presentación para el trabajo de tesis, esto se sustenta en bibliografías, textos, informes, reportes y estudios que proporcionan conceptos y teorías sobre Ensayos No Destructivos, discontinuidades en procesos de soldadura, procesos de soldadura, tuberías de procesos, aplicación de Códigos de Fabricación e inspección, y otros conceptos pertinentes para la realización del presente trabajo.

1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO.

1.6.1. Viabilidad de recurso teórico.

El tema de investigación “INSPECCION POR TINTES PENETRANTES CONFORME CON EL CODIGO ASME B31.3-2018 A LAS JUNTAS SOLDADAS DEL PROYECTO CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS EN LA EMPRESA METRAIN SAC- 2020”; está respaldado con información obtenida de fuentes primarias como libros, procedimientos, revistas, códigos, internet, etc.

1.6.2. Viabilidad de recurso humano.

El estudio es viable debido a que los recursos necesarios para el presente trabajo de investigación son asumidos por el tesista y por el personal profesional y técnico de la empresa METRAIN SAC.

1.6.3. Viabilidad de recurso temporal.

La duración del presente trabajo de investigación es a corto plazo de aproximadamente cinco meses comprendido entre los meses de octubre del 2019 hasta febrero del 2020, comprendiendo las etapas que se requieren como: el planteamiento del problema, elaboración del marco teórico, diseño de la investigación, obtención de resultados y su posterior análisis, conclusiones y recomendaciones.

1.6.4. Viabilidad de recurso financiero.

En relación de la viabilidad económica, el presente trabajo de investigación es factible debido a que su financiamiento es asumido por parte de la empresa auspiciadora y el propio tesista.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.

2.1.1. Investigaciones internacionales.

- a) Según Izurieta Yáñez S. (2017) en su trabajo de investigación titulado:

Evaluación de defectos y discontinuidades de la soldadura por medio de la aplicación de Ensayos No Destructivos, en la fabricación de tuberías de 3000 mm de diametro; tiene como objetivo principal la detección de posibles discontinuidades que puedan presentarse en los cordones de soldadura durante la fabricación de tuberías, a la vez especifica las evaluaciones de las discontinuidades detectadas para su determinar su tipo, determinar las causas y origen que provocan la presencia de las discontinuidades más comunes, propone soluciones para evitar la presencia de discontinuidades durante la producción de tuberías por parte de las empresas fabricantes, evalúa y compara la efectividad de la aplicación de otros tipos de Ensayos No Destructivo, también compara y analiza los costos de operación cada tipo de ENDS aplicados para la detección de discontinuidades. La investigación se basa en el marco metodológico del tipo cualitativo, descriptivo e interpretativo, para la aplicación de Ensayos No Destructivos a los elementos fabricados como virolas y secciones de tuberías conformadas; bajo la base de procedimientos establecidos por la empresa METRAIN S.A.C., y aplicados por personal calificado y certificado cumpliendo con los parámetros establecidos en los Códigos, normativas, etc., vigentes aplicables en base las propuestas que se indican.

El autor concluye su investigación detallando que durante las inspecciones por ENDS las discontinuidades pueden presentarse en zonas como el metal depositado, metal base

o el elemento a soldar y estas pueden ser del tipo de discontinuidades superficiales o discontinuidades volumétricas. "La aplicación de los ensayos no destructivos para detección de discontinuidades en los cordones de soldadura de las secciones se realizó aplicando las técnicas de inspección superficial e inspección volumétrica, teniendo como resultado que la mayor cantidad de discontinuidades fueron detectadas durante la aplicación de la técnica de inspección superficial por el método de inspección visual" (Izurieta Yáñez, 2017).

En el trabajo de investigación se recomienda realizar un comparativo de la efectividad de los ENDs aplicados evaluando los mismos parámetros y la misma cantidad de juntas soldadas inspeccionadas. La elaboración de procedimientos de evaluación a los soldadores para su seguimiento con la finalidad de comprobar su continuidad, a la vez sugiere programas de capacitaciones de personal técnico encargado de la realización de inspecciones mediante los ENDs.

b) Según Suarez Pozo R. (2017), en su trabajo de investigación titulado:

Valorización de los cordones de soldadura en las tuberías de proceso mediante la inspección de tintas penetrantes, gammagrafía industrial y ultrasonido avanzado en la Planta de Almacenamiento de GLP ubicado en Monteverde, Provincia de Santa Elena; tiene como objetivo principal la valorización de los cordones de soldadura mediante ensayos no destructivos del tipo tintes penetrantes, gammagrafía industrial y ultrasonido con la finalidad de alcanzar niveles de productividad y calidad en el total de tuberías fabricadas para la planta de almacenamiento de GLP; a su vez detalla los END utilizados por a empresa, analiza las actividades del proceso productivo también analiza costo beneficio de la propuesta. El autor basa el trabajo de investigación al tipo

cualitativo, descriptivo e interpretativo, para un proceso de valorización de los cordones de soldadura realizado a las tuberías de transporte de GLP, mediante los END como tintes penetrantes y su comparativo en base a otros tipos de END, así como los problemas que presentan los mismos, a la vez la aplicación del uso de normativas internacionales con la finalidad de elevar los niveles de productividad y calidad en el proceso de liberación de soldadura.

El autor concluye su investigación afirmando que la liberación de soldadura a través de los ensayos no destructivos se realiza con mucha más rapidez, y el costo beneficio que representa del total de población a inspeccionar es rentable. En referencia a las recomendaciones determina que antes de realizar las inspecciones mediante END deben de realizarse limpieza a las zonas a inspeccionar, luego como primer tipo de ensayo a aplicar se debe hacer inspección visual realizado por un inspector o asistente de calidad, también recomienda realizar valoración actual de cada tipo de inspección a aplicarse y de los equipos a utilizarse.

2.1.2. Investigaciones nacionales.

- a) Ceron Ramos B. (2019); en su trabajo de investigación titulado:

Control de calidad de soldaduras industriales mediante Ensayos No Destructivos (END); que tiene como objetivos la presentación de aspectos teóricos y principios básicos respecto a END que se aplican durante la evaluación de calidad de las soldaduras industriales, otro punto que considera es demostrar que los END son herramientas fundamentales para controlar y garantizar la calidad de materiales, soldadura durante su desarrollo productivo y entrada a servicio teniendo como finalidad la prevención de accidentes. La propuesta en su investigación se basa en el

siguiente marco metodológico: consiste en una investigación de corte cualitativo de carácter descriptivo e interpretativo, basado en el estudio de las discontinuidades detectadas en las juntas soldadas mediante Ensayos No Destructivos, y su posterior evaluación en base a los criterios de aceptación de diversos códigos aplicados para la clase de proyecto designado.

En las conclusiones el autor menciona que la experiencia del profesional encargado de las inspecciones mediante END está centrado en detallar los principios y aspectos teóricos básicos para la aplicación e interpretación de los resultados que rigen durante el empleo de los Ensayos No Destructivos (END) en el control de calidad de las juntas soldadas o elementos soldados durante su etapa de producción; los inspectores deben hacer uso de procedimientos y técnicas propios para cada ensayo requerido, establecidos según su normativa correspondiente que sirve para lograr la satisfacción integral y la sanidad de los elementos, reportando al cliente los respectivos informes de aceptación o rechazo. Entre las sugerencias que presenta el autor es la de implementación electiva de END, en el sustento que es una herramienta esencial para el control de calidad de materiales, equipos o elementos soldados diversos.

b) Baldárrago Berroa R. (2015); en su trabajo de investigación titulado:

Inspección visual y líquidos penetrantes en uniones soldadas; toma como objetivo general la realización de inspección mediante ensayo visual y ensayo por líquidos penetrantes a los cordones de soldadura con la finalidad de evitar y reducir las posibles fallas que pueden ocasionar su no detección, también toma en cuenta la capacitación del personal técnico encargado de la aplicación y evaluación de los ensayos. La investigación realizada por el autor es del tipo cualitativo de carácter descriptivo e

interpretativo, tomando como referencia la evaluación de los resultados obtenidos durante la inspección visual subsiguiente de la inspección por tintes penetrantes realizados a cordones de soldadura de los soportes de anclaje de las zarandas basados a procedimientos ya establecidos para dicho trabajo en específico.

Las conclusiones tomadas por el autor destacan la practicidad y confiabilidad de la aplicación de la técnica de líquidos penetrantes del tipo visible con remoción por solvente; a la vez determina la efectividad del método para la detección de discontinuidades que puedan presentarse en los cordones de soldadura, también menciona lo económico que es este tipo de END en referencia a los otros tipos de ensayos como por ejemplo el de ultrasonido o radiografía industrial, sin embargo, destaca su limitación en detectar discontinuidades superficiales en materiales no porosos.

2.2. BASES TEORICAS.

2.2.1. Ensayo por tintes penetrantes.

Rodríguez Rendón (2017); afirma: “El ensayo por líquidos penetrantes es un método de ensayo no destructivo aplicable a la detección, localización y evaluación de discontinuidades que afloran en la superficie, en cualquier tipo de material, siempre que no sea muy poroso”.

La aplicación de ensayo de tintes penetrantes para la inspección de juntas soldadas nos permite detectar discontinuidades superficiales que puedan presentarse en el cordón de soldadura producto de distintos parámetros no controlados durante el proceso de fabricación.

Este tipo de ensayo es económico y menos complejo en comparación de otros tipos de ensayo para la detección de discontinuidades superficiales.



Figura 1. Inspección mediante tinte penetrantes a tuberías.

Este método utiliza un líquido que contiene colorante que penetra en las discontinuidades de la superficie a través de la acción capilar. El penetrante que es atrapado logra aumentar la observancia de la discontinuidad, ya que éste proporciona un mejor contraste a la vista de esta circunstancia.

2.2.1.1. Ventajas de los tintes penetrantes.

La inspección de líquidos penetrantes es capaz de examinar todas las superficies exteriores de los objetos. Las distintas formas pueden ser sumergidas o alavés rociadas con este tipo de material para que se pueda observar una cobertura total de la superficie. Existen otros tipos de té metodología que no destruyan Y estos cubren esta área, pero por ser realmente debe repetirse la misma acción.

- Este tipo de metodología permite poder inspeccionar a través de la penetración de líquidos para que podamos detectar diversas imperfecciones muy pequeñas, este método es considerado el mejor destructivo y que ayuda a mejorar la calidad de la educación.
- Este tipo de inspección por líquidos penetrantes puede ser empleado en una gran gama de materiales metálicos y hasta Incluso en Materiales orgánicos.
- Este tipo de instrucción puede ser obtenido con un equipo económico siempre y cuando el área a inspeccionar no requiera de una rigurosidad en la calidad del estudio,
- Por medio de esta purga penetrante el líquido logra aumentar la visibilidad de las discontinuidades, logrando de esta forma poder determinar el lugar Exacto para poder realizar la actividad correctiva.
- Este tipo de proceso se adapta fácilmente y logra tener una inspección muy elevada, incluso ya existen sistemas que son especiales los cuales están automatizados a un nivel de exactitud excelente.
- La sensibilidad o exactitud de este proceso está condicionado por una adecuada selección de materiales y técnicas logrando de esta forma que los indicadores obtenidos en el tiempo no sea una preocupación ya que pueden llegar a variar.

2.2.1.2. Desventajas de los tintes penetrantes.

- La forma correcta de inspeccionar sus penetrantes va a estar de pendiente de cómo estás llegan a las discontinuidades, es por ello que lo penetrantes permiten revelar toda disco que está abierto en la superficie.

- Toda la superficie empleada para realizar la inspección debe estar libres de cualquier residuo contaminante ya sea de origen orgánico e inorgánico estos pueden impedir la acción de los tintes penetrantes.
- La composición de estos penetrantes es Generalmente solventes, colorantes y materiales aceitosos que al concentrarse permiten poder determinar las diferentes imperfecciones que pudieran estar en el producto a evaluar.
- Se debe tener presente que los penetrantes al ser aceitosos deben ser empleados con suma cautela en piezas de ensamblaje Ya que en estas no se puede eliminar por completo estos componentes.
- Estos aceites presentes en los líquidos penetrantes si no son retirados correctamente pueden llegar a generar explosiones e incluso incendios, es por ello de qué no es recomendable aplicarlas en este tipo de equipo ya que su eliminación no es completa.
- En varios de estos materiales se puede encontrar azufre y otros halógenos, estos compuestos pueden llegar a ocasionar rupturas dentro del acero inoxidable que incluso fragilidad de toda una pieza completa, es por ello que se debe tener presente que estas piezas no sean expuestas a altas temperaturas sin previamente haber eliminado todo el tinte penetrante.
- Estos tintes también pueden llegar a generar corrosión en distintas aleaciones tales como la de Titanio, es por ello que se hace necesario la erradicación total de los residuos del tinte penetrante.

2.2.1.3. Clasificación y método de tintes penetrantes.

Los métodos y tipos de examen de penetrante líquido se clasifican de acuerdo con MIL-I-25135 y AMS 2644 como se enumeran en la Tabla 1 del código ASTM E165/E165M-12 (anexo 2)

Tabla 1
Clasificación de los tipos de examen de tintes penetrantes y métodos

Tipo I - Examen de penetrante fluorescente	
Método A	Lavable con Agua.
Método B	Post-emulsionable, lipofílico.
Método C	Removible con solvente.
Método D	Post-emulsionable, hidrofílico.
Tipo II - Examen de penetrante visible	
Método A	Lavable con Agua.
Método C	Removible con solvente.

Las categorías se definen según la norma SAE AMS 2644, de la siguiente manera y se definen adicionalmente de acuerdo a la tabla 2:

- Tipo: especifica el tipo de tinte de contraste utilizado en el material.
- Método: especifica el método utilizado para eliminar el material penetrante.
- Nivel: especifica el nivel de sensibilidad de un sistema penetrante particular.
- Revelador: especifica el revelador (tipo) de desarrollador que se está utilizando.
- Clase: especifica la clase de removedor de solvente que se utilizará.

Tabla 2
Clasificación de materiales penetrantes según SAE AMS 2644

Tipo	
Tipo I	Tinte fluorescente.
Tipo II	Tinte visible.
Método	
Método A	Removible con agua.
Método B	Post emulsionable, lipofílico.
Método C	Removible con solvente.
Método D	Post emulsionable, hidrofílico.
Nivel de sensibilidad	
Nivel ½	Ultra bajo.
Nivel 1	Bajo.
Nivel 2	Medio.
Nivel 3	Alto.
Nivel 4	Ultra alto.
Revelador	
Forma a	Polvo seco.
Forma b	Soluble en agua.
Forma c	Suspendible en agua.
Forma d	No acuosa (a base de solvente; para tipo I).
Forma e	No acuosa (a base de solvente; para tipo II).
Forma f	Solicitud especial.
Removedor de solvente	
Clase 1	Halógeno.
Clase 2	No halógeno.
Clase 3	Aplicación especial.

2.2.1.3.1. Prueba de penetrante fluorescente (Tipo 1).

La norma ASTM E165/E165M (2012); afirma que: “La prueba de penetración fluorescente utiliza penetrantes que fluorescen brillantemente cuando son excitados por la luz negra (UVA). La sensibilidad de los penetrantes fluorescentes depende de su capacidad

de ser retenidos en las diferentes discontinuidades de tamaño durante el procesamiento, y luego desangrarse en el recubrimiento revelador y producir indicaciones de fluorescencia. Las indicaciones fluorescentes son muchas veces más brillantes que sus alrededores cuando se ven bajo una iluminación adecuada de luz negra”.

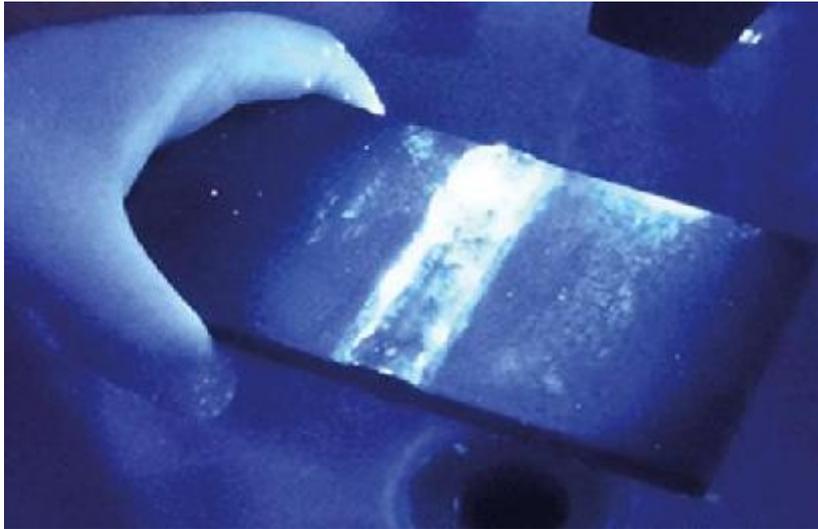


Figura 2. Inspección mediante tinte penetrantes fluorescentes.

2.2.1.3.2. Prueba de penetrante visible (Tipo 2).

La norma ASTM E165/E165M (2012); afirma que: “La prueba de penetrante visible utiliza un penetrante que se puede ver con luz visible. El penetrante suele ser rojo, de modo que las indicaciones resultantes producen un contraste definido con el fondo blanco del desarrollador. Las indicaciones penetrantes visibles deben verse bajo una luz blanca adecuada”.



Figura 3. Inspección mediante tinte penetrantes visibles.

2.2.2. Principios de la inspección por tintes penetrantes.

2.2.2.1. Característica del tinte penetrante.

Se debe de considerar una serie de características deseadas en un material para que funcione como un penetrante. Los cuatro requisitos principales criterios que se deben de considerar son los siguientes:

- Debe ser capaz de entrar y llenar las aberturas de la superficie, aunque sean muy pequeñas.
- El penetrante en una discontinuidad debe resistir el lavado durante la eliminación del exceso de material penetrante en la superficie de la pieza.
- Debe salir de la discontinuidad después de que se haya eliminado la superficie penetrante.
- Debe presentar una indicación fácilmente visible o notable de la discontinuidad en la superficie de la pieza.

2.2.2.2. Mecanismo de acción de los tintes penetrantes.

Para una mejor comprensión del mecanismo de funcionamiento de los penetrantes, primero se deben comprender los principios y propiedades asociados con él.

a) *Principios físicos.*

La inspección es un proceso el cual requiere un líquido que pueda recorrer la superficie a observar, este líquido debe poder penetrar en cualquier abertura que se le presente, esta depende de 1) la tensión superficial, 2) la capacidad de humectación y 3) la acción capilar.

- **Tensión superficial.** Esto puede ser definida como la fuerza que se emplea para expandir en toda una superficie algún líquido. Estas fuerzas cohesivas son una de las características fundamentales de las moléculas ubicadas en la superficie es por ello que estas moléculas al estar Unidas en la parte superficial reciben el nombre de "tensión superficial", las fuerzas que unen las moléculas de la superficie pueden ser fuertes estas fuerzas hacen que una gota se distribuye en toda una superficie. Esto tiene un efecto directo sobre la capacidad de un penetrante para humedecer una superficie.
- **Capacidad humectante.** Es la circunstancia cuando el líquido se ubica en la superficie sólida y está es correctamente distribuida por la fuerza adhesiva de las moléculas. Todas estas fuerzas son determinadas por los ángulos de contacto que el líquido llega a formar con la superficie. Si el ángulo llega a tener un contacto de cero el líquido se mojará y se llegara a extender, pero si es que tiene un contacto de 90° el líquido no se extenderá en la superficie, y Por ende está se mantendrá en

forma de una gota redondeada. Los ángulos de contacto intermedios indican grados intermedios de humectación.

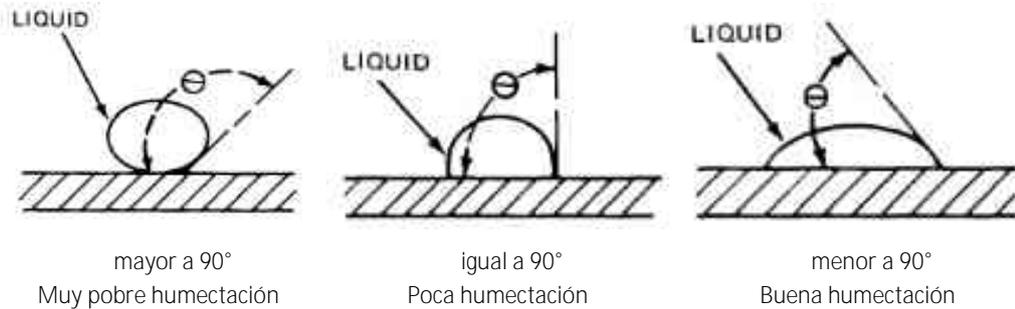


Figura 4. Ángulos de contacto entre la superficie líquida y superficie sólida.

- **Acción capilar.** Ésta se llega a definir como el comportamiento de un líquido penetrante que emigra hacia diferentes aberturas, fosas o grietas de dimensiones menores, esta acción capilar está asociada a la humectación. Un claro ejemplo puede ser cuando se llegue insertar un tubo de diámetro pequeño dentro de un líquido y este líquido puede elevarse por encima y hasta incluso puede llegar a ser de un nivel mucho menor al exterior. El aumento en la capilaridad se da cuando el interior del tubo se humedece con el líquido y esta tensión hace que existe una mayor cobertura de área mojada.

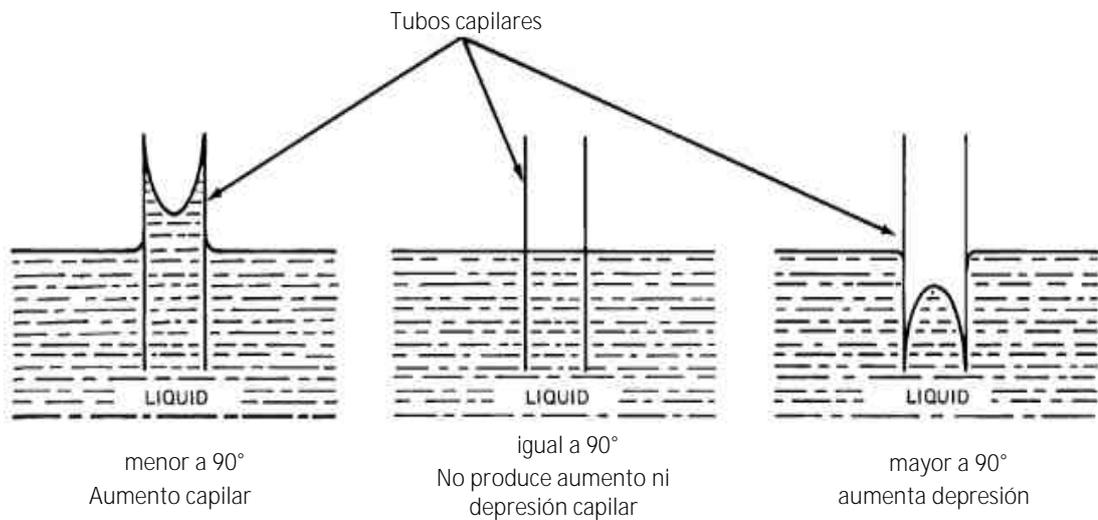


Figura 5. Aumento y depresión del líquido en un tubo capilar dependen del ángulo de contacto.

b) Propiedades físicas.

- **Viscosidad.** Esta relacionado con el cambio de forma por la fuerza física que se ejerce por la fricción interna. La temperatura es un factor que hace que la viscosidad disminuya conforme se incremente la temperatura y viceversa a temperaturas mas bajas.
- **Gravedad específica.** Esta variable no tiene una influencia específica sobre el rendimiento de los penetrantes, esto es debido a que los penetrantes tienen una composición orgánica y su gravedad específica es muy baja.
- **Punto de inflamabilidad.**

Es cuando cualquier vapor llega encenderse con temperaturas relativamente bajas, esta circunstancia no llega a afectar los rendimientos del penetrante, este tipo de circunstancias sirve para poder evitar que exista peligro de inflamación destruir.

- **Volatilidad.** Éste está asociado con la velocidad en la que los líquidos llegan al evaporarse, es de imperativa necesidad que los líquidos penetrantes tengan una volatilidad baja.
- **Tinte fluorescente, estabilidad térmica.** Los colorantes que son empleados en los tintes penetrantes Generalmente son sometidos a temperaturas elevadas y Por ende pierden su brillo color, esta circunstancia no sólo se da alta temperatura, sino que, a moderadas también, pero con una pérdida menor.
- **Estabilidad térmica del penetrante lavable con agua.** Es la capacidad física que tienen los penetrantes de resistencia en condiciones normales de temperatura. SAE AMS 2644 requiere que los penetrantes lavables con agua sometidos a la calificación sean sometidos a un ciclo térmico entre 0 ° F y 150 ° F durante 8 horas sin separación o degradación importante en el rendimiento.

c) ***Propiedades químicas.***

- **Inercia química.** El producto a emplear como penetrante debe ser químicamente inerte en relación al material a donde se va a aplicar y emplear para su inspección. Casi en su mayoría los materiales están hechos con base en un aceite, sin embargo, su nivel de contaminación es muy elevado, ocasionando que la mezcla llegue a tornarse alcalina.
- **Toxicidad.** Es un indicador mediante el cual se mide los efectos nocivos del penetrante en los seres humanos. Es esencial que los materiales penetrantes no sean tóxicos.
- **Habilidad solvente.** El tinte penetrante debe tener una buena propiedad de solvente y Generalmente está dado con una composición de aceite esta solución debe

mantener la coloración el tiempo necesario para que se puede encontrar las diversas infecciones o problemas que pudieran suscitarse en la pieza a evaluar.

- **Removilidad.** Esta característica busca de demostrar la capacidad del penetrante de eliminarse de la pieza en donde se aplicó eliminando todos los materiales residuales. Existe una baja eliminación va a depender de la capacidad tensoactiva de la capa de la penetrante rociada en la superficie, ocasionando que está no pueda ser eliminada en su totalidad por el efecto de remoción.
- **Mecanismo de fluorescencia.** El mecanismo de fluorescencia involucra dos factores: la estructura atómica del material fluorescente y el nivel de energía o la longitud de onda de la fuente de radiación. Un material emitirá fluorescencia solo si tiene una determinada estructura atómica: 1) la energía que mantiene los electrones en órbita en las capas externas debe ser baja, y 2) debe haber un espacio de electrones vacante en la capa más externa.
- **Brillo.** Es uno de los factores que más importancia cobran para poder medir la efectividad del penetrada ya que este indicador es el que va a determinar la calidad de la pieza a evaluar. Este proceso se trabaja con radiación ultravioleta para poder medir la cantidad de luz que es visible en la pieza evaluada.
- **Sensibilidad penetrante.** En esta característica se juntan otros indicadores en el cual se puede visualizar que están compenetradas la penetración y el brillo, ya que a través de ello se puede visualizar la discontinuidad que pudiera existir en la pieza o falla que pudiera entender estas.

2.2.3. Método de aplicación de tintes penetrantes.

Los fundamentos básicos del proceso de aplicación de tintes penetrantes se muestran en la figura 6, se proporciona una ilustración de los principios básicos del proceso de

inspección penetrante. De acuerdo al método que se aplica durante la inspección mediante tintes penetrantes, se debe de tener en cuenta los distintos parámetros que se deben de controlar para un mejor resultado del trabajo desarrollado.

- Este proceso se realiza con la finalidad de eliminar algún agente que pueda afectar el proceso. Los contaminantes, los suelos o la humedad, ya sea dentro del defecto o en la superficie de la pieza en la abertura del defecto, pueden reducir la efectividad de la inspección.



Figura 6. Proceso básico de inspección por tintes penetrantes.

- Ya habiendo realizado la limpieza y esta esté libre de humedad se rocía el líquido penetrante, para la zona en donde se va a realizar la inspección, el penetrante debe estar por un tiempo determinado para que pueda este actuar y mostrar las imperfecciones u otra observación que se pueda encontrar.
- Posterior al anterior proceso se elimina el penetrante aplicado en las zonas o discontinuidades de la pieza.
- Luego se aplica un el revelador. El revelador ayuda a extraer cualquier penetrante atrapado de las discontinuidades y mejora la visibilidad de las indicaciones.
- Posterior a la aplicación del revelador, este cumple la función de revelar las zonas para el examen visual.

- Por último, se debe realizar la limpieza del penetrante de aplicado en la pieza, este último detalle es muy importante ya que el penetrante puede tener efectos adversos al momento de emplear la pieza para el fin que fue creada.

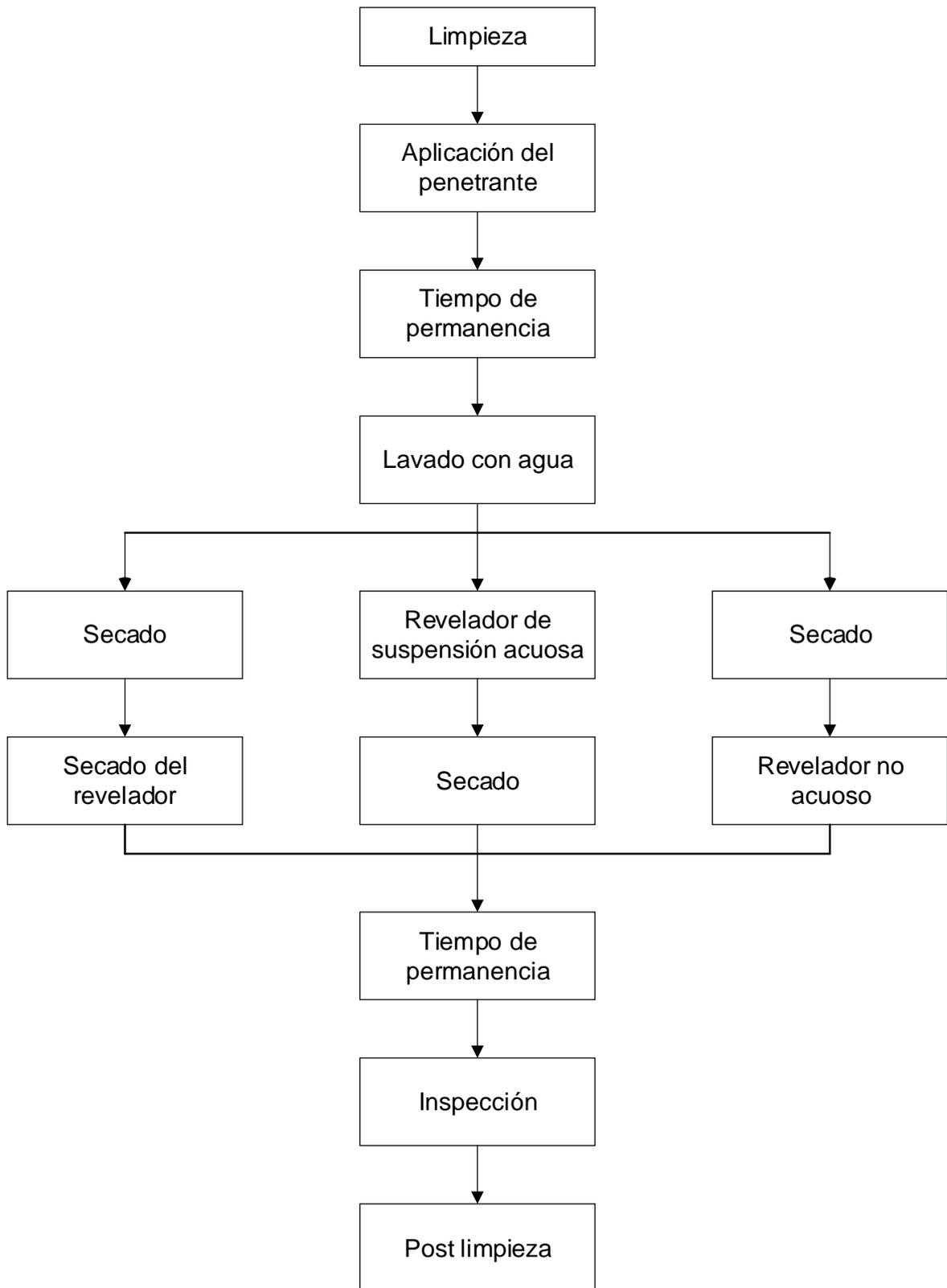


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de penetrante lavable con agua (Método A)

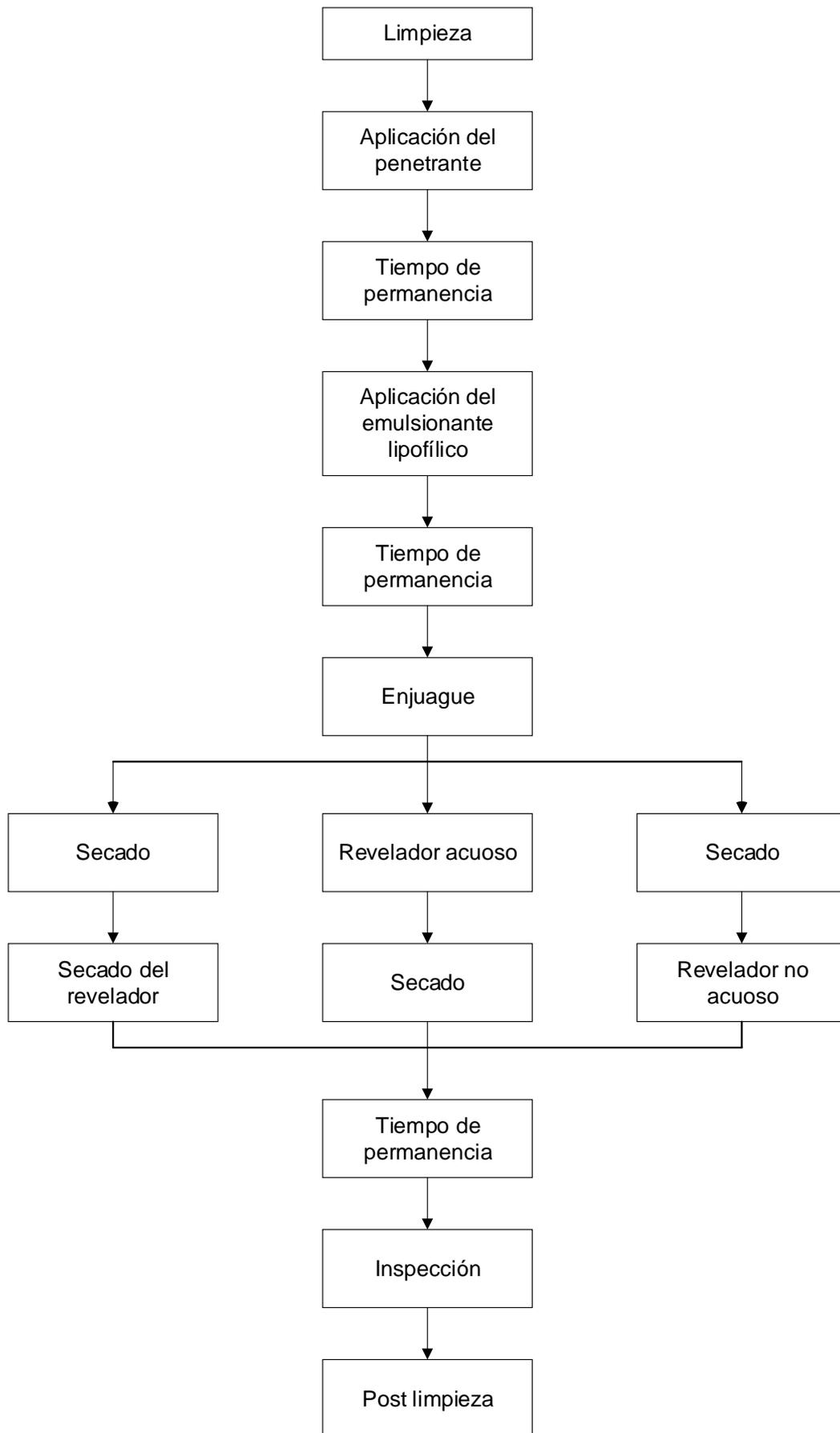


Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de aplicación de tintes penetrantes. (Método B)

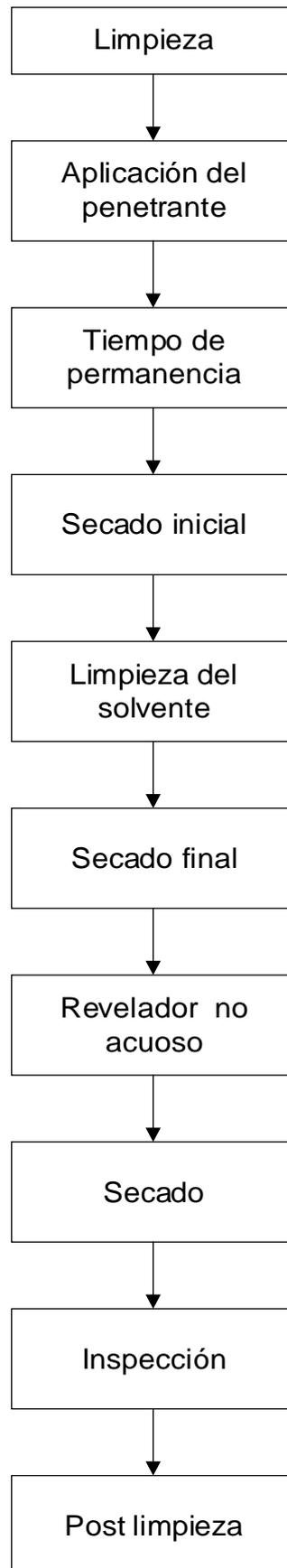


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de aplicación de tintes penetrantes removible con solvente. (Método C)

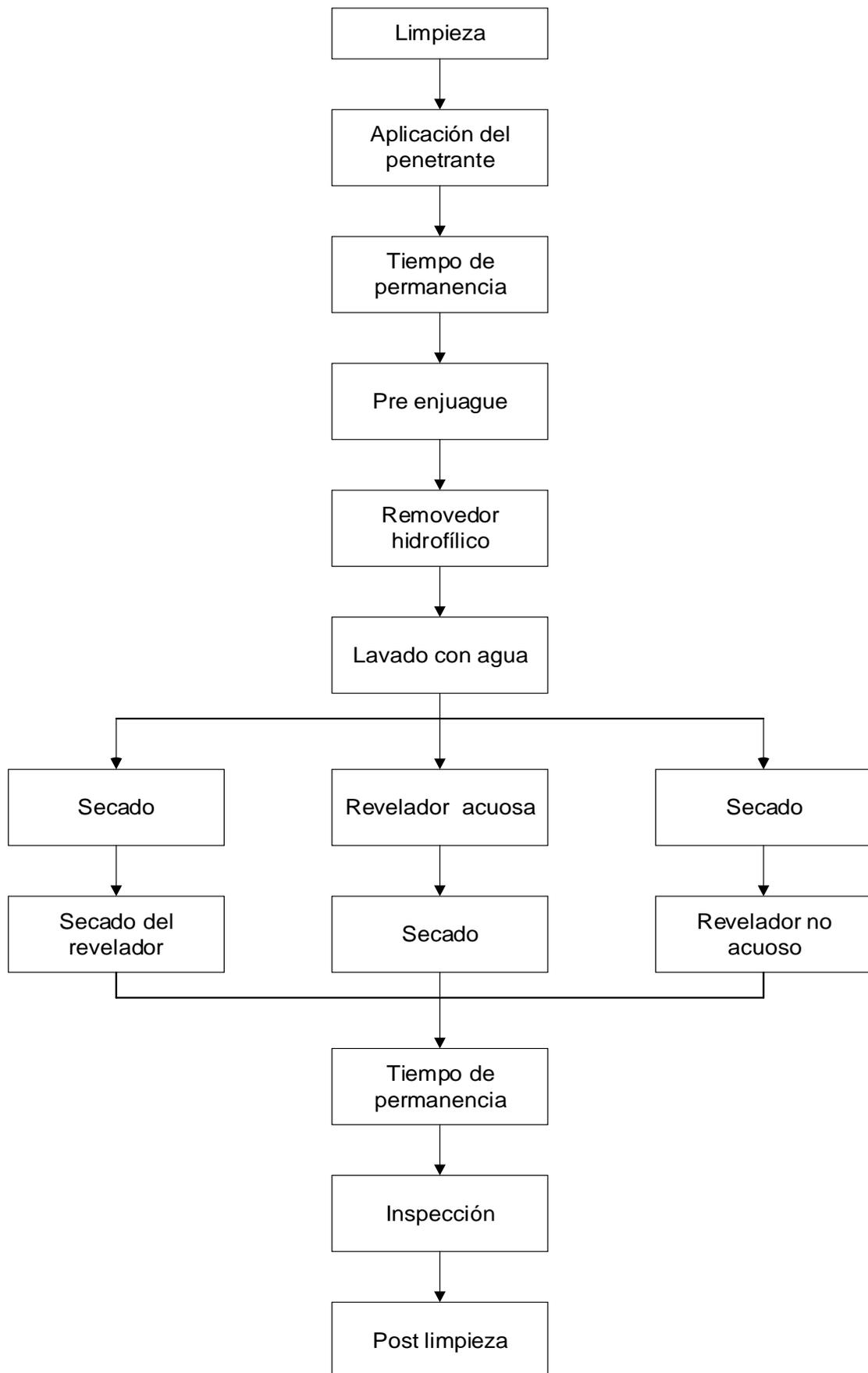


Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de aplicación de tintes penetrantes hidrofílica post emulsionable. (Método D)

2.2.4. Interpretación de la inspección de tintes penetrantes.

El que se llega a detectar de manera exitosa la diversas fallas que pudieran presentarse las piezas a través de los tintes penetrantes depende de múltiples factores, uno de ellos es que se seleccionan los materiales correctos y los procesos adecuados específicamente para ello. Interpretación adecuada para este proceso, marcar a el éxito de la calidad de la pieza final evaluada por los tintes penetrantes.

2.2.4.1. Evaluación de indicaciones.

2.2.4.1.1. Evaluación e interpretación de indicaciones relevantes y no relevantes.

Se debe tener presente las características de los hallazgos encontrados en las piezas evaluadas (discontinuidades).

Estas discontinuidades pueden llegar a ser de distinta índole y generalmente no es intencionado por la fabricación o por otra acción, es parte del proceso propio que puede resultar en un material o pieza defectuosa, estas pueden ser marcas de herramientas, rasguños o ranuras, grietas, costuras, vueltas y porosidad.

Se debe tener presente que dentro de las discontinuidades existen tipos que llega o no a afectar la capacidad o acción de una pieza, si esta llega a influir negativamente en el rendimiento del proceso esta si ya es un defecto que debe ser corregido a eliminado.

2.2.4.1.2. Apariencia de las indicaciones.

El tamaño y la forma de la discontinuidad, el tipo de sistema penetrante, la técnica de procesamiento, el tipo de revelador y el tiempo de permanencia del revelador influyen en la aparición de indicaciones penetrantes.

2.2.4.1.3. Clasificación de las indicaciones de discontinuidad.

Estas pueden llegar a ser clasificadas de acuerdo a la discontinuidad y no puede ser clasificado el termino discontinuidad no puede ser igualado como un defecto. Existen múltiples formas que pueden emplearse para clasificar la discontinuidad, estas pueden ser la apariencia de la indicación, su causa, material y condiciones de servicio. El cómo se llegue a clasificar las discontinuidades, va a depender del método de prueba.

a) Indicaciones lineales continuas.

Toda discontinuidad de penetración lineal es generalmente causada por grietas, costuras o vueltas. La amplitud del ancho y el brillo va a depender del volumen del penetrante atrapado. Esta puede tener una forma recta o hasta incluso una curvatura y va a depender de cómo se forma la discontinuidad. Sumado a ello los detalles de los bordes pueden llegar a ser irregulares o lisos, generalmente las discontinuidades se ubican en la superficie de la pieza.

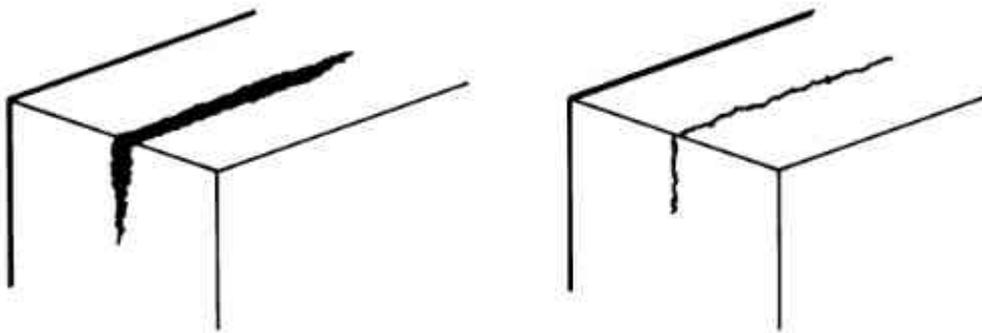


Figura 11. Gráfico de indicaciones lineales continuas.

b) Indicaciones lineales intermitentes.

Estas tiene por causa las mismas discontinuidades, las cuales dan una forma lineal entrecortada pero contigua; sin embargo, pueden llegar a estar selladas, ya sea por naturaleza del proceso o por un sellado parcial de la abertura.

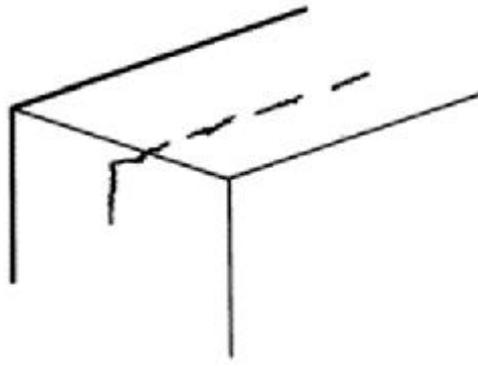


Figura 12. Gráfico de indicación lineal intermitente.

c) **Indicaciones redondas o de puntos.**

Estas tienen la peculiaridad de tener dimensiones similares en longitud y anchura, estas áreas se forman por falta de una solidez, además estas pueden tener formas irregulares pero la dimensión sigue siendo similar.

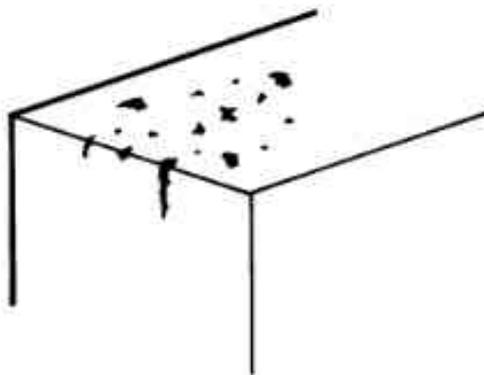


Figura 13. Gráfico de indicaciones redondas.

d) **Porosidad.**

Esto se da cuando existen gases atrapados dentro del metal y se revientan al momento del enfriado, en ocasiones no revienta, sin embargo, muchas veces quedan débiles y se rompen cuando la pieza entra en acción.

e) **Inclusiones.**

Estas son partículas de diversos materiales extraños, que pueden ser escoria, óxidos, sulfuros o silicatos que han quedado atrapados durante el proceso de elaboración de la

pieza de metal, estas son denominadas de esta forma cuando son encontradas en la superficie.

f) Costuras.

Las costuras se producen en material de barra laminada o en piezas mecanizadas a partir de material de barra. Son inclusiones, porosidad o, más comúnmente, pliegues metálicos que se han alargado por el proceso de laminado durante la fabricación. Son discontinuidades largas y rectas que corren paralelas a la dirección del trabajo mecánico.

g) Grietas térmicas.

Es cuando los metales son sometidos a altas temperaturas y se producen tensiones localizadas ya sea por efecto del calor o del frío, el mal balance de este proceso generaría grietas que se pueden llegar a dar en el proceso de calentamiento.

- **Grietas de tratamiento térmico.** Estas se desarrollan por efecto del calor o del frío desigual de una parte independiente de la pieza, estas son profundas de patrones difusos, estas son denominadas defectos.
- **Grietas de soldadura.** Estas pueden llegar a darse por una mala fusión, mal calentamiento o enfriamiento, entre otras circunstancias propias del proceso de elaboración de una pieza.

h) Agrietamiento por fatiga.

Esto es debido a la gran cantidad de ciclos de carga, las cuales generan imperfecciones en la pieza final, esto se da en regiones de la pieza en donde se tiene un alto estrés, existen múltiples casos en donde se puede dar un agrietamiento por la fatiga o estrés.



Figura 14. Macrofotografía de grieta por fatiga.

i) Corrosión bajo tensión.

Aquí se desatan dos fuerzas las cuales generan acción de estrés en la pieza final ocasionando que esta se corroe agrietándose por la tensión que tuviera y la corrosión que se dé por baja tensión.



Figura 15. Fotografía de grieta de corrosión bajo tensión.

2.2.5. Códigos de construcción.

Se define como código al conjunto de especificaciones que sirven para realizar un análisis, diseño y fabricación, construcción de un sistema u objeto; teniendo como finalidad de alcanzar un grado específico de seguridad, eficacia y funcionabilidad. Entre las más usadas tenemos como ejemplo:

- ASME - Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
- ASTM – Sociedad Americana de Pruebas y Materiales.
- API – Instituto Americano del Petróleo.
- AISI – Instituto Americano del Hierro y el Acero.

2.2.5.1. Secciones del Código ASME.

Tabla 3
Secciones del Código ASME

SECCION	ESPECIFICACION
Sección I	Normas para la construcción de calderas a presión.
Sección II	Materiales.
Sección II	Normas para la construcción de componentes para plantas nucleares.
Sección IV	Normas para la construcción de calderas de calefacción.
Sección V	Ensayos no destructivos.
Sección VI	Normas recomendadas para el mantenimiento y operación de calderas de calefacción.
Sección VII	Directrices recomendadas para el mantenimiento de las calderas.
Sección VIII	Normas para la construcción de recipientes a presión.
Sección IX	Soldadura y cualificación de soldadura
Sección X	Recipientes a presión plásticos reforzados con fibra de vidrio

Sección XI	Normas para la inspección en servicio de componentes de plantas nucleares.
Sección XII	Normas para la construcción y servicio continuado de tanques de transporte.

2.2.5.2. Código ASME B31.3.

ASME (2018) afirma que: “el código B31.3 establece los requisitos para el uso de materiales y componentes, para el diseño, la fabricación, el ensamblaje, la instalación, la inspección y pruebas de tubería para procesar todo tipo de fluido incluyendo productos químicos puros, productos derivados del petróleo, del gas, vapor, aire, aguas refrigerantes y fluidos criogénicos. Las reglas de esta norma se desarrollaron tomando en cuenta los parámetros relevantes para tuberías que se utilizan en refinerías de petróleo, plantas químicas, farmacéuticas, de textiles, de papel, de semiconductores y criogénicas, al igual que las tuberías utilizadas en plantas y terminales relacionados con el procesamiento de los líquidos ya mencionados. Esta norma corresponde a una de las más utilizadas al rededor del mundo en la industria petroquímica”.

2.2.6. Aceros al Carbono.

Según AISI (American Iron And Steel Institute, s.f.), define: “Se considera que el acero es acero al carbono cuando no se especifica ni se requiere un contenido mínimo de cromo, cobalto, molibdeno, níquel, niobio, Titanio, tungsteno, vanadio o circonio, o cualquier otro elemento que se añada para obtener un efecto de aleación deseado; Cuando el mínimo especificado para el cobre no supere el 1,04 por ciento; o cuando el contenido máximo especificado para cualquiera de los siguientes elementos no exceda los porcentajes observados: manganeso 1,65, silicio 0,60, cobre 0,60.”

2.2.6.1. Acero A106/A53 GR B.

Acero al carbono comúnmente usado para la elaboración de tuberías destinadas al transporte de fluidos a alta presión, también se emplea en la industria para el transporte de Vapor, agua, gas, líneas de aire, etc. Su composición química y propiedades mecánicas se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 4
Composición química del acero A106/53GR B

Elemento	C	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
%	0.30	1.20	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	1.15	0.08

La suma total del Cu, Ni, Cr, Mo y V no deben exceder el 1.00 %

Tabla 5
Propiedades mecánicas del acero A106/53GR B

Resistencia a la tracción Min, Psi [MPa]	60 000 [415]
Limite elástico Min, Psi [MPa]	35 000 [240]
Elongación (min)	20 %

2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.

- **ASME.** American Society of Mechanical Engineers
- **ASTM.** American Society for Testing and Materials
- **Capilaridad.** Es una propiedad de los fluidos que depende de su tensión superficial la cual, a su vez, depende de la cohesión del líquido y que le confiere la capacidad de subir o bajar por un tubo capilar.
- **Control de calidad.** Actividades, herramientas y técnicas utilizadas para verificar si se cumplen los requisitos de calidad de un producto o servicio.

- **Discontinuidad.** Falta de continuidad o interrupción de los cordones de soldaduras, material o producto.
- **Defecto.** Discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, propiedades, etc, son inadmisibles por alguna norma específica. **Documentación técnica.** Planos, instrucciones y demás documentación que hacen referencia a la estructura en la que se va a intervenir.
- **Ensayos No Destructivos.** Cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades químicas físicas mecánicas o dimensionales.
- **Inspección.** Acción y efecto de inspeccionar (examinar, investigar, revisar). Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista.
- **Método de END.** Aplicación de un principio físico a un ensayo no destructivo.
- **Procedimiento:** Descripción de actividades, pautas y mecanismos que controlan parámetros y estándares en el desarrollo de una actividad.
- **Protocolo.** Definición y descripción ordenada de las acciones que se deben realizar.
- **Técnica de END.** Forma específica de utilización de un método de ensayo no destructivo.

2.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.4.1. Hipótesis general.

La inspección mediante tintes penetrantes conforme al Código ASME B31.3-2018 a las juntas soldadas asegurara el cumplimiento de los términos de referencias exigidos por el proyecto CARBON STEEL AND SPOOLS en la empresa METRAIN S.A.C.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- Las detecciones de discontinuidades en las juntas soldadas permitirán su posterior evaluación según los criterios del código ASME B31.3-2018.
- El diseño del plan de puntos de inspección durante la etapa de fabricación de las estructuras determinara el cumplimiento del plan de calidad.
- El cumplimiento de las variables esenciales de los requisitos del procedimiento de inspección por tintes penetrantes garantizara la correcta evaluación de las juntas soldadas.

2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Inspección por tintes penetrantes conforme al código ASM B31.3-2018 a las juntas soldadas del Proyecto CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS en la empresa METRAIN SAC- 2020.

Tabla 6
Variables e Indicadores

Variable Independiente	Indicador
Juntas soldadas del proyecto CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS	<ul style="list-style-type: none">- Proceso de soldadura.- Tipo de material.- Códigos de fabricación.- Tipo de soldadura.
Variable Dependiente	Indicador
Inspección por tintes penetrantes conforme al código ASME B31.3-2018	<ul style="list-style-type: none">- Código de fabricación.- Memoria de cálculos.- Diseño de carga.- Tipo de material.

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1. DISEÑO METODOLOGICO.

La recolección de datos debe de ser lo más confiable posible para poder obtener resultados precisos que nos ayuden a analizar las indicaciones que se pueden presentar durante la inspección de las juntas soldadas del proyecto, mediante el método de Tintes Penetrantes considerando las estipulaciones descritas por el código ASME B31.3, para el caso pertinente.

El presente trabajo se basa en un análisis Cuantitativo – Descriptivo, donde vamos a evaluar los resultados recolectados durante la inspección de tintes penetrantes realizadas a las juntas soldadas de las tuberías de acero, con la finalidad de que las juntas cumplan con las especificaciones que exige el Código ASME B31.3, para la fabricación de tuberías.

3.1.1. Tipo de investigación.

El análisis de las condiciones de las juntas soldadas, mediante la inspección por Tintes Penetrantes a las tuberías de acero del proyecto encomendado a la empresa METRAIN S.A.C. mediante lo especificado en el código ASME B31.3 – 2018; califica a este trabajo de investigación como Cuantitativa – Descriptiva.

3.1.2. Nivel de investigación.

Se realizará una investigación descriptiva, donde se busca realizar una relación causal de los elementos, caracteres o propiedades para la aplicación de la variable dependiente.

3.1.3. Diseño de investigación.

Diseño no experimental; se describe las variables y se analiza su incidencia e interrelación en un tiempo determinado.

Diseño transversal descriptivo, se indaga la incidencia y los valores obtenidos y su influencia en las variables.

3.1.4. Enfoque de la investigación.

Método Correlacional, basado en la observación para un análisis de datos.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1. Población.

Tuberías del proyecto del proyecto Carbón Steel Pipes and Spools en la empresa METRAIN S.A.C.

3.2.2. Muestra.

Juntas soldadas de las tuberías de acero al carbono inspeccionadas mediante el método de tintes penetrantes.

3.3. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS.

La elaboración del informe cumple con los parámetros requeridos, de los ensayos de inspección se tomaron las muestras necesarias en relación al total de juntas inspeccionadas, dichas recolección se realizaron mediante formatos estándares que se adjuntan a los informes elaborados para un análisis posterior.

3.3.1. Técnicas a emplear.

Técnica descriptiva, debido a que la evaluación y recolección de datos se realiza a las juntas soldadas del proyecto Carbon Steel Pipes and Spools.

3.3.2. Descripción de los instrumentos.

- Consulta a expertos.
- Revisión de archivos y documentos.
- Revisión de literatura.
- Trabajo de campo.
- Internet.
- Captación de información directa de la fuente
- Informes técnicos.
- Normas.
- Escalas libreta de notas.
- Filmadora.
- Cámara fotográfica y grabadora.

3.4. TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE INFORMACION.

- Referente a los datos y resultados obtenidos de la inspección, estos se verificarán mediante formatos estándares de acuerdo a la norma correspondiente.
- Se realizará el análisis según el requerimiento previsto de acuerdo a los propósitos específicos.
- Control de las observaciones, en el formato referido para prueba realizada, incluyendo fotografías si así se requiere y detalles específicos.

3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Tabla 7
Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADORES
	Problema General	Objetivo	Hipótesis General	Variable Independiente	
INSPECCION POR TINTES PENETRANTES CONFORME AL CODIGO ASME B31.3-2018 A LAS JUNTAS SOLDADAS DEL PROYECTO CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS EN LA EMPRESA METRAIN SAC - 2020	¿En qué medida la inspección por tintes penetrantes conforme al código ASME B31.3-2018 a las juntas soldadas asegurara el cumplimiento de los términos de referencias exigidos por el proyecto CARBON STEEL AND SPOOLS en la empresa METRAIN S.A.C.?	Inspeccionar mediante tintes penetrantes conforme al Código ASME B31.3-2018 a las juntas soldadas para asegurar el cumplimiento de los términos de referencias exigidos por el proyecto CARBON STEEL AND SPOOLS en la empresa METRAIN S.A.C.	La inspección mediante tintes penetrantes conforme al Código ASME B31.3-2018 a las juntas soldadas asegurara el cumplimiento de los términos de referencias exigidos por el proyecto CARBON STEEL AND SPOOLS en la empresa METRAIN S.A.C.	Juntas soldadas del proyecto CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS	<ul style="list-style-type: none"> Proceso de soldadura. Tipo de material. Códigos de fabricación. Tipo de soldadura.
	<p>Problemas Específicos</p> <p>¿En qué medida la inspección por tintes penetrantes nos permite detectar discontinuidades en las juntas soldadas para su posterior evaluación según los criterios del código ASME B31.3-2018?</p> <p>¿En qué medida la selección del método de aplicación de los tintes penetrantes nos permite optimizar la evaluación de los tipos de discontinuidades detectados?</p> <p>¿En qué medida el cumplimiento de las variables esenciales de los requisitos del procedimiento de inspección por tintes penetrantes garantiza la correcta evaluación de las juntas soldadas?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Detectar discontinuidades en las juntas soldadas para su posterior evaluación según los criterios del código ASME B31.3-2018.</p> <p>Seleccionar el método de aplicación de los tintes penetrantes para optimizar la evaluación de los tipos de discontinuidades detectados.</p> <p>Cumplir con las variables esenciales de los requisitos del procedimiento de inspección por tintes penetrantes para garantizar la correcta evaluación de las juntas soldadas.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las detecciones de discontinuidades en las juntas soldadas permitirán su posterior evaluación según los criterios del código ASME B31.3-2018.</p> <p>El diseño del plan de puntos de inspección durante la etapa de fabricación de las estructuras determinara el cumplimiento del plan de calidad.</p> <p>El cumplimiento de las variables esenciales de los requisitos del procedimiento de inspección por tintes penetrantes garantizará la correcta evaluación de las juntas soldadas.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>Inspección por tintes penetrantes conforme al código ASME B31.3-2018</p>	<p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> Procedimientos de inspección. Método de aplicación de tintes penetrantes. Variables de inspección por tintes penetrantes. Criterios de aceptación y rechazo.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION.

4.1.1. Documentos de referencia.

- ASME B31.3-2018. *Process Piping*.
- ASME Section V – 2019. *Nondestructive Examination*.
- ASTM E165/E165M-18 *Standard Practice for Liquid Penetrant Testing for General Industry*.

4.1.2 Materiales.

- Kit de Tintes penetrantes.
 - Penetrante CANTESCO P-101S-A (Anexo 2)
 - Revelador CANTESCO D101-A (Anexo 3)
 - Removedor CANTESCO C101-A (Anexo 4)
- Discos abrasivos.
- Cinta métrica.
- Esmeriles angulares.

4.1.3. Especificaciones de generales del ensayo.

Tabla 8
Especificaciones del ensayo

Ensayo aplicado	Zona de inspección	Condición de la zona
- Material base. - Soldadura.	- Soldadura a filete. - ZAC.	- No hay tratamiento térmico.

4.1.4. Especificaciones de técnica de ensayo.

Tabla 9
Especificaciones de técnica de ensayo

Tipo	Método de remoción	Tipo de iluminación	Intensidad de luz
II Método C	Con solvente	Natural	Luz natural > 1000 Lux
Condición de Superficie		Especificación	
Libre de óxidos y grasas		ASME B31.3-2018	

4.1.5. Procedimiento.

- Procedimiento de ensayo de tintes penetrantes según ASME B31.3 (Anexo 5)

4.1.6. Criterios de aceptación.

- Según lo estipulado en el Código ASME B31.3-2018, Capítulo VI, ítem 344.4.2

Acceptance Criteria:

344.4.2 Acceptance Criteria. Liquid penetrant indications are caused by the bleed-out of a visible or fluorescent dye from a surface discontinuity in the area under test. However, all such indications are not necessarily imperfections, since excessive roughness, poor surface preparation, etc., may produce nonrelevant indications. Inadvertent evidence of penetrant not related to actual bleed-out is classified as a false indication. Indications shall be verified as being relevant, nonrelevant, or false. Additional surface preparation and/or other test methods may be used as needed to verify the relevance of an indication.

An indication of an imperfection may be larger than the imperfection that causes it; however, the size of the indication is the basis for acceptance evaluation. Only indications that have any dimension greater than 1.5 mm ($\frac{1}{16}$ in.) shall be considered relevant.

(a) Indications

(1) A linear indication is one having a length greater than three times its width.

(2) A rounded indication is one of circular or elliptical shape with a length equal to or less than three times its width.

(b) Examination. All surfaces to be examined shall be free of

(1) relevant linear indications

(2) relevant rounded indications >5.0 mm ($\frac{3}{16}$ in.)

(3) four or more relevant rounded indications in a line separated by 1.5 mm ($\frac{1}{16}$ in.) or less, edge to edge

Figura 16. Criterio de aceptación para examen de líquido penetrante según ASME B31.3-2018.

4.1.7. Detección de discontinuidades.

Para el presente trabajo de investigación se inspeccionaron 324 juntas soldadas en tuberías perteneciente al proyecto Carbon Steel Pipes and Spools.

Tabla 10
Resultado de inspección de juntas – Semana I

Ítem	Reporte	Isométrico	N° Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00039	0310-WF-06125-01A	J-01	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00039	0310-WF-06125-01A	J-02	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00039-A	0310-WF-06110-01A	J-01	Lineal	0.8 mm	Aceptado
4	PT-WS-BA-00039-A	0310-WF-06110-01A	J-02	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00040	0310-WF-06102-01A	J-01	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00040	0310-WF-06102-01A	J-02	Lineal	1.6 mm	Rechazado
7	PT-WS-BA-00040-A	0310-CW-06020-01A	J-54	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00040-A	0310-CW-06020-01A	J-55	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00041	0310-WP-06914-02A	J-29	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00041	0310-WP-06914-02A	J-30	Redondeada	6.0 mm	Rechazado
11	PT-WS-BA-00041	0310-WP-06914-02A	J-37	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00041	0310-WP-06914-02A	J-38	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00042	0310-WP-06914-02A	J-31	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00042	0310-WP-06914-02A	J-32	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00042	0310-WP-06914-02A	J-33	Lineal	1.8 mm	Rechazado
16	PT-WS-BA-00042	0310-WP-06914-02A	J-34	Ninguna	---	Aceptado
17	PT-WS-BA-00042	0310-WP-06914-02A	J-35	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 17

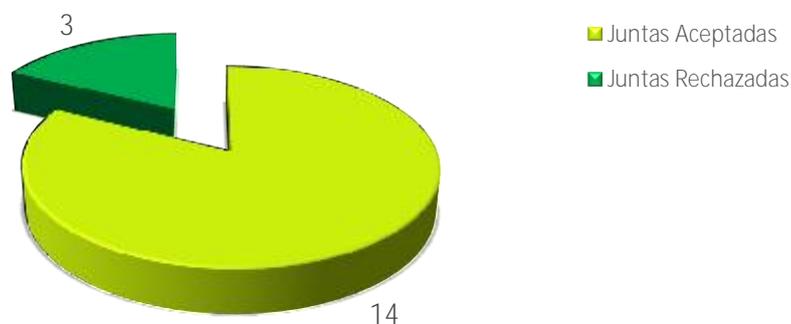


Figura 17. Resultado de inspección de juntas – Semana I.

Tabla 11
Resultado de inspección de juntas – Semana II

Ítem	Reporte	Isométrico	Nº Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00043	0310-CR-06117-01A-1	J-01	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00043	0310-CR-06117-01A-1	J-02	Lineal	1.5 mm	Rechazado
3	PT-WS-BA-00044	0310-WP-06232-01C	J-13	Ninguna	---	Aceptado
4	PT-WS-BA-00044	0310-WP-06232-01C	J-14	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00045	0310-CW-06107-05B	J-68	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00045	0310-CW-06107-05B	J-69	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00046	0310-WP-06914-03B	J-39	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00046	0310-WP-06914-03B	J-40	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00047	0310-WP-06914-03B	J-42	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00047	0310-WP-06914-03B	J-43	Lineal	2.1 mm	Rechazado
11	PT-WS-BA-00048	0310-WP-06914-04C	J-56	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00048	0310-WP-06914-04C	J-57	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00049	0310-WP-06914-04C	J-59	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00049	0310-WP-06914-04C	J-60	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00050	0310-WP-06914-04B	J-68	Lineal	2.0 mm	Rechazado
16	PT-WS-BA-00050	0310-WP-06914-04B	J-69	Ninguna	---	Aceptado
17	PT-WS-BA-00051	0310-WP-06914-04A	J-70	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00051	0310-WP-06914-04A	J-71	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00052	0310-WP-06914-04A	J-73	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00052	0310-WP-06914-04A	J-74	Lineal	1.9 mm	Rechazado

Total de juntas inspeccionadas - 20

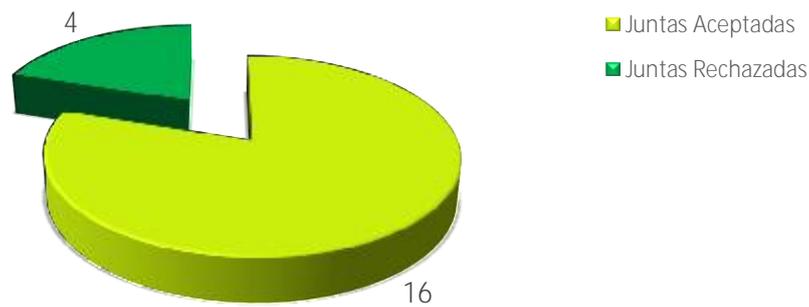


Figura 18. Resultado de inspección de juntas – Semana II.

Tabla 12

Resultado de inspección de juntas – Semana III

Ítem	Reporte	Isométrico	N° Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00053	0310-CW-06141-01A	J-12	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00053	0310-CW-06141-01A	J-13	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00054	0310-CW-06109-01B	J-8	Lineal	1.80 mm	Rechazado
4	PT-WS-BA-00054	0310-CW-06109-01B	J-9	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00055	0310-CW-06111-01C	J-10	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00055	0310-CW-06111-01C	J-11	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00056	0310-CR-06117-02B-1	J-17	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00056	0310-CR-06117-02B-1	J-18	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00057	0310-CR-06117-02B-1	J-19	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00058	0310-CW-06107-04A	J-52	Ninguna	---	Aceptado
11	PT-WS-BA-00058	0310-CW-06107-04A	J-53	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00058	0310-CW-06107-04A	J-54	Lineal	1.5 mm	Rechazado
13	PT-WS-BA-00059	0310-CW-06107-01F	J-53	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00059	0310-CW-06107-01F	J-1	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00059	0310-CW-06107-01F	J-2	Ninguna	---	Aceptado
16	PT-WS-BA-00060	0310-CW-06109-03B	J-48	Redondeada	3.0 mm	Aceptado
17	PT-WS-BA-00060	0310-CW-06109-03B	J-49	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00060	0310-CW-06109-03B	J-52	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00060	0310-CW-06109-03B	J-53	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00061	0310-WF-06100-01A	J-3	Ninguna	---	Aceptado
21	PT-WS-BA-00061	0310-WF-06100-01A	J-4	Ninguna	---	Aceptado
22	PT-WS-BA-00062	0310-CW-06109-01C	J-10	Ninguna	---	Aceptado
23	PT-WS-BA-00062	0310-CW-06109-01C	J-11	Redondeada	1.2 mm	Aceptado
24	PT-WS-BA-00063	0310-CW-06020-03D	J-18	Ninguna	---	Aceptado
25	PT-WS-BA-00064	0310-CW-06020-03D	J-53	Ninguna	---	Aceptado
26	PT-WS-BA-00065	0310-WP-06914-04A	J-72	Ninguna	---	Aceptado
27	PT-WS-BA-00066	0310-CR-06117-01A	J-9	Ninguna	---	Aceptado
28	PT-WS-BA-00067	0310-CR-06103-01B	J-7	Ninguna	---	Aceptado
29	PT-WS-BA-00067	0310-CR-06103-01B	J-8	Ninguna	---	Aceptado
30	PT-WS-BA-00067	0310-CR-06103-01B	J-12	Ninguna	---	Aceptado
31	PT-WS-BA-00068	0310-CR-06103-01B	J-13	Ninguna	---	Aceptado
32	PT-WS-BA-00068	0310-CR-06103-01B	J-16	Ninguna	---	Aceptado
33	PT-WS-BA-00068	0310-CR-06103-01B	J-17	Ninguna	---	Aceptado
34	PT-WS-BA-00069	0310-CW-06107-05A	J-62	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 34

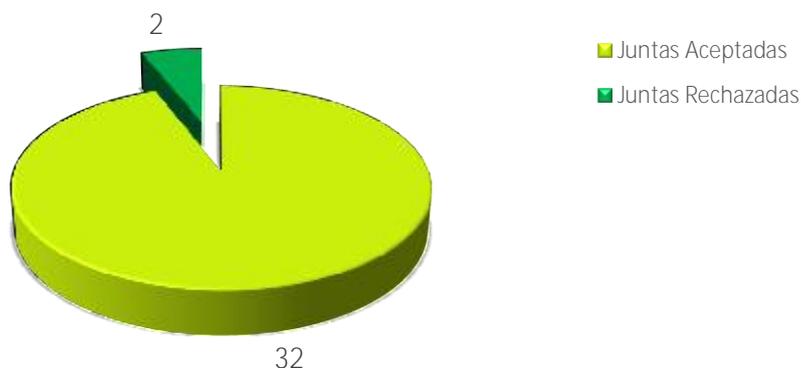


Figura 19. Resultado de inspección de juntas – Semana III.

Tabla 13

Resultado de inspección de juntas – Semana IV

Ítem	Reporte	Isométrico	N° Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00070	0310-CR-06104-01B	J-9	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00070	0310-CR-06104-01B	J-10	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00071	0310-CR-06117-01A-1	J-3	Ninguna	---	Aceptado
4	PT-WS-BA-00071	0310-CR-06117-01A-1	J-4	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00072	0310-CR-06401-02A	J-19	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00072	0310-CR-06401-02A	J-20	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00073	0310-CW-06111-03D	J-57	Lineal	1.7 mm	Rechazado
8	PT-WS-BA-00073	0310-CW-06111-03D	J-58	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00074	0310-CW-06111-03D	J-61	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00074	0310-CW-06111-03D	J-62	Ninguna	---	Aceptado
11	PT-WS-BA-00075	0310-CW-06111-03C	J-63	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00075	0310-CW-06111-03C	J-64	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00075	0310-CW-06111-03C	J-67	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00075	0310-CW-06111-03C	J-68	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00076	0310-WP-06914-04B	J-63	Lineal	2.1 mm	Rechazado
16	PT-WS-BA-00076	0310-WP-06914-04B	J-64	Ninguna	---	Aceptado
17	PT-WS-BA-00076	0310-WP-06914-04B	J-65	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00077	0310-WP-06914-04B	J-66	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00078	0391-ML-06407-04E	J-37	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00079	0391-ML-06407-04D	J-39	Ninguna	---	Aceptado
21	PT-WS-BA-00080	0391-ML-06407-03A	J-24	Ninguna	---	Aceptado
22	PT-WS-BA-00081	0310-CW-06111-02A	J-41	Ninguna	---	Aceptado
23	PT-WS-BA-00081	0310-CW-06111-02A	J-42	Ninguna	---	Aceptado
24	PT-WS-BA-00081	0310-CW-06111-02A	J-44	Lineal	0.5 mm	Aceptado

25	PT-WS-BA-00081	0310-CW-06111-02A	J-45	Ninguna	---	Aceptado
26	PT-WS-BA-00082	0310-CR-06401-01C	J-10	Ninguna	---	Aceptado
27	PT-WS-BA-00082	0310-CR-06401-01C	J-11	Ninguna	---	Aceptado
28	PT-WS-BA-00083	0310-CR-06401-01D	J-1	Ninguna	---	Aceptado
29	PT-WS-BA-00083	0310-CR-06401-01D	J-2	Ninguna	---	Aceptado
30	PT-WS-BA-00083	0310-CR-06401-01D	J-8	Lineal	1.9 mm	Rechazado

Total de juntas inspeccionadas - 30

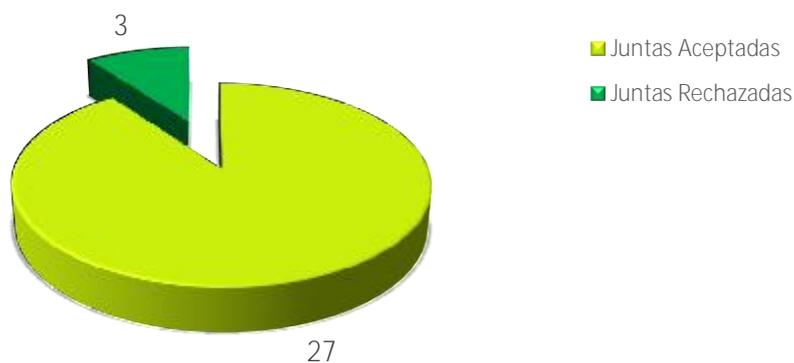


Figura 20. Resultado de inspección de juntas – Semana IV.

Tabla 14

Resultado de inspección de juntas – Semana V

Ítem	Reporte	Isométrico	Nº Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00083	0310-CR-06401-01D	J-9	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00084	0310-CW-06138-01A	J-1	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00084	0310-CW-06138-01A	J-2	Ninguna	---	Aceptado
4	PT-WS-BA-00084	0310-CW-06138-01A	J-5	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00084	0310-CW-06138-01A	J-6	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00085	0310-CW-06138-01A	J-10	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00085	0310-CW-06138-01A	J-11	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00086	0391-ML-06407-02E	J-21	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00087	0310-CR-06104-01A	J-11	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00087	0310-CR-06104-01A	J-12	Lineal	2.0 mm	Rechazado
11	PT-WS-BA-00087	0310-CR-06104-01A	J-16	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00088	0310-CR-06104-01A	J-17	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00088	0310-CR-06104-01A	J-20	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00088	0310-CR-06104-01A	J-21	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00089	0310-CW-06109-03C	J-40	Ninguna	---	Aceptado
16	PT-WS-BA-00089	0310-CW-06109-03C	J-41	Ninguna	---	Aceptado

17	PT-WS-BA-00089	0310-CW-06109-03C	J-42	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00090	0310-CW-06109-03C	J-46	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00090	0310-CW-06109-03C	J-47	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00091	0310-WF-06100-02G	J-13	Ninguna	---	Aceptado
21	PT-WS-BA-00091	0310-WF-06100-02G	J-14	Ninguna	---	Aceptado
22	PT-WS-BA-00092	0310-WF-06100-02I	J-9	Ninguna	---	Aceptado
23	PT-WS-BA-00092	0310-WF-06100-02I	J-10	Ninguna	---	Aceptado
24	PT-WS-BA-00093	0310-WF-06100-02H	J-11	Ninguna	---	Aceptado
25	PT-WS-BA-00093	0310-WF-06100-02H	J-12	Ninguna	---	Aceptado
26	PT-WS-BA-00094	0310-WF-06100-02E	J-15	Ninguna	---	Aceptado
27	PT-WS-BA-00094	0310-WF-06100-02E	J-16	Ninguna	---	Aceptado
28	PT-WS-BA-00095	0310-CW-06111-04B	J-86	Ninguna	---	Aceptado
29	PT-WS-BA-00095	0310-CW-06111-04B	J-87	Lineal	1.0 mm	Aceptado
30	PT-WS-BA-00096	0310-CR-06103-01A	J-5	Ninguna	---	Aceptado
31	PT-WS-BA-00096	0310-CR-06103-01A	J-6	Ninguna	---	Aceptado
32	PT-WS-BA-00097	0310-CW-06109-02B	J-28	Ninguna	---	Aceptado
33	PT-WS-BA-00097	0310-CW-06109-02B	J-29	Ninguna	---	Aceptado
34	PT-WS-BA-00098	0310-CW-06109-02B	J-41	Ninguna	---	Aceptado
35	PT-WS-BA-00098	0310-CW-06109-02B	J-32	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 35

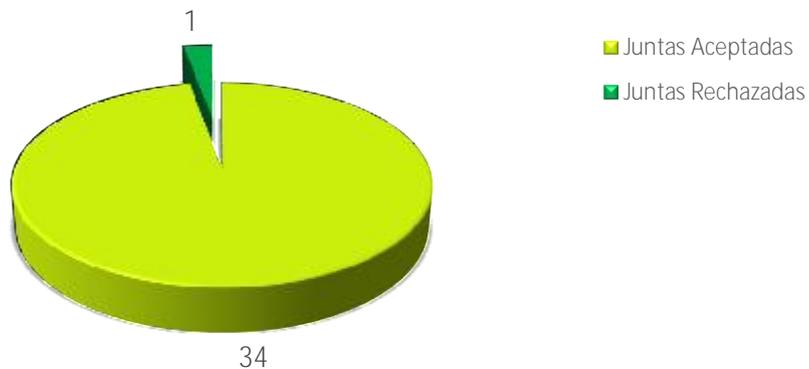


Figura 21. Resultado de inspección de juntas – Semana V.

Tabla 15
Resultado de inspección de juntas – Semana VI

Ítem	Reporte	Isométrico	Nº Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00099	0310-CW-06109-02B	J-28	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00099	0310-CW-06109-02B	J-29	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00100	0310-CW-06109-03A	J-62	Ninguna	---	Aceptado
4	PT-WS-BA-00100	0310-CW-06109-03A	J-63	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00101	0310-CW-06109-04C	J-71	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00101	0310-CW-06109-04C	J-72	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00102	0310-CW-06111-03A	J-55	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00102	0310-CW-06111-03A	J-56	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00103	0310-CW-06111-03A	J-46	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00103	0310-CW-06111-03A	J-47	Ninguna	---	Aceptado
11	PT-WS-BA-00103	0310-CW-06111-03A	J-50	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00104	0310-CP-06841-02E	J-23	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00104	0310-CP-06841-02E	J-24	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00105	0391-ML-06407-03D	J-28	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00106	0391-ML-06407-02A	J-14	Ninguna	---	Aceptado
16	PT-WS-BA-00107	0310-WP-06232-01A	J-1	Ninguna	---	Aceptado
17	PT-WS-BA-00107	0310-WP-06232-01A	J-2	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00108	0310-WP-06914-03A	J-46	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00108	0310-WP-06914-03A	J-47	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00109	0310-WP-06914-03A	J-48	Ninguna	---	Aceptado
21	PT-WS-BA-00109	0310-WP-06914-03A	J-49	Ninguna	---	Aceptado
22	PT-WS-BA-00110	0310-WP-06914-03A	J-50	Ninguna	---	Aceptado
23	PT-WS-BA-00110	0310-WP-06914-03A	J-51	Ninguna	---	Aceptado
24	PT-WS-BA-00111	0310-WP-06914-03A	J-52	Ninguna	---	Aceptado
25	PT-WS-BA-00111	0310-WP-06914-03A	J-44	Ninguna	---	Aceptado
26	PT-WS-BA-00111	0310-WP-06914-03A	J-45	Ninguna	---	Aceptado
27	PT-WS-BA-00112	0310-WP-06914-03A	J-54	Ninguna	---	Aceptado
28	PT-WS-BA-00112	0310-WP-06914-03A	J-55	Ninguna	---	Aceptado
29	PT-WS-BA-00113	0391-ML-06407-04C	J-41	Ninguna	---	Aceptado
30	PT-WS-BA-00114	0310-CR-06401-01D	J-1	Ninguna	---	Aceptado
31	PT-WS-BA-00114	0310-CR-06401-01D	J-2	Ninguna	---	Aceptado
32	PT-WS-BA-00115	0310-CW-06138-01B	J-12	Ninguna	---	Aceptado
33	PT-WS-BA-00115	0310-CW-06138-01B	J-13	Ninguna	---	Aceptado
34	PT-WS-BA-00116	0310-CR-06401-01B	J-17	Ninguna	---	Aceptado
35	PT-WS-BA-00116	0310-CR-06401-01B	J-18	Ninguna	---	Aceptado
36	PT-WS-BA-00117	0391-ML-06407-02E	J-21	Ninguna	---	Aceptado
37	PT-WS-BA-00118	0391-ML-06407-04F	J-35	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 37

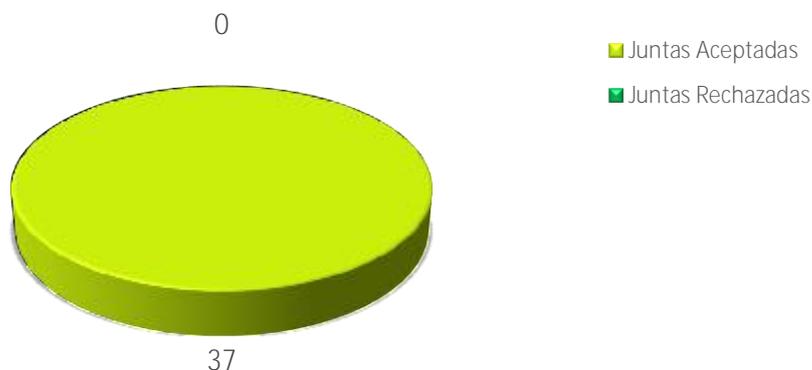


Figura 22. Resultado de inspección de juntas – Semana VI.

Tabla 16

Resultado de inspección de juntas – Semana VII

Ítem	Reporte	Isométrico	N° Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00119	0310-WP-06841-02C	J-38	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00119	0310-WP-06841-02C	J-39	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00120	0310-WP-06841-02C	J-34	Ninguna	---	Aceptado
4	PT-WS-BA-00120	0310-WP-06841-02C	J-35	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00121	0310-WP-06522-01A	J-13	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00121	0310-WP-06522-01A	J-14	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00122	0310-WP-06231-01B	J-8	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00122	0310-WP-06231-01B	J-9	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00123	0310-WP-06917-02A	J-34	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00123	0310-WP-06917-02A	J-35	Ninguna	---	Aceptado
11	PT-WS-BA-00124	0310-WP-06917-02A	J-33	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00125	0310-ML-06350-03D	J-62	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00125	0310-ML-06350-03D	J-63	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00126	0310-CW-06107-03A	J-48	Lineal	1.6 mm	Rechazado
15	PT-WS-BA-00126	0310-CW-06107-03A	J-49	Ninguna	---	Aceptado
16	PT-WS-BA-00127	0310-ML-06350-03D	J-65	Ninguna	---	Aceptado
17	PT-WS-BA-00127	0310-ML-06350-03D	J-66	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00128	0310-WP-06841-02D	J-40	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00128	0310-WP-06841-02D	J-41	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00129	0310-WP-06841-02D	J-44	Ninguna	---	Aceptado
21	PT-WS-BA-00129	0310-WP-06841-02D	J-45	Ninguna	---	Aceptado
22	PT-WS-BA-00130	0310-WP-06522-01C	J-1	Ninguna	---	Aceptado
23	PT-WS-BA-00130	0310-WP-06522-01C	J-2	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 23

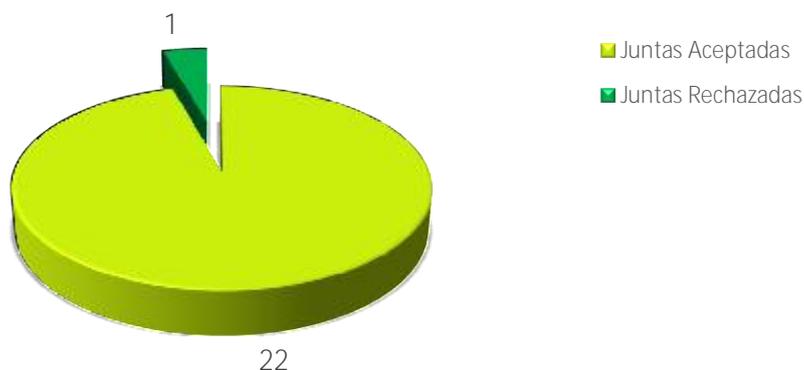


Figura 23. Resultado de inspección de juntas – Semana VII.

Tabla 17
Resultado de inspección de juntas – Semana VIII

Ítem	Reporte	Isométrico	N° Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00131	0391-ML-06453-03A	J-42	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00131	0391-ML-06453-03A	J-43	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00131	0391-ML-06453-03A	J-45	Ninguna	---	Aceptado
4	PT-WS-BA-00131	0391-ML-06453-03A	J-46	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00132	0310-WP-06917-02B	J-27	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00133	0310-WP-06841-03A-3	J-65	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00133	0310-WP-06841-03A-3	J-66	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00134	0921-WF-06150-01B-1	J-8	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00134	0921-WF-06150-01B-1	J-9	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00135	0310-WP-06848-01B	J-10	Ninguna	---	Aceptado
11	PT-WS-BA-00135	0310-WP-06848-01B	J-11	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00136	0921-WF-06150-01A	J-1	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00136	0921-WF-06150-01A	J-2	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00137	0310-WP-06841-02A	J-21	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00137	0310-WP-06841-02A	J-22	Ninguna	---	Aceptado
16	PT-WS-BA-00137	0310-WP-06841-02A	J-27	Ninguna	---	Aceptado
17	PT-WS-BA-00137	0310-WP-06841-02A	J-28	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00138	0310-WP-06841-03D	J-1	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00138	0310-WP-06841-03D	J-2	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00139	0391-ML-06332-02C	J-18	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 20

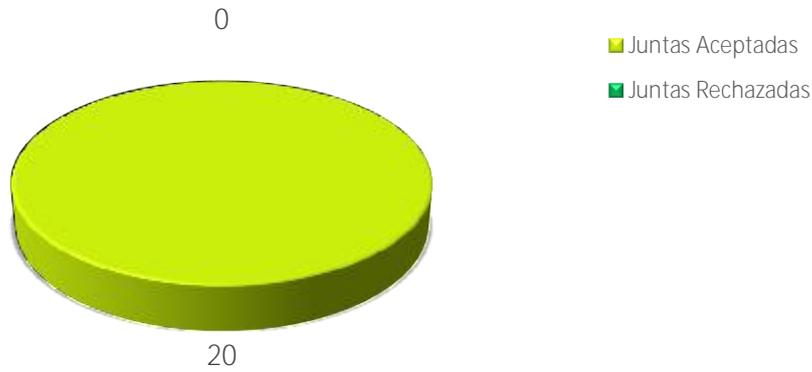


Figura 24. Resultado de inspección de juntas – Semana VIII.

Tabla 18

Resultado de inspección de juntas – Semana IX

Ítem	Reporte	Isométrico	Nº Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00140	0921-WF-06150-01C	J-12	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00140	0921-WF-06150-01C	J-13	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00141	0391-ML-06351-03A	J-45	Ninguna	---	Aceptado
4	PT-WS-BA-00141	0391-ML-06351-03A	J-46	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00142	0391-ML-06350-01D	J-4	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00142	0391-ML-06350-01D	J-5	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00143	0391-ML-06452-01A	J-18	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00143	0391-ML-06452-01A	J-19	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00144	0391-ML-06452-03D	J-46	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00144	0391-ML-06452-03D	J-47	Ninguna	---	Aceptado
11	PT-WS-BA-00145	0310-CR-06101-01D	J-1	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00145	0310-CR-06101-01D	J-2	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00146	0391-ML-06351-03A	J-42	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00146	0391-ML-06351-03A	J-43	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00147	0391-ML-06350-01D	J-1	Ninguna	---	Aceptado
16	PT-WS-BA-00147	0391-ML-06350-01D	J-2	Ninguna	---	Aceptado
17	PT-WS-BA-00148	0391-ML-06452-01A	J-21	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00148	0391-ML-06452-01A	J-22	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00149	0391-ML-06452-03D	J-43	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00149	0391-ML-06452-03D	J-44	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 20

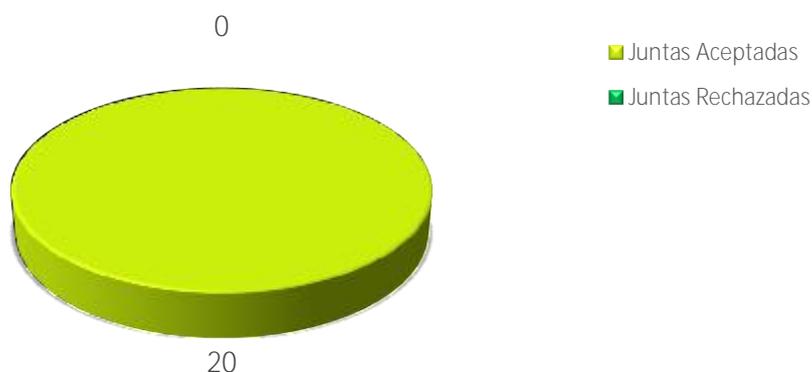


Figura 25. Resultado de inspección de juntas – Semana IX.

Tabla 19
Resultado de inspección de juntas – Semana X

Ítem	Reporte	Isométrico	Nº Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00150	0391-ML-06350-01B	J-11	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00150	0391-ML-06350-01B	J-12	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00151	0391-ML-06350-01B	J-15	Lineal	1.6 mm	Rechazado
4	PT-WS-BA-00151	0391-ML-06350-01B	J-16	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00152	0391-ML-06351-02A	J-22	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00152	0391-ML-06351-02A	J-23	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00153	0391-ML-06351-02A	J-28	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00153	0391-ML-06351-02A	J-29	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00154	0391-ML-06452-03C	J-52	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00154	0391-ML-06452-03C	J-53	Ninguna	---	Aceptado
11	PT-WS-BA-00155	0391-ML-06452-03C	J-48	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00155	0391-ML-06452-03C	J-49	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00156	0391-ML-06453-02B	J-30	Lineal	1.0 mm	Aceptado
14	PT-WS-BA-00156	0391-ML-06453-02B	J-31	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00157	0391-ML-06453-02B	J-34	Ninguna	---	Aceptado
16	PT-WS-BA-00157	0391-ML-06453-02B	J-35	Ninguna	---	Aceptado
17	PT-WS-BA-00158	0391-ML-06453-02C	J-40	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00158	0391-ML-06453-02C	J-41	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00159	0391-ML-06453-02C	J-36	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00159	0391-ML-06453-02C	J-37	Ninguna	---	Aceptado
21	PT-WS-BA-00160	0391-ML-06453-01B	J-6	Ninguna	---	Aceptado
22	PT-WS-BA-00160	0391-ML-06453-01B	J-7	Ninguna	---	Aceptado
23	PT-WS-BA-00161	0391-ML-06453-01B	J-10	Ninguna	---	Aceptado
24	PT-WS-BA-00161	0391-ML-06453-01B	J-11	Ninguna	---	Aceptado
25	PT-WS-BA-00162	0391-ML-06350-01A	J-17	Ninguna	---	Aceptado
26	PT-WS-BA-00162	0391-ML-06350-01A	J-18	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 26

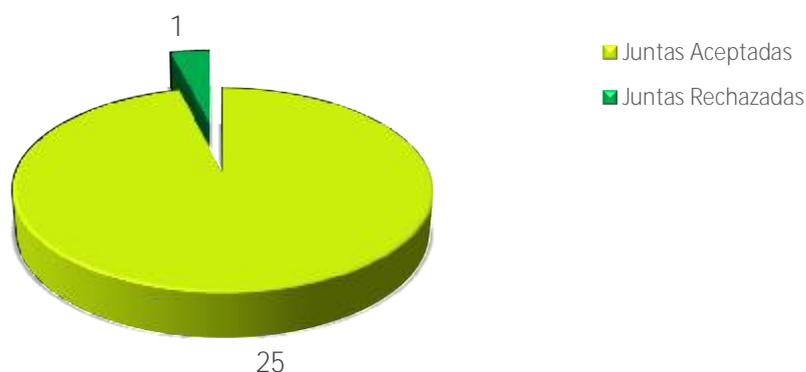


Figura 26. Resultado de inspección de juntas – Semana X.

Tabla 20

Resultado de inspección de juntas – Semana XI

Ítem	Reporte	Isométrico	Nº Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00163	0391-ML-06351-01B	J-6	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00163	0391-ML-06351-01B	J-7	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00164	0391-ML-06351-01B	J-10	Ninguna	---	Aceptado
4	PT-WS-BA-00164	0391-ML-06351-01B	J-11	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00165	0391-ML-06351-02C	J-36	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00165	0391-ML-06351-02C	J-37	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00166	0391-ML-06351-02C	J-40	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00166	0391-ML-06351-02C	J-41	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00167	0391-ML-06350-02C	J-23	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00167	0391-ML-06350-02C	J-24	Ninguna	---	Aceptado
11	PT-WS-BA-00168	0391-ML-06350-02C	J-27	Ninguna	---	Aceptado
12	PT-WS-BA-00168	0391-ML-06350-02C	J-28	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00169	0391-ML-06350-03A-1	J-46	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00169	0391-ML-06350-03A-1	J-47	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00170	0391-ML-06350-02B	J-29	Ninguna	---	Aceptado
16	PT-WS-BA-00170	0391-ML-06350-02B	J-30	Ninguna	---	Aceptado
17	PT-WS-BA-00171	0391-ML-06350-02B	J-33	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00171	0391-ML-06350-02B	J-34	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00172	0391-ML-06452-02C	J-23	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00172	0391-ML-06452-02C	J-24	Ninguna	---	Aceptado
21	PT-WS-BA-00173	0391-ML-06452-02C	J-29	Ninguna	---	Aceptado
22	PT-WS-BA-00173	0391-ML-06452-02C	J-30	Ninguna	---	Aceptado
23	PT-WS-BA-00174	0391-ML-06453-01A	J-4	Ninguna	---	Aceptado
24	PT-WS-BA-00174	0391-ML-06453-01A	J-5	Ninguna	---	Aceptado

25	PT-WS-BA-00175	0391-ML-06351-03B	J-47	Ninguna	---	Aceptado
26	PT-WS-BA-00175	0391-ML-06351-03B	J-48	Ninguna	---	Aceptado
27	PT-WS-BA-00176	0391-ML-06351-03B	J-51	Ninguna	---	Aceptado
28	PT-WS-BA-00176	0391-ML-06351-03B	J-52	Ninguna	---	Aceptado
29	PT-WS-BA-00177	0391-ML-06351-03C	J-53	Ninguna	---	Aceptado
30	PT-WS-BA-00177	0391-ML-06351-03C	J-54	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 30

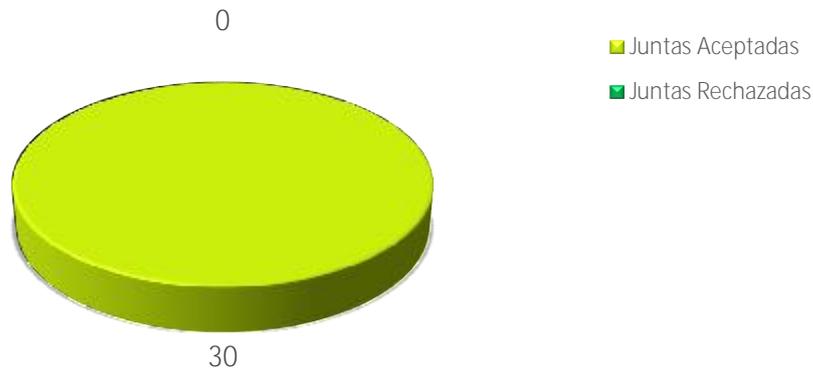


Figura 27. Resultado de inspección de juntas – Semana XI.

Tabla 21

Resultado de inspección de juntas – Semana XII

Ítem	Reporte	Isométrico	Nº Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00177	0391-ML-06453-02A	J-22	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00177	0391-ML-06453-02A	J-23	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00177	0391-ML-06453-02A	J-28	Ninguna	---	Aceptado
4	PT-WS-BA-00177	0391-ML-06453-02A	J-29	Ninguna	---	Aceptado
5	PT-WS-BA-00178	0391-ML-06451-01A	J-4	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00178	0391-ML-06451-01A	J-5	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00179	0391-ML-06452-03A-1	J-62	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00179	0391-ML-06452-03A-1	J-63	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 8

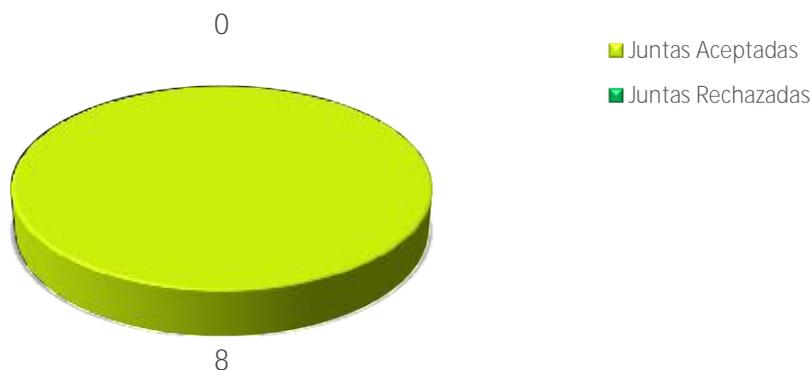


Figura 28. Resultado de inspección de juntas – Semana XII.

Tabla 22

Resultado de inspección de juntas – Semana XIII

Ítem	Reporte	Isométrico	N° Junta	Indicaciones	Dimensión	Resultado
1	PT-WS-BA-00178	0391-ML-06452-02B	J-35	Ninguna	---	Aceptado
2	PT-WS-BA-00178	0391-ML-06452-02B	J-36	Ninguna	---	Aceptado
3	PT-WS-BA-00179	0391-ML-06452-02B	J-30	Ninguna	---	Aceptado
4	PT-WS-BA-00179	0391-ML-06452-02B	J-31	Lineal	1.3 mm	Aceptado
5	PT-WS-BA-00180	0391-ML-06351-02B	J-30	Ninguna	---	Aceptado
6	PT-WS-BA-00180	0391-ML-06351-02B	J-31	Ninguna	---	Aceptado
7	PT-WS-BA-00181	0391-ML-06351-02B	J-34	Ninguna	---	Aceptado
8	PT-WS-BA-00181	0391-ML-06351-02B	J-35	Ninguna	---	Aceptado
9	PT-WS-BA-00182	0391-ML-06350-03C	J-56	Ninguna	---	Aceptado
10	PT-WS-BA-00182	0391-ML-06350-03C	J-57	Ninguna	---	Aceptado
11	PT-WS-BA-00183	0391-ML-06350-03C	J-60	Lineal	0.4 mm	Aceptado
12	PT-WS-BA-00183	0391-ML-06350-03C	J-61	Ninguna	---	Aceptado
13	PT-WS-BA-00184	0391-ML-06452-01C	J-5	Ninguna	---	Aceptado
14	PT-WS-BA-00184	0391-ML-06452-01C	J-6	Ninguna	---	Aceptado
15	PT-WS-BA-00185	0391-ML-06452-01C	J-11	Ninguna	---	Aceptado
16	PT-WS-BA-00185	0391-ML-06452-01C	J-12	Ninguna	---	Aceptado
17	PT-WS-BA-00186	0391-ML-06453-03C	J-59	Ninguna	---	Aceptado
18	PT-WS-BA-00186	0391-ML-06453-03C	J-60	Ninguna	---	Aceptado
19	PT-WS-BA-00187	0391-ML-06453-03C	J-53	Ninguna	---	Aceptado
20	PT-WS-BA-00187	0391-ML-06453-03C	J-54	Ninguna	---	Aceptado
21	PT-WS-BA-00188	0391-ML-06350-03B	J-54	Ninguna	---	Aceptado
22	PT-WS-BA-00188	0391-ML-06350-03B	J-55	Ninguna	---	Aceptado
23	PT-WS-BA-00189	0391-ML-06350-03B	J-48	Ninguna	---	Aceptado
24	PT-WS-BA-00189	0391-ML-06350-03B	J-49	Ninguna	---	Aceptado

Total de juntas inspeccionadas - 24

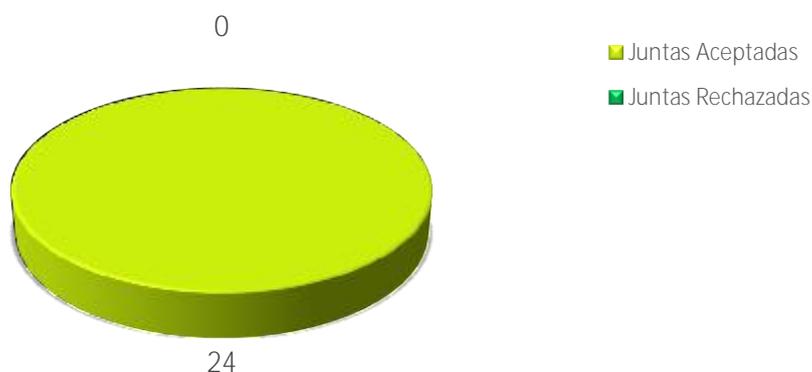


Figura 29. Resultado de inspección de juntas – Semana XIII.

4.1.8. Elaboración de diseño de plan de puntos de inspección.

Un correcto diseño del PPI (Programa de Puntos de Inspección), permite realizar una correcta evaluación de los puntos críticos de inspección a ejecutarse en las juntas soldadas de las tuberías del proyecto en estudio. Para realizar el PPI, este se debe de apoyar en los Planos Isométricos de las Tuberías perteneciente al Proyecto, de ello se desprende las ubicaciones espacial y física de las juntas a evaluarse; en el Anexo 6 se detalla el Programa de Puntos de Inspección elaborado y aplicado durante la recolección de datos que sirven de base al presente trabajo de investigación.

4.1.9. Variables esenciales de Tintes Penetrantes.

Durante la inspección de las juntas soldadas se cumplió lo estipulado en el “Procedimiento de Ensayo de Tintes Penetrantes Según ASME B31.3-2018”, siendo los parámetros aplicados los mostrados en el cuadro siguiente; logrando garantizar la correcta evaluación de las juntas soldadas.

Tabla 23
Parámetros esenciales

PARAMETROS	ESPECIFICACIÓN
Material a inspeccionar	Tuberías A105/A53GR B
Material penetrante	Método C - Tipo II
Condición de superficie	Libre de oxido, grasas y pinturas
Temperatura de ensayo	15 °C – 30 °C (Anexo 1)
Tiempo de permanencia – Removedor	5 minutos
Tiempo de permanencia – Penetrante	5 minutos (Anexo 1)
Tiempo de permanencia – Revelador	10 minutos (Anexo 1)
Tipo de Luz	Natural
Intensidad de Luz	>1000 lux

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

- Mediante el Ensayo de Tintes Penetrantes, aplicadas a las juntas soldadas de las tuberías del proyecto Carbon Steel Pipes and Spools, se lograron detectar un total de 23 discontinuidades de acuerdo a los reportes de inspección, que se resumen en las tablas siguientes:

Tabla 24
Resumen de resultados de inspección por PT

Semana	Total de Juntas Inspeccionadas	Discontinuidades Detectadas			Tipos de Discontinuidades
		Rechazadas	Aceptadas	Total	
I	17	3	1	4	Lineal/Redondeada
II	20	4	0	4	Lineal
III	34	2	2	4	Lineal/Redondeada
IV	30	3	1	4	Lineal
V	35	1	1	2	Lineal
VI	37	0	0	0	---
VII	23	1	0	1	Lineal
VIII	20	0	0	0	---
IX	20	0	0	0	---
X	26	1	1	2	Lineal
XI	30	0	0	0	---
XII	8	0	0	0	---
XIII	24	0	2	2	Lineal
Total	324	15	8	23	

Tabla 25
Discontinuidades detectadas

Ítem	Isométrico	N° Junta	Tipo	Discontinuidad	
				Dimensión	Resultado
1	0310-WF-06110-01A	J-01	Lineal	0.8 mm	Aceptado
2	0310-WF-06102-01A	J-02	Lineal	1.6 mm	Rechazado
3	0310-WP-06914-02A	J-30	Redondeada	6.0 mm	Rechazado
4	0310-WP-06914-02A	J-33	Lineal	1.8 mm	Rechazado
5	0310-CR-06117-01A-1	J-02	Lineal	1.5 mm	Rechazado
6	0310-WP-06914-03B	J-43	Lineal	2.1 mm	Rechazado
7	0310-WP-06914-04B	J-68	Lineal	2.0 mm	Rechazado
8	0310-WP-06914-04A	J-74	Lineal	1.9 mm	Rechazado
9	0310-CW-06109-01B	J-8	Lineal	1.80 mm	Rechazado
10	0310-CW-06107-04A	J-54	Lineal	1.5 mm	Rechazado
11	0310-CW-06109-03B	J-48	Redondeada	3.0 mm	Aceptado
12	0310-CW-06109-01C	J-11	Redondeada	1.2 mm	Aceptado
13	0310-CW-06111-03D	J-57	Lineal	1.7 mm	Rechazado
14	0310-WP-06914-04B	J-63	Lineal	2.1 mm	Rechazado
15	0310-CW-06111-02A	J-44	Lineal	0.5 mm	Aceptado
16	0310-CR-06401-01D	J-8	Lineal	1.9 mm	Rechazado
17	0310-CR-06104-01A	J-12	Lineal	2.0 mm	Rechazado
18	0310-CW-06111-04B	J-87	Lineal	1.0 mm	Aceptado
19	0310-CW-06107-03A	J-48	Lineal	1.6 mm	Rechazado
20	0391-ML-06350-01B	J-15	Lineal	1.6 mm	Rechazado
21	0391-ML-06453-02B	J-30	Lineal	1.0 mm	Aceptado
22	0391-ML-06452-02B	J-31	Lineal	1.3 mm	Aceptado
23	0391-ML-06350-03C	J-60	Lineal	0.4 mm	Aceptado

Total de discontinuidades detectadas

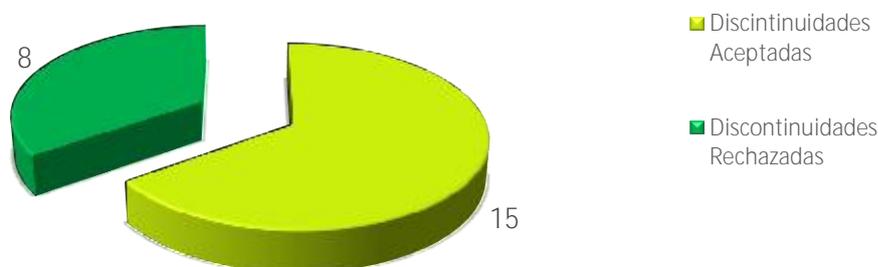


Figura 30. Total de discontinuidades detectadas.

- Según especificaciones del Código ASME (2018) en su Capítulo VI, ítem 344.4.2 Acceptance Criteria; indica que: “Solo las indicaciones que tengan alguna dimensión superior a 1,5 mm (1/16 pulg.) se considerarán relevantes”. En relación a esto, el mismo código establece los criterios de aceptación, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 26
Criterio de Aceptación PT, ASME B31.3-2018

INDICACIONES	EXAMEN
<ul style="list-style-type: none"> • Una indicación lineal es aquella que tiene una longitud mayor que tres veces su ancho. • Una indicación redondeada es una de forma circular o elíptica con una longitud igual o menor que tres veces su ancho. 	<p>Todas las superficies a examinar deben estar libres de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indicaciones lineales relevantes. • Indicaciones redondeadas relevantes > 5,0 mm (1/16 pulg.) • Cuatro o más indicaciones redondeadas relevantes en una línea separada por 1,5 mm (3/16 pulg.) o menos, de borde a borde.

- De los resultados obtenidos 8 discontinuidades fueron aceptadas ya que se encuentran dentro de los parámetros máximos especificado por el Código ASME, el cual considera que estas no tienen efecto negativo para los requerimientos de trabajo que deben cumplir las tuberías.
- 15 discontinuidades tanto lineales como redondeadas, excedieron los límites máximos que establece el código, por lo tanto; estas fueron rechazadas debido a que pueden ocasionar problemas de resistencia mecánica a las tuberías durante su puesta en servicio. Dichas discontinuidades pasaron a su corrección y su posterior reinspección de acuerdo a los procedimientos establecidos para el caso.

- El documento “*Procedimiento de Ensayo de Tintes Penetrantes Según ASME B31.3-2018*”, (anexo 5) elaborado y aprobado por la empresa tiene como alcance “*Cubrir los requerimientos mínimos para la aplicación de la técnica de ensayo no destructivo mediante líquidos penetrantes visibles removibles con solvente (Tipo II – Método C), utilizado para la detección de indicaciones abiertas a la superficie en tuberías y soldaduras en proceso de fabricación y/o mantenimiento*”
- La elaboración del PPI (Programa de Puntos de Inspección) antes de la etapa de inspección de las juntas soldadas, nos da como resultado minimizar el tiempo de ejecución en dicha etapa, debido a que nos determina con anterioridad la ubicación espacial de las juntas soldadas y su rápida ubicación, así mismo el cumplimiento del plan de calidad elaborado para este proyecto a cargo del Área de Calidad, llevando un control ordenado y secuencial del mismo.
- El “*Procedimiento de Ensayo de Tintes Penetrantes Según ASME B31.3-2018*”, exige el cumplimiento y aplicación de variables esenciales para la buena y correcta evaluación de las juntas soldadas; siendo esta parte crucial del proceso para lograr una buena inspección de las juntas soldadas y garantizar su correcta evaluación. EL control de las variables como son, tipo de material a inspeccionar, temperatura ambiente, tipo de material penetrante, tiempo de aplicación, etc., influyen en la obtención correcta de los datos obtenidos. EL cumplimiento de los códigos que gobiernan cada proceso del proyecto ayuda a que las variables elegidas sean los correctos.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.

- El cumplimiento de lo estipulados en los códigos de construcción, fabricación, ensayo, etc. que se adoptan para cada proyecto en particular nos permite garantizar una correcta aplicación de los parámetros exigidos y por ende una evaluación y resultados fiables.
- La elaboración de un plan de trabajo detallado para la aplicación de los ensayos no destructivos usados en la inspección de elementos soldados durante las distintas etapas de producción ayuda en gran medida en garantizar el cumplimiento del Plan de Calidad.
- EL PPI (Programa de Puntos de Inspección), es esencial para una correcta ubicación de los puntos a evaluarse, disminuyendo en gran medida los errores de toma de datos, que conllevarían a una errónea evaluación de las juntas soldadas.
- Los reportes de inspección cumplen con los estándares exigidos por el código ASME, detallando la información primordial y esencial requerido para la evaluación correcta de las discontinuidades encontradas y el procesamiento adecuado de los datos detallados en ellos.
- Parte esencial durante la inspección de las juntas soldadas es el factor humano, el cual debe tener la capacidad mínima necesaria para realizar el trabajo encomendado, en ese sentido el código ASME B31.3-2018 exige que estas deben ser realizadas por un examinador NDT Nivel I, encargado de llevar a cabo la inspección de acuerdo al

procedimiento aprobado para el trabajo, bajo la supervisión de un inspector NDT Nivel II o NDT Nivel III.

- El control adecuado de las variables de inspección por Tintes Penetrantes, garantizan la calidad y correcta evaluación de las juntas soldadas.

6.2. RECOMENDACIONES.

- La elaboración de Procedimientos de Trabajo para las distintas etapas y/o trabajo a realizarse durante la evaluación va a garantizar el fiel cumplimiento de los códigos adoptados.
- Durante la inspección y aplicación de los ensayos de tintes penetrantes se debe tener en cuenta ciertos parámetros externos al ensayo, como es las condiciones ambientales, condición humana, etc.
- La aplicación de Ensayos No Destructivos del tipo volumétrico, ayudaría en tener una mejor perspectiva de posibles discontinuidades volumétricas adquiridas durante el proceso de soldeo, las cuales no se pueden detectar mediante el Ensayo de Tintes Penetrantes.
- Una correcta interpretación de los PPI, y planos isométricos de las tuberías, eliminan los posibles errores de evaluación de las juntas soldadas, por ende, el personal encargado de su supervisión debe estar capacitado.

CAPITULO VII: REFERENCIAS

7.1. FUENTES BIBLIOGRAFICAS.

American Society of Mechanical Engineers. (2018). *ASME 31.3-2018 Process Piping - ASME*. New York, USA. Recuperado el Enero de 2020, de <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/b31-3>

American Iron And Steel Institute. (s.f.). *American Iron and Steel Institute*. (The New Steel) Recuperado el Enero de 2020, de <https://www.steel.org/>

ASTM International. (2012). *ASTM E165/165M-12 Standard Practice for Liquid Penetrant Examination for General Industry*. West Conshohocken, Pensilvania, USA. Recuperado el Enero de 2020, de <https://www.astm.org>

Baldárrago Berroa, R. (2015). *Inspección visual y líquidos penetrantes en uniones soldadas*. Tesis de pre grado, Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos, Arequipa, Perú. Recuperado el Enero de 2020, de <http://repositorio.unsa.edu.pe>

Ceron Ramos, B. (2019). *Control de calidad de soldadura industriales mediante Ensayos No Destructivos (END)*. Tesis de pre grado, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, Ayacucho, Perú. Recuperado el Noviembre de 2019, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/>

Izurieta Yáñez, S. (2017). *Evaluación de defectos y discontinuidades de la soldadura por medio de la aplicación de Ensayos No Destructivos, en la fabricación de tuberías de 3000 mm de diámetro*. Tesis de pre grado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Ingeniería Industrial, Guayaquil, Ecuador. Recuperado el Enero de 2020, de <https://dspace.ups.edu.ec/>

Rodríguez Rendón, V. (2017). *Diseño de una línea de inspección mediante líquidos penetrantes para piezas de aluminio en la industria aeronáutica*. Tesis de pregrado, Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias, Cádiz, España. Recuperado el Enero de 2020, de <https://rodin.uca.es>

Suarez, P. R. (2017). *Valorización de los cordones de soldadura en las tuberías de proceso mediante la inspección de tintas penetrantes, gammagrafía industrial y ultrasonido avanzado en la Planta de almacenamiento de GLP ubicado en Monteverde, Provincia de Santa Elena*. Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ingeniería Industrial, Santa Elena, Ecuador. Recuperado el Enero de 2020, de <https://repositorio.upse.edu.ec>

ANEXOS

Anexo 1

Extracto Norma ASTM E165/165M-12



- E1418 Practice for Visible Penetrant Testing Using the Water Washable Process
- E2297 Guide for Use of UV-A and Visible Light Sources and Meters used in the Liquid Penetrant and Magnetic Particle Methods
- 2.2 *ASNT Document:*⁴
- SNT-TC-1A Recommended Practice for Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification
- ANSI/ASNT CP-189 Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel
- 2.3 *Military Standard:*
- MIL-STD-410 Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification⁵
- 2.4 *APIA Standard:*
- 429 Method for the Examination of Water and Wastewater⁶
- 2.5 *ATA Standard:*
- NAS 410 Certification and Qualification of Nondestructive Test Personnel⁷
- 2.6 *SAL Standards:*⁸
- AMS 2644 Inspection Material, Penetrant
- QPI-AMS-2644 Qualified Products of Inspection Materials, Penetrant

3. Terminology

3.1 The definitions relating to liquid penetrant examination, which appear in Terminology E1316, shall apply to the terms used in this practice.

4. Summary of Practice

4.1 Liquid penetrant may consist of visible or fluorescent material. The liquid penetrant is applied evenly over the surface being examined and allowed to enter open discontinuities. After a suitable dwell time, the excess surface penetrant is removed. A developer is applied to draw the entrapped penetrant out of the discontinuity and stain the developer. The test surface is then examined to determine the presence or absence of indications.

Norm 1. The developer may be omitted by agreement between the contracting parties.

Norm 2. Fluorescent penetrant examination shall not follow a visible penetrant examination unless the procedure has been qualified in accordance with 10.2, because visible dyes may cause deterioration or quenching of fluorescent dyes.

4.2 Processing parameters, such as surface precleaning, penetrant dwell time and excess penetrant removal methods, are dependent on the specific materials used, the nature of the part under examination, (that is, size, shape, surface condition, alloy) and type of discontinuities expected.

5. Significance and Use

5.1 Liquid penetrant testing methods indicate the presence, location and, to a limited extent, the nature and magnitude of the detected discontinuities. Each of the various penetrant methods has been designed for specific uses such as critical service items, volume of parts, portability or localized areas of examination. The method selected will depend accordingly on the design and service requirements of the parts or materials being tested.

6. Classification of Penetrant Materials and Methods

6.1 Liquid penetrant examination methods and types are classified in accordance with MIL-I-25135 and AMS 2644 as listed in Table 1.

6.2 *Fluorescent Penetrant Testing (Type I)* Fluorescent penetrant testing utilizes penetrants that fluoresce brilliantly when excited by black light (UVA). The sensitivity of fluorescent penetrants depends on their ability to be retained in the various size discontinuities during processing, and then to bleed out into the developer coating and produce indications that will fluoresce. Fluorescent indications are many times brighter than their surroundings when viewed under appropriate black light illumination.

6.3 *Visible Penetrant Testing (Type 2)* Visible penetrant testing uses a penetrant that can be seen in visible light. The penetrant is usually red, so that resultant indications produce a definite contrast with the white background of the developer. Visible penetrant indications must be viewed under adequate white light.

7. Materials

7.1 *Liquid Penetrant Testing Materials* consist of fluorescent or visible penetrants, emulsifiers (oil-base and water-base), removers (water and solvent), and developers (dry powder, aqueous and nonaqueous). A family of liquid penetrant examination materials consists of the applicable penetrant and emulsifier, as recommended by the manufacturer. Any liquid penetrant, remover and developer listed in QPI-25135/QPI-AMS2644 can be used, regardless of the manufacturer. Inter-mixing of penetrants and emulsifiers from different manufacturers is prohibited.

Norm 3. Refer to 9.1 for special requirements for sulfur, halogen and alkali metal content.

Norm 4. While approved penetrant materials will not adversely affect common metallic materials, some plastics or rubbers may be swollen or stained by certain penetrants.

7.2 Penetrants:

TABLE 1 Classification of Penetrant Examination Types and Methods

Type I—Fluorescent Penetrant Examination
Method A—Water-washable (see Test Method E1205)
Method B—Post-removalable, lipophilic (see Test Method E1208)
Method C—Solvent removable (see Test Method E1210)
Method D—Post-removalable, hydrophilic (see Test Method E1210)
Type II—Visible Penetrant Examination
Method A—Water-washable (see Test Method E1218)
Method C—Solvent removable (see Test Method E1220)

⁴ Available from American Society for Nondestructive Testing (ASNT), P.O. Box 28518, 1711 Arlington Ln., Columbus, OH 43228-0518, <http://www.asnt.org>.

⁵ Available from Standardization Documents Order Desk, DODSDP, Bldg. 4, Section D, 700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-5098, <http://www.dodssp.daps.mil>.

⁶ Available from American Public Health Association, Publication Office, 1015 Fifteenth Street, N.W., Washington, DC 20005.

⁷ Available from Aerospace Industries Association of America, Inc. (AIAA), 1000 Wilson Blvd., Suite 1700, Arlington, VA 22209-3928, <http://www.aiaa-aerospace.org>.

⁸ Available from Society of Automotive Engineers (SAE), 400 Commonwealth Dr., Warrendale, PA 15096-0001, <http://www.sae.org>.

NOTE 7—Sand or shot blasting can close discontinuities in extreme care should be taken to avoid masking discontinuities. Under certain circumstances, however, grit blasting with certain air pressures and/or mediums may be acceptable without subsequent etching when agreed by the contracting parties.

NOTE 8—Surface preparation of structural or electronic ceramics for penetrant testing by grinding, sand blasting and etching is not recommended because of the potential for damage.

8.4 *Precleaning*—The success of any penetrant examination procedure is greatly dependent upon the surrounding surface and discontinuity being free of any contaminant (solid or liquid) that might interfere with the penetrant process. All parts or areas of parts to be examined must be clean and dry before the penetrant is applied. If only a section of a part, such as a weld, including the heat affected zone is to be examined, all contaminants shall be removed from the area being examined as defined by the contracting parties. "Clean" is intended to mean that the surface must be free of rust, scale, welding flux, weld spatter, grease, paint, oily films, dirt, and so forth, that might interfere with the penetrant process. All of these contaminants can prevent the penetrant from entering discontinuities (see Annex on Cleaning of Parts and Materials).

8.4.1 *Drying after Cleaning*—It is essential that the surface of parts be thoroughly dry after cleaning, since any liquid residue will hinder the entrance of the penetrant. Drying may be accomplished by warming the parts in drying ovens, with infrared lamps, forced hot air, or exposure to ambient temperature.

NOTE 9—Residues from cleaning processes such as strong alkalis, pickling solutions and chromates, in particular, may adversely react with the penetrant and reduce its sensitivity and performance.

8.5 *Penetrant Application*—After the part has been cleaned, dried, and is within the specified temperature range, the penetrant is applied to the surface to be examined so that the entire part or area under examination is completely covered with penetrant. Application methods include dipping, brushing, flooding, or spraying. Small parts are quite often placed in suitable baskets and dipped into a tank of penetrant. On larger parts, and those with complex geometries, penetrant can be applied effectively by brushing or spraying. Both conventional and electrostatic spray guns are effective means of applying liquid penetrants to the part surfaces. Not all penetrant materials are suitable for electrostatic spray applications, so tests

should be conducted prior to use. Electrostatic spray application can eliminate excess liquid build-up of penetrant on the part, minimize overspray, and minimize the amount of penetrant entering hollow-cored passages which might serve as penetrant reservoirs, causing severe bleedout problems during examination. Aerosol sprays are conveniently portable and suitable for local application.

NOTE 10—With spray applications, it is important that there be proper ventilation. This is generally accomplished through the use of a properly designed spray booth and exhaust system.

8.5.1 *Penetrant Dwell Time*—After application, allow excess penetrant to drain from the part (care should be taken to prevent pools of penetrant from forming on the part), while allowing for proper penetrant dwell time (see Table 2). The length of time the penetrant must remain on the part to allow proper penetration should be as recommended by the penetrant manufacturer. Table 2, however, provides a guide for selection of penetrant dwell times for a variety of materials, forms, and types of discontinuities. Unless otherwise specified, the dwell time shall not exceed the maximum recommended by the manufacturer.

8.6 *Penetrant Removal*

8.6.1 *Water Washable (Method A):*

8.6.1.1 *Removal of Water Washable Penetrant*—After the required penetrant dwell time, the excess penetrant on the surface being examined must be removed with water. It can be removed manually with a coarse spray or wiping the part surface with a dampened rag, automatic or semi-automatic water-spray equipment, or by water immersion. For immersion rinsing, parts are completely immersed in the water bath with air or mechanical agitation.

(a) The temperature of the water shall be maintained within the range of 50° to 100°F [10° to 38°C].

(b) Spray-rinse water pressure shall not exceed 40 psi [275 kPa]. When hydro-air pressure spray guns are used, the air pressure should not exceed 25 psi [172 kPa].

NOTE 11—Overwashing should be avoided. Excessive washing can cause penetrant to be washed out of discontinuities. With fluorescent penetrant methods perform the manual rinsing operation under black light so that it can be determined when the surface penetrant has been adequately removed.

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 125°F [10° to 52°C]. For temperatures between 40° and 50°F [4.4° and 10°C], recommend a minimum dwell time of 20 minutes.

^b Maximum penetrant dwell time in accordance with 3.5.1.

^c Development time begins as soon as wet developer coating has dried on surface of parts (recommended minimum). Maximum development time in accordance with 8.3.5.

Anexo 2

Ficha Técnica – Penetrante CANTESCO P101S-A

INFORMACIÓN TÉCNICA - ANÁLISIS TÍPICO

PRODUCTO INSPECCIÓN DE TINTURA PENETRANTE CANTESCO® – TINTURA PENETRANTE VISIBLE P101S-A – LAVABLE CON SOLVENTE

APLICACIÓN Tintura roja penetrante, lavable con solvente indica las fallas superficiales contra el fondo del polvillo blanco de revelado. Sin solventes clorinados, cumple con los requisitos de contenido de halógeno y cloruro de la sección V de la ASME.

COMPOSICIÓN Tintura penetrante roja basada en solventes de hidrocarburos de petróleo. Los siguientes resultados son un análisis típico del P101S-A:

PRUEBA	RESULTADOS	MÉTODO
Azufre	<1% por peso	ASTM D-129 / D-516 (B)
Fluoruro	<1% por peso	ASTM D-808 / D-1179 (B)
Cloruro	<1% por peso	ASTM D-808 / D-512
Halógeno Total	<1% por peso	ASTM T-641

ENVASE Formato listo para usar, disponible en tarros de aerosol

ITEM	CÓDIGO	TAMAÑO	CANTIDAD POR CAJA
P101S-A	099913-10020	Tarros de aerosol de 16 oz	12 tarros por caja

DURACIÓN La duración de este producto es actualmente tres años desde la fecha de fabricación. El número de lote está en forma legible (AAAAMM###) y los últimos cuatro dígitos representan el número de lote de un mes dado.

SDS Existe una Hoja de Datos de Seguridad del Material (SDS) disponible para este producto. Para recibir una copia, envíenos un e-mail a msds@cantesco.com y solicite una hoja SDS para P101S-A AEROSOL.

P y R Para respuestas sobre cómo usar los materiales de INSPECCIÓN POR TINTURA PENETRANTE CANTESCO® pida una copia de nuestro folleto INSTRUCCIONES PARA EL USO DE TINTURAS PENETRANTES. Para obtener una lista completa de productos solicite una copia de nuestro CATÁLOGO DE PRODUCTOS DE SOLDADURA. Para información adicional visítenos en www.cantesco.com. Para recibir una copia de los métodos de prueba ASTM para el contenido de halógeno y cloruro (azufre, fluoruro y cloruro) tome contacto con www.astm.org de ASTM.

CERTIFICACIONES Kemper System es una empresa certificada bajo las denominaciones ISO 9001: 2008 y ISO 14001: 2004.

CANTESCO®
welding chemical products



FORMULARIO:
P101S-TECH.SPA

REV: 12/16

FOR FAVOR TOMAR NOTA: El uso del producto y las condiciones de su uso están más allá del control de KEMPER SYSTEM AMERICA. La garantía de los materiales está limitada a los resultados de pruebas de desempeño del producto según se detalla en los certificados de cumplimiento. La interpretación de los resultados de pruebas es responsabilidad del usuario final. No se otorgan otras garantías, ni expresas ni implícitas. Para obtener detalles adicionales sobre nuestros términos y condiciones solicite una copia de nuestro formulario QSF 219 New Account Package.

KEMPER SYSTEM AMERICA, INC. • WELDING PRODUCTS DIVISION • WWW.CANTESCO.COM

PENETRANT

Anexo 3
Ficha Técnica – Revelador CANTESCO D101 - A

INFORMACIÓN TÉCNICA - ANÁLISIS TÍPICO

PRODUCTO INSPECCIÓN POR TINTURA PENETRANTE CANTESCO® – POLVILLO DE REVELADO D101 – HÚMEDO NO ACUOSO

APLICACIÓN El aerosol D101-A es un polvillo de revelado húmedo, no acuoso, que se rocía en blanco para indicaciones de tinturas rojas. El producto cumple con las reglamentación sobre porcentajes de halógenos y cloruro del Artículo V del ASME.

COMPOSICIÓN Polvillo de revelado blanco suspendido en base de solvente. Los siguientes resultados son un análisis típico del D101-A:

PRUEBA	RESULTADOS	METODO
Azufre	<1% por peso	ASTM D-129 / D-516 (B)
Fluoruro	<1% por peso	ASTM D-808 / D-1179 (B)
Cloruro	<1% por peso	ASTM D-808 / D-512
Halógeno Total	<1% por peso	ASTM T-641

ENVASE Formato listo para usar disponible en prácticos tarros en aerosol

ITEM	CÓDIGO	TAMAÑO	CANTIDAD POR CAJA
D101-A	699813-10370	Tarro de aerosol de 16 oz	12 tarros por caja

DURACIÓN La duración de este producto es actualmente tres años desde la fecha de fabricación. El número de lote está en forma legible (AAAAMM####) y los últimos cuatro dígitos es el número de lote de un mes dado.

SDS Existe una Hoja de Datos de Seguridad del Material (SDS) disponible para este producto. Para recibir una copia, envíenos un e-mail a msds@cantesco.com y solicite una hoja SDS para D101-A AEROSOL .

P y R Para respuestas sobre cómo usar los materiales de INSPECCION POR TINTURA PENETRANTE CANTESCO® pida una copia de nuestro folleto INSTRUCCIONES PARA EL USO DE TINTURAS PENETRANTES. Para obtener una lista completa de productos solicite una copia de nuestro CATÁLOGO DE PRODUCTOS DE SOLDADURA. Para información adicional visítenos en www.cantesco.com. Para recibir una copia de los métodos de prueba ASTM para el contenido de halógeno y cloruro (azufre, fluoruro y cloruro) tome contacto con www.astm.org de ASTM.

CERTIFICACIONES Kemper System es una empresa certificada bajo las denominaciones ISO 9001: 2008 y ISO 14001: 2004.

CANTESCO®
welding chemical products



FORMULARIO:
D101-TECH.SPA

REV: 12/16

FOR FAVOR TOMAR NOTA: El uso del producto y las condiciones de su uso están más allá del control de KEMPER SYSTEM AMERICA. La garantía de los materiales está limitada a los resultados de pruebas de desempeño del producto según se detalla en los certificados de cumplimiento. La interpretación de los resultados de pruebas es responsabilidad del usuario final. No se otorgan otras garantías, ni expresas ni implícitas. Para obtener detalles adicionales sobre nuestros términos y condiciones envíe una copia de nuestro formulario QSF 219 New Account Package.

KEMPER SYSTEM AMERICA, INC. • WELDING PRODUCTS DIVISION • WWW.CANTESCO.COM

DEVELOPER

Anexo 4
Ficha Técnica – Removedor CANTESCO C101 - A

INFORMACIÓN TÉCNICA - ANÁLISIS TÍPICO

PRODUCTO INSPECCIÓN POR TINTURA PENETRANTE CANTESCO® – LIMPIADOR AL SOLVENTE C101 – ESTÁNDAR

APLICACIÓN El aerosol C101-A es una mezcla de solventes de hidrocarburos del petróleo sin clorinados. El producto cumple con las reglamentación sobre porcentajes de alógenos y cloruro del Artículo V del ASME. Se trata de un limpiador de solventes que quita la tintura roja penetrante y los polvillos de revelado. Puede usarse para limpieza de piezas antes de aplicar la tintura roja penetrante, para quitar los penetrantes luego de pasado el tiempo de permanencia, y para limpieza final luego de dejar constancia de algún defecto y su análisis.

COMPOSICIÓN

PRUEBA	RESULTADOS	METODO
Azufre	<1% por peso	ASTM D-129 / D-516 (B)
Fluoruro	<1% por peso	ASTM D-808 / D-1179 (B)
Cloruro	<1% por peso	ASTM D-808 / D-512
Halógeno Total	<1% por peso	ASME T-641

ENVASE Formato listo para usar disponible en tarros de aerosol.

ITEM	CODIGO	TAMANO	CANTIDAD POR CAJA
C101-A	699913-10385	Tarros de aerosol de 16 oz.	12 tarros por caja.

DURACIÓN La duración de este producto es actualmente tres años desde la fecha de fabricación. El número de lote es en formato legible (AAAAMM####) y los últimos cuatro dígitos representan el número de lote de un mes dado.

SDS Existe una Hoja de Datos de Seguridad del Material (SDS) disponible para este producto. Para recibir una copia, envíenos un e-mail a msds@cantesco.com y solicite una hoja SDS para C101-A AEROSOL.

P y R Para respuestas sobre cómo usar los materiales de INSPECCIÓN POR TINTURA PENETRANTE CANTESCO® pida una copia de nuestro folleto INSTRUCCIONES PARA EL USO DE TINTURAS PENETRANTES. Para obtener una lista completa de productos solicite una copia de nuestro CATÁLOGO DE PRODUCTOS DE SOLDADURA. Para información adicional visítenos en www.cantesco.com. Para recibir una copia de los métodos de prueba ASTM para el contenido de halógeno y cloruro (azufre, fluoruro y cloruro) tome contacto con www.astm.org de ASTM.

CERTIFICACIONES Kemper System es una empresa certificada bajo las denominaciones ISO 9001: 2008 y ISO 14001: 2004.

CANTESCO®
welding chemical products



FORMULARIO:
C101-TECH.SPA

REV: 12/16

FOR FAVOR TOMAR NOTA: El uso del producto y las condiciones de su uso están más allá del control de KEMPER SYSTEM AMERICA. La garantía de los materiales está limitada a los resultados de pruebas de desempeño del producto según se detalla en los certificados de cumplimiento. La interpretación de los resultados de pruebas es responsabilidad del usuario final. No se otorgan otras garantías, ni expresas ni implícitas. Para obtener detalles adicionales sobre nuestros términos y condiciones solicite una copia de nuestro formulario Q&F 311 Free Account Package.

KEMPER SYSTEM AMERICA, INC. • WELDING PRODUCTS DIVISION • WWW.CANTESCO.COM

CLEANER

Anexo 5
Procedimiento de Ensayo de Tintes Penetrantes Según ASME B31.3-2018

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: PR-MT-PT-001
		REV. 0
		FECHA: 12/08/19
		PAG. 1 de 11

**PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES
PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3**

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

Este documento al ser impreso o estar ubicado fuera de la red de ADELSC, se considera "COPIA NO CONTROLADA"

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: FR-MT-PT-001
		REV. 0
		FECHA: 12/05/19
		PAG. 2 de 11

PROCEDIMIENTO GENERAL DE TINTES PENETRANTES

Esta página es el registro de las revisiones de este procedimiento, dado que en ocasiones una revisión deberá ser realizada. Solo las paginas revisadas serán reemplazadas. El resaltar las actualizaciones y brindar una descripción de las revisiones no será parte de este procedimiento.

RESPONSABILIDADES	PUESTO	FIRMA
Preparado por:	Coordinador de Ensayos METRAIN S.A.C.	
Revisado por:	ASNT NDT Level III	
Aprobado por:	ASNT NDT Level III	

TABLA DE REVISIONES								
REV.	DESCRIPCION DEL CAMBIO	FECHA DE APROBACION	PREPARADO POR		REVISADO POR		APROBADO POR	
			NOMBRE	FIRMA	NOMBRE	FIRMA	NOMBRE	FIRMA
0	Aplicación							
1	Revisión							
ESTADO DEL DOCUMENTO								
ORIGINAL DOCUMENTO CONTROLADO		<input type="checkbox"/>	COPIA CONTROLADA		<input type="checkbox"/>	COPIA NO CONTROLADA (SOLO INFORMACION)		<input type="checkbox"/>
EL PRESENTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE LA EMPRESA AM&SC, QUEDANDO PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, SIN EL PERMISO Y/O AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DE LA ORGANIZACIÓN.								

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

Este documento al ser impreso o estar ubicado fuera de la red de AM&SC, se considera "COPIA NO CONTROLADA"

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: FR-MT-PT-001
		REV. 0
		FECHA: 12/05/19
		PAG. 3 de 11

INDICE

1	OBJETIVO	4
2	ALCANCE	4
3	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
4	DEFINICIONES	4
5	GENERALIDADES	4
6	RESPONSABILIDADES	5
7	PROCEDIMIENTO	5
7.1	Material Penetrante.....	5
7.2	Temperatura de Ensayo	5
7.3	Preparación de Superficie	6
7.4	Aplicación de Penetrante	6
7.5	Tiempo de Penetración del Penetrante.....	6
7.6	Remoción del Exceso de Penetrante.....	7
7.7	Etapa de Secado Después de la Remoción del Penetrante.....	7
7.8	Aplicación del Revelador	7
7.9	Indicaciones del Líquido Penetrante.....	7
7.10	Evaluación de Indicaciones.....	7
8	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	8
9	MARCAJE	8
10	LIMPIEZA FINAL	9
11	REPORTE	9
12	LIMITACIONES	9
13	SEGURIDAD	9
14	ANEXOS	9

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

Este documento al ser impreso o estar ubicado fuera de la red de AM&SC, se considera "COPIA NO CONTROLADA"

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: FR-MT-PT-001
		REV. 0
		FECHA: 12/05/19
		PAG. 4 de 11

1. OBJETIVO

El presente procedimiento tiene como objetivo proveer al examinador instrucciones específicas a ser utilizadas durante el proceso del ensayo mediante la aplicación de líquidos penetrantes visibles removibles con solvente.

2. ALCANCE

Este procedimiento cubre los requerimientos mínimos para la aplicación de la técnica de ensayo no destructivo mediante líquidos penetrantes visibles removibles con solvente (Tipo II – Método C), utilizado para la detección de indicaciones abiertas a la superficie en tuberías y soldaduras en proceso de fabricación y/o mantenimiento.

El personal que aplique este ensayo, debe estar certificado Nivel I, II ó III de acuerdo con la especificación ASNT SNT-TC-1A (Práctica Recomendada para la calificación y certificación de personal en ensayos no destructivos de la sociedad norteamericana de ensayos no destructivos).

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

American Society of Mechanical Engineers

- B 31.3-2018 Process Piping.
- Sección V-2019, Artículo 6 Liquid Penetrant Examination.

American Society Nondestructive Testing.

- Recommended Practice No. SNT-TC-1A-2016.

American Society for Testing and Materials

- ASTM E165/E165M – 18

4. DEFINICIONES

Método del Penetrante Visible Removible con Solvente

Es un método de Ensayo No Destructivo que consiste en la aplicación de un líquido penetrante insoluble en agua, utilizado para la detección de discontinuidades abiertas a la superficie bajo la luz blanca o normal.

Inspector Nivel I, II ó III

Son profesionales de comprobada experiencia y entrenamiento, certificados por la ASNT.

Tiempo de Penetración (Dwell Time)

Es el lapso de tiempo, usualmente en minutos, necesario para que el líquido penetrante difunda en la discontinuidad. Esta variable es un factor de control en el ensayo que debe ser seguido cuidadosamente.

5. GENERALIDADES

El método de inspección con líquidos penetrantes, se basa en la capacidad de ciertos líquidos de penetrar en una cavidad por acción capilar. Este método se utiliza para detectar discontinuidades abiertas a la superficie en materiales sólidos no porosos, tales como solapes, grietas, porosidad, etc. Este método no detecta discontinuidades sub-superficiales.

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

Este documento al ser impreso o estar ubicado fuera de la red de AMASC, se considera "COPIA NO CONTROLADA"

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: FR-MT-PT-001
		REV. 0
		FECHA: 12/05/19
		PAG. 5 de 11

6. RESPONSABILIDADES

6.1. Requerimientos Del Personal.

El empleador es responsable de asegurarse que el personal de Ensayos No Destructivos haya sido calificado y certificado de acuerdo con la Práctica Escrita de MT-PT-001.

SNT-TC-1A debe ser usado como guía, para establecer la práctica escrita. Programas de Certificación Internacional, como el Programa Central de Certificación de la ASNT (ACCP), pueden ser usados para la examinación y demostración de los requerimientos de la Práctica Escrita del Empleador.

Recertificación debe ser de acuerdo a lo indicado en la Práctica Escrita del Empleador. Recertificación puede ser basada en la evidencia de continuidad satisfactoria del performance del inspector o por reexaminación.

6.2. Responsabilidades Específicas.

- Gerente General será responsable de la implementación y control del presente procedimiento.
- Examinador NDT Nivel III, responsable de la administración de las calificaciones y examinaciones del personal NDT.
- Responsabilidad del examinador NDT Nivel I, es llevar a cabo la inspección de acuerdo al presente procedimiento, bajo la supervisión de un inspector NDT Nivel II o NDT Nivel III,

- La responsabilidad de los examinadores calificados como NDT Nivel II o NDT Nivel III, es interpretar, evaluar y reportar los resultados de acuerdo al presente procedimiento, usando los criterios de aceptación correspondientes.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 Material Penetrante

- Solamente serán utilizados Líquidos Penetrantes Visibles removibles con solvente fabricados por fabricantes certificados.
- Solamente serán usados reveladores tipo no-acuoso.
- No se permite mezclar componentes de diferentes fabricantes o familias de Líquidos Penetrantes.

7.2 Temperatura de Ensayo

- Como técnica estándar, la temperatura del penetrante y la superficie de la pieza a procesar no debe ser inferior a 40 ° F (5 ° C) ni superior a 125 ° F (52 ° C) durante todo el periodo de examen. Se permite el calentamiento o enfriamiento local siempre que la temperatura de la pieza permanezca en el rango de 40 ° F a 125 ° F (5 ° C a 52 ° C) durante el examen.
- Donde no sea práctico cumplir con estas limitaciones de temperatura, se pueden usar otras temperaturas y tiempos, siempre que los procedimientos estén calificados como se especifica en T-653 (ASME Sec.V).

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

Este documento al ser impreso o estar ubicado fuera de la red de AMASC, se considera "COPIA NO CONTROLADA"

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: FR-MT-PT-001
		REV. 0
		FECHA: 12/05/19
		PAG. 6 de 11

7.3 Preparación de Superficie

- (a) En general, se pueden obtener resultados satisfactorios cuando la superficie de la pieza está en la condición de soldado, laminado, fundido o forjado. La preparación de la superficie mediante esmerilado, mecanizado u otros métodos puede ser necesaria cuando las irregularidades de la superficie puedan enmascarar las indicaciones.
- (b) Antes de cada examinación por tintes penetrantes, la superficie que se examinará y todas las áreas adyacentes dentro de al menos 1 pulg. (25 mm) deberán estar secas y libres de suciedad, grasa, pelusas, incrustaciones, flujo de soldadura, salpicaduras de soldadura, pintura, aceite y otras materiales extraños que podrían oscurecer las aberturas de la superficie o interferir con el examen.
- (c) Los agentes de limpieza típicos que se pueden usar son detergentes, disolventes orgánicos, soluciones desincrustantes y removedores de pintura. También se pueden utilizar métodos de desengrase y limpieza por ultrasonidos.
- (d) Los solventes de limpieza deben cumplir con los requisitos de T-641 (ASME Sec.V). El método de limpieza empleado es una parte importante del proceso de examen.

- Después de la limpieza, el secado de las superficies a examinar se debe realizar por evaporación normal o con aire caliente o frío forzado. Se debe establecer un periodo de tiempo mínimo para garantizar que la solución de limpieza se haya evaporado antes de la aplicación del penetrante.

7.4 Aplicación del Penetrante

- El penetrante puede ser aplicado por inmersión, brocha o rociado (spray).
- Debe tenerse extremo cuidado con el sobre rociado o exceso del penetrante en las áreas adyacentes, ya que puede causar falsa impresión de la indicación o excesiva limpieza después de finalizado el ensayo.

7.5 Tiempo de Penetración del Penetrante (Dwell Time)

El tiempo de penetración (reposo) es crítico. El tiempo mínimo de penetración debe ser el requerido en la Tabla 2 o calificado por demostración para aplicaciones específicas. El tiempo máximo de permanencia no debe exceder de 2 horas o según lo calificado por demostración para aplicaciones específicas. Independientemente de la duración del tiempo de permanencia, no se debe permitir que el penetrante se seque. Si por alguna razón el penetrante se seca, el procedimiento de examen debe repetirse, comenzando con una limpieza de la superficie de examen.

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

Este documento al ser impreso o estar ubicado fuera de la red de AME/SIC, se considera "COPIA NO CONTROLADA"

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: FR-MT-PT-001
		REV. 0
		FECHA: 12/05/19
		PAG. 7 de 11

7.6 Remoción del Exceso de Penetrante

- El exceso de penetrante debe ser removido con un trapo limpio y seco. El área debe limpiarse con un trapo humedecido con solvente hasta eliminar rastro del penetrante a la vista. El solvente removedor no debe ser rociado directamente sobre la superficie que se está examinando.
- La remoción del penetrante debe ejecutarse en un sitio con iluminación adecuada.

7.7 Etapa de Secado Después de la Remoción del Penetrante

- Para la técnica removible del solvente, las superficies pueden secarse por evaporación normal, transferencia, limpieza o aire forzado.

7.8 Aplicación del Revelador

- El tipo de revelador no-acuoso debe ser muy bien agitado para asegurar una adecuada dispersión de las partículas en suspensión.
- El revelador debe ser aplicado a la superficie seca mediante rociado (spray).
- El revelador puede aplicarse tan pronto el exceso de penetrante es removido. El secado del revelador debe ser por evaporación normal.
- El tiempo de revelado empieza una vez el revelador se encuentre seco (Ver Tabla 2).

7.9 Indicaciones Del Líquido Penetrante

- La final interpretación debe ser entre 10 min y máximo 60 min después de la aplicación del revelador.
- El inspector debe comenzar a observar las indicaciones inmediatamente después que se aplique el revelador y ubicar señales pequeñas o debilidad del penetrante en las indicaciones.
- **Indicaciones Falsas**
Son aquellas que son creadas por una inadecuada remoción del exceso de penetrante y son inaceptables. Estas falsas indicaciones deben ser removidas y repetir el ensayo en el área a examinar.
- **Indicaciones No-Relevantes**
Son aquellas creadas por el penetrante retenido en áreas rugosas, huellas de prensado, orificios, ranuras o hilos de roscas. Estas indicaciones no-relevantes serán consideradas relevantes hasta que su causa sea determinada por la evaluación.
- **Indicaciones Relevantes**
Son aquellas indicaciones generadas por discontinuidades en forma lineal o redondeadas abiertas a la superficie.

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

Este documento al ser impreso o estar ubicado fuera de la red de AM&SC, se considera "COPIA NO CONTROLADA"

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: FR-MT-PT-001
		REV. 0
		FECHA: 12/05/19
		PAG. 6 de 11

7.10 Evaluación de Indicaciones

- Las indicaciones del penetrante deben ser evaluadas bajo la luz blanca o normal.
- Una buena luz de linterna puede ser usada para evaluar indicaciones.
- La mínima intensidad es 1000 lux.
- Se debe tener en cuenta que las irregularidades superficiales debidas a maquinado u otras causas pueden dar origen a indicaciones falsas.

8. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ASME B31.3-2016 en su párrafo 344.4.2 menciona:

Indicaciones de los líquidos penetrantes son causadas por el sangrado de un colorante visible o fluorescente a partir de una discontinuidad superficial en el área bajo prueba. Sin embargo, todas estas indicaciones no son necesariamente imperfecciones, ya que la rugosidad excesiva, la mala preparación de la superficie, etc., pueden producir indicaciones no pertinentes.

La evidencia inadvertida de penetrante no relacionado con el sangrado real se clasifica como una indicación falsa. Las indicaciones serán verificadas como relevantes, no relevantes o falsas.

Se pueden usar preparaciones adicionales de superficie y / u otros métodos de prueba según sea necesario para verificar la relevancia de una indicación.

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.

Sólo se considerarán relevantes las indicaciones que tengan una dimensión superior a 1,5 mm (1/16 pulg.).

A) Indicaciones

(1) La indicación lineal es una que tiene una longitud mayor que tres veces su anchura.

(2) Una indicación redondeada es de forma circular o elíptica con una longitud igual o inferior a tres veces su ancho.

B) Examen.

Todas las superficies a examinar deberán estar libres de:

- (1) Indicaciones lineales relevantes.
- (2) Indicaciones redondeadas relevantes > 5,0 mm (3/16 pulg.).
- (3) Cuatro o más indicaciones redondeadas pertinentes en una línea separada por 1,5 mm (1/16 pulg.) o menos, borde a borde.

9. MARCAJE

Los puntos o ubicaciones, donde se detectaron las indicaciones rechazables, serán marcados en la superficie, usando marcadores del tipo permanentes.

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

Este documento al ser impreso o estar ubicado fuera de la red de ANELSC, se considera "COPIA NO CONTROLADA"

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: FR-MT-PT-001
		REV. 0
		FECHA: 12/05/19
		PAG. 9 de 11

10. LIMPIEZA FINAL

No aplica en componentes que tendrán protección superficial después del ensayo (Granallado y Pintura o Galvanizado).

En aceros inoxidables y aleaciones de níquel deben eliminarse todos los restos del penetrante y revelador por métodos que no afecten el material.

Todos los materiales usados para el ensayo (trapos, potes, toallas, etc.) deben retirarse del sitio de trabajo y disponer de ellos en el lugar apropiado.

11. REPORTE

Un detallado reporte del ensayo de Líquido Penetrante debe ser preparado, usando la forma o formato diseñado para ese fin. Los reportes deben incluir como mínimo la siguiente información:

- a. Fecha
- b. Tipo de líquido penetrante, marca.
- c. Material y espesor de la parte examinada.
- d. Inspector y Nivel de Certificación.
- e. Equipo de luz usado.
- f. Aceptación y/o rechazo de las indicaciones.
- g. Equipo o parte inspeccionada. Esquema, dibujo o fotografía que muestren la ubicación de las indicaciones.
- h. Identificación del procedimiento empleado.

12. LIMITACIONES

- La aplicación de este método está limitada a discontinuidades abiertas, es decir, que afloran a la superficie.
- Este método no detecta discontinuidades sub-superficiales.
- No se permite mezclar componentes de diferentes familias (tinte, revelador).
- Se deben usar materiales de líquidos penetrantes que no causen daño al material bajo inspección. Generalmente el fabricante de líquidos penetrantes indica la compatibilidad en las instrucciones de su producto, así como las especificaciones y normativa que satisface.

13. SEGURIDAD

El producto a utilizarse debe ser no-tóxico, inodoro y no producir irritaciones en la piel. Debe tenerse la precaución de no permitir contacto con los ojos, deben usarse lentes de protección y guantes de plástico. En caso de efectuar el ensayo en espacios confinados, se deben utilizar equipos de ventilación forzada para protección respiratoria del personal.

14. ANEXOS

- Tabla 1: Clasificación y métodos de examinación penetrante.
- Tabla 2: Tiempos de permanencia mínimos recomendados.
- Registro de Examinación de Tintes Penetrantes.

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

Este documento al ser impreso o estar ubicado fuera de la red de AME/SIC, se considera "COPIA NO CONTROLADA"

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: FR-MT-PT-001
		REV. 0
		FECHA: 12/05/19
		PAG. 10 de 11

TABLA 1 Clasificación de tipos y métodos de examinación penetrante

Tipo I – Examinación penetrante fluorescente
Método A – Lavable con agua (ver método de examinación E 1209) Método B – Posesulfidizable, lipofílico (ver método de examinación E 1208) Método C – Removible con solvente (ver método de examinación E 1218) Método D – Posesulfidizable, hidrófilo (ver método de examinación E 1210)
Tipo II – Examinación penetrante visible
Método A – Lavable con agua (ver método de examinación E 1416) Método C – Removible con solvente (ver método de examinación E 1220)

TABLA 2 Tiempos de permanencia mínimos recomendados



Material	Forma	Tipo de discontinuidad	Tiempo de acción ¹ (minutos)	
			Penetrante ²	Revelador ³
Aluminio, magnesio, acero, titanio y bronce. Blanco y aleaciones de alta temperatura	Fundiciones y soldaduras	Defecto en filo, porosidad, falta de fusión, grietas (todas las formas)	5	10
Herramientas de punta de carburo	Materiales producidos – extrusiones, forjados, platis	Hendiduras, grietas (todas las formas)	10	10
		Falta de fusión, porosidad, grietas	5	10
Plástico	todas las formas	grietas	5	10
Vidrio	todas las formas	grietas	5	10
Cerámica	todas las formas	grietas, porosidad	5	10

¹Para un rango de temperatura de 50° a 100°F (de 10° a 38°C) para penetrantes fluorescentes y de 50° a 125°F (de 10° a 52°C) para penetrantes visibles.

²El tiempo máximo de acción del penetrante de acuerdo con 6.5.2.

³Tiempo de revelado tan pronto como la capa del revelador húmedo haya cubierto la superficie de las grietas (mínimo recomendado). El tiempo máximo de revelado de acuerdo con 6.6.1).

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

este documento al ser impreso o estar ubicado fuera de la red de AMASC, se considera "COPIA NO CONTROLADA"

	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE TINTES PENETRANTES SEGÚN ASME B31.3	PROCEDIMIENTO: PR-MT-PT-001
		REV: 0
		FECHA: 12/05/19
		PAG. 11 de 11

	REPORTE DE INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES (PT)	CODIGO : PR-MT-PT-001
		EMISOR: 12 AGOSTO 2019
		REV: 0
		HON 1 DE 1

PROYECTO:	CUENTE:	FECHA:
		REPORTE NO :
		Hoja 1 DE 1

PROCEDIMIENTO:	Rev. N°:	UBICACIÓN:
MATERIAL:		DIAMETRO:
WIPING CLASS:		ESPESOR:
		WPS:

ENSAYO APLICADO A:			ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO			ENSAYO EJECUTADO:		
ZONA DE INSPECCIÓN								
Material Base	<input type="checkbox"/>	Soldadura a Tope	<input type="checkbox"/>	Antes de Tratamiento Térmico	<input type="checkbox"/>			
Bisels	<input type="checkbox"/>	Soldadura a Fillete	<input type="checkbox"/>	Después del Tratamiento Térmico	<input type="checkbox"/>			
Soldadura	<input type="checkbox"/>	ZAC	<input type="checkbox"/>	No hay Tratamiento Térmico	<input type="checkbox"/>			
Otros	<input type="checkbox"/>	Otros:	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			

DATOS DE LA TÉCNICA							
Kit de Inspección	Marca	Designación	Tipo	Tiempo de penetración	Método de remoción	Tipo de iluminación	Intensidad de luz
REMOVEDOR							
PENETRANTE							
REVELADOR							

CONDICIÓN SUPERFICIAL:				ESPECIFICACIONES:			
GEOMÉTRICO	REV	N° DE JUNTA	SOLDADOR	L	R	LOCALIZACIÓN	DIMENSIÓN

GRABO / REGISTRO FOTOGRÁFICO

COMENTARIOS:

Li: Indicación Lineal Re: Indicación Redondeada AC: ACEPTADO RE: RECHAZADO

AM & S C S.A. C.	SUB CONTRATISTA	CONTRATISTA	EMPLEADOR

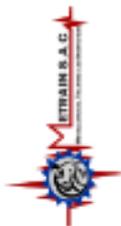
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

Preparado por: Revisado por: Aprobado por:

Anexo 6
Programa de Puntos de Inspección

		PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN				Código: MT-PPI-PT-001 Emisión: 02-08-2019 Rev: 00 Hoja 1 de 13			
PROYECTO: CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS		UBICACIÓN: Lima		Criterio de Aceptación					
N°	Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Tipo Punto de Control		Observaciones	
						Isométrico	Junta		
1	Ensayo	PR-MT-PT-001	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2018	0310-WF-06125-01A	J-01	
2	Ensayo	PR-MT-PT-002	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2019	0310-WF-06125-01A	J-02	
3	Ensayo	PR-MT-PT-003	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2020	0310-WF-06110-01A	J-01	
4	Ensayo	PR-MT-PT-004	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2021	0310-WF-06110-01A	J-02	
5	Ensayo	PR-MT-PT-005	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2022	0310-WF-06102-01A	J-01	
6	Ensayo	PR-MT-PT-006	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2023	0310-WF-06102-01A	J-02	
7	Ensayo	PR-MT-PT-007	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2024	0310-CW-06020-01A	J-54	
8	Ensayo	PR-MT-PT-008	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2025	0310-CW-06020-01A	J-55	
9	Ensayo	PR-MT-PT-009	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2026	0310-WP-06914-02A	J-29	
10	Ensayo	PR-MT-PT-010	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2027	0310-WP-06914-02A	J-30	
11	Ensayo	PR-MT-PT-011	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2028	0310-WP-06914-02A	J-37	
12	Ensayo	PR-MT-PT-012	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2029	0310-WP-06914-02A	J-38	
13	Ensayo	PR-MT-PT-013	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2030	0310-WP-06914-02A	J-31	
14	Ensayo	PR-MT-PT-014	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2031	0310-WP-06914-02A	J-32	
15	Ensayo	PR-MT-PT-015	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2032	0310-WP-06914-02A	J-33	
16	Ensayo	PR-MT-PT-016	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2033	0310-WP-06914-02A	J-34	
17	Ensayo	PR-MT-PT-017	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2034	0310-WP-06914-02A	J-35	
18	Ensayo	PR-MT-PT-018	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2035	0310-CR-06117-01A-1	J-01	
19	Ensayo	PR-MT-PT-019	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2036	0310-CR-06117-01A-1	J-02	
20	Ensayo	PR-MT-PT-020	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2037	0310-WP-06232-01C	J-13	
21	Ensayo	PR-MT-PT-021	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2038	0310-WP-06232-01C	J-14	
22	Ensayo	PR-MT-PT-022	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2039	0310-CW-06107-05B	J-68	
23	Ensayo	PR-MT-PT-023	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2040	0310-CW-06107-05B	J-69	
24	Ensayo	PR-MT-PT-024	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2041	0310-WP-06914-03B	J-39	
25	Ensayo	PR-MT-PT-025	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2042	0310-WP-06914-03B	J-40	
26	Ensayo	PR-MT-PT-026	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2043	0310-WP-06914-03B	J-42	

N°		Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	UBICACIÓN: Lima		Observaciones
								Tipo Punto de Control	Junta	
27	Ensayo	PR-MT-PT-027	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2044	0310-WP-06914-03B	J-43		
28	Ensayo	PR-MT-PT-028	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2045	0310-WP-06914-04C	J-56		
29	Ensayo	PR-MT-PT-029	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2046	0310-WP-06914-04C	J-57		
30	Ensayo	PR-MT-PT-030	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2047	0310-WP-06914-04C	J-59		
31	Ensayo	PR-MT-PT-031	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2048	0310-WP-06914-04C	J-60		
32	Ensayo	PR-MT-PT-032	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2049	0310-WP-06914-04B	J-68		
33	Ensayo	PR-MT-PT-033	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2050	0310-WP-06914-04B	J-69		
34	Ensayo	PR-MT-PT-034	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2051	0310-WP-06914-04A	J-70		
35	Ensayo	PR-MT-PT-035	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2052	0310-WP-06914-04A	J-71		
36	Ensayo	PR-MT-PT-036	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2053	0310-WP-06914-04A	J-73		
37	Ensayo	PR-MT-PT-037	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2054	0310-WP-06914-04A	J-74		
38	Ensayo	PR-MT-PT-038	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2055	0310-CW-06141-01A	J-12		
39	Ensayo	PR-MT-PT-039	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2056	0310-CW-06141-01A	J-13		
40	Ensayo	PR-MT-PT-040	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2057	0310-CW-06109-01B	J-8		
41	Ensayo	PR-MT-PT-041	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2058	0310-CW-06109-01B	J-9		
42	Ensayo	PR-MT-PT-042	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2059	0310-CW-06111-01C	J-10		
43	Ensayo	PR-MT-PT-043	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2060	0310-CW-06111-01C	J-11		
44	Ensayo	PR-MT-PT-044	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2061	0310-CR-06117-02B-1	J-17		
45	Ensayo	PR-MT-PT-045	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2062	0310-CR-06117-02B-1	J-18		
46	Ensayo	PR-MT-PT-046	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2063	0310-CR-06117-02B-1	J-19		
47	Ensayo	PR-MT-PT-047	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2064	0310-CW-06107-04A	J-52		
48	Ensayo	PR-MT-PT-048	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2065	0310-CW-06107-04A	J-53		
49	Ensayo	PR-MT-PT-049	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2066	0310-CW-06107-04A	J-54		
50	Ensayo	PR-MT-PT-050	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2067	0310-CW-06107-01F	J-53		
51	Ensayo	PR-MT-PT-051	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2068	0310-CW-06107-01F	J-1		
52	Ensayo	PR-MT-PT-052	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2069	0310-CW-06107-01F	J-2		



PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN

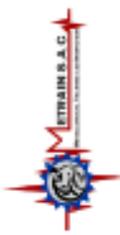
Codigo: MT-PPI-PT-001
Emission: 02-08-2019
Rev: 00
Hoja 2 de 13

N°		Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	Tipo Punto de Control		Observaciones
								Isométrico	Junta	
33	Ensayo	PR-MT-PT-053	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2070	0310-CW-06109-03B	J-48		
34	Ensayo	PR-MT-PT-054	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2071	0310-CW-06109-03B	J-49		
35	Ensayo	PR-MT-PT-055	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2072	0310-CW-06109-03B	J-52		
36	Ensayo	PR-MT-PT-056	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2073	0310-CW-06109-03B	J-53		
37	Ensayo	PR-MT-PT-057	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2074	0310-WF-06100-01A	J-3		
38	Ensayo	PR-MT-PT-058	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2075	0310-WF-06100-01A	J-4		
39	Ensayo	PR-MT-PT-059	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2076	0310-CW-06109-01C	J-10		
60	Ensayo	PR-MT-PT-060	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2077	0310-CW-06109-01C	J-11		
61	Ensayo	PR-MT-PT-061	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2078	0310-CW-06020-03D	J-18		
62	Ensayo	PR-MT-PT-062	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2079	0310-CW-06020-03D	J-53		
63	Ensayo	PR-MT-PT-063	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2080	0310-WP-06914-04A	J-72		
64	Ensayo	PR-MT-PT-064	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2081	0310-CR-06117-01A	J-9		
65	Ensayo	PR-MT-PT-065	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2082	0310-CR-06103-01B	J-7		
66	Ensayo	PR-MT-PT-066	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2083	0310-CR-06103-01B	J-8		
67	Ensayo	PR-MT-PT-067	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2084	0310-CR-06103-01B	J-12		
68	Ensayo	PR-MT-PT-068	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2085	0310-CR-06103-01B	J-13		
69	Ensayo	PR-MT-PT-069	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2086	0310-CR-06103-01B	J-16		
70	Ensayo	PR-MT-PT-070	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2087	0310-CR-06103-01B	J-17		
71	Ensayo	PR-MT-PT-071	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2088	0310-CW-06107-05A	J-62		
72	Ensayo	PR-MT-PT-072	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2089	0310-CR-06104-01B	J-9		
73	Ensayo	PR-MT-PT-073	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2090	0310-CR-06104-01B	J-10		
74	Ensayo	PR-MT-PT-074	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2091	0310-CR-06117-01A-1	J-3		
75	Ensayo	PR-MT-PT-075	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2092	0310-CR-06117-01A-1	J-4		
76	Ensayo	PR-MT-PT-076	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2093	0310-CR-06401-02A	J-19		
77	Ensayo	PR-MT-PT-077	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2094	0310-CR-06401-02A	J-20		
78	Ensayo	PR-MT-PT-078	Personal Calidad	PT	Culminado union de junta	ASME B31.3-2095	0310-CW-06111-03D	J-57		

PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN

Codigo: MT-PPI-PT-001
Emision: 02-08-2019
Rev: 00
Hoja 3 de 13

PROYECTO: CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS **UBICACIÓN:** Lima



		PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN					Código: MT-PPI-PT-001 Emisión: 02-08-2019 Rev: 00 Hoja 4 de 13		
PROYECTO: CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS		UBICACIÓN: Lima							
N°	Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	Tipo Punto de Control		Observaciones
							Isométrico	Junta	
79	Ensayo	PR-MT-PT-079	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2090	0310-CW-06111-03D	J-58	
80	Ensayo	PR-MT-PT-080	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2097	0310-CW-06111-03D	J-61	
81	Ensayo	PR-MT-PT-081	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2098	0310-CW-06111-03D	J-62	
82	Ensayo	PR-MT-PT-082	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2099	0310-CW-06111-03C	J-63	
83	Ensayo	PR-MT-PT-083	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2100	0310-CW-06111-03C	J-64	
84	Ensayo	PR-MT-PT-084	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2101	0310-CW-06111-03C	J-67	
85	Ensayo	PR-MT-PT-085	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2102	0310-CW-06111-03C	J-68	
86	Ensayo	PR-MT-PT-086	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2103	0310-WP-06914-04B	J-63	
87	Ensayo	PR-MT-PT-087	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2104	0310-WP-06914-04B	J-64	
88	Ensayo	PR-MT-PT-088	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2105	0310-WP-06914-04B	J-65	
89	Ensayo	PR-MT-PT-089	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2106	0310-WP-06914-04B	J-66	
90	Ensayo	PR-MT-PT-090	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2107	0391-ML-06407-04E	J-37	
91	Ensayo	PR-MT-PT-091	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2108	0391-ML-06407-04D	J-39	
92	Ensayo	PR-MT-PT-092	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2109	0391-ML-06407-03A	J-24	
93	Ensayo	PR-MT-PT-093	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2110	0310-CW-06111-02A	J-41	
94	Ensayo	PR-MT-PT-094	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2111	0310-CW-06111-02A	J-42	
95	Ensayo	PR-MT-PT-095	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2112	0310-CW-06111-02A	J-44	
96	Ensayo	PR-MT-PT-096	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2113	0310-CW-06111-02A	J-45	
97	Ensayo	PR-MT-PT-097	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2114	0310-CR-06401-01C	J-10	
98	Ensayo	PR-MT-PT-098	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2115	0310-CR-06401-01C	J-11	
99	Ensayo	PR-MT-PT-099	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2116	0310-CR-06401-01D	J-1	
100	Ensayo	PR-MT-PT-100	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2117	0310-CR-06401-01D	J-2	
101	Ensayo	PR-MT-PT-101	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2118	0310-CR-06401-01D	J-8	
102	Ensayo	PR-MT-PT-102	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2119	0310-CR-06401-01D	J-9	
103	Ensayo	PR-MT-PT-103	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2120	0310-CW-06138-01A	J-1	
104	Ensayo	PR-MT-PT-104	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2121	0310-CW-06138-01A	J-2	

	PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN	Código: MT-PPI-PT-001 Emisión: 02-08-2019 Rev: 00 Hoja 5 de 13
--	--	---

PROYECTO: CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS		UBICACIÓN: Lima							
N°	Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	Tipo Punto de Control		Observaciones
							Isométrico	Junta	
105	Ensayo	PR-MT-PT-105	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2122	0310-CW-06138-01A	J-5	
106	Ensayo	PR-MT-PT-106	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2123	0310-CW-06138-01A	J-6	
107	Ensayo	PR-MT-PT-107	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2124	0310-CW-06138-01A	J-10	
108	Ensayo	PR-MT-PT-108	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2125	0310-CW-06138-01A	J-11	
109	Ensayo	PR-MT-PT-109	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2126	0391-MT-06407-02E	J-21	
110	Ensayo	PR-MT-PT-110	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2127	0310-CR-06104-01A	J-11	
111	Ensayo	PR-MT-PT-111	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2128	0310-CR-06104-01A	J-12	
112	Ensayo	PR-MT-PT-112	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2129	0310-CR-06104-01A	J-16	
113	Ensayo	PR-MT-PT-113	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2130	0310-CR-06104-01A	J-17	
114	Ensayo	PR-MT-PT-114	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2131	0310-CR-06104-01A	J-20	
115	Ensayo	PR-MT-PT-115	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2132	0310-CR-06104-01A	J-21	
116	Ensayo	PR-MT-PT-116	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2133	0310-CW-06109-03C	J-40	
117	Ensayo	PR-MT-PT-117	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2134	0310-CW-06109-03C	J-41	
118	Ensayo	PR-MT-PT-118	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2135	0310-CW-06109-03C	J-42	
119	Ensayo	PR-MT-PT-119	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2136	0310-CW-06109-03C	J-46	
120	Ensayo	PR-MT-PT-120	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2137	0310-CW-06109-03C	J-47	
121	Ensayo	PR-MT-PT-121	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2138	0310-WF-06100-02G	J-13	
122	Ensayo	PR-MT-PT-122	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2139	0310-WF-06100-02G	J-14	
123	Ensayo	PR-MT-PT-123	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2140	0310-WF-06100-02I	J-9	
124	Ensayo	PR-MT-PT-124	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2141	0310-WF-06100-02I	J-10	
125	Ensayo	PR-MT-PT-125	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2142	0310-WF-06100-02H	J-11	
126	Ensayo	PR-MT-PT-126	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2143	0310-WF-06100-02H	J-12	
127	Ensayo	PR-MT-PT-127	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2144	0310-WF-06100-02E	J-15	
128	Ensayo	PR-MT-PT-128	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2145	0310-WF-06100-02E	J-16	
129	Ensayo	PR-MT-PT-129	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2146	0310-CW-06111-04B	J-86	
130	Ensayo	PR-MT-PT-130	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2147	0310-CW-06111-04B	J-87	

N°		Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	Tipo Punto de Control		Observaciones
								Isométrico	Junta	
131	Ensayo	PR-MT-PT-131	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2148	0310-CR-06103-01A	J-5		
132	Ensayo	PR-MT-PT-132	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2149	0310-CR-06103-01A	J-6		
133	Ensayo	PR-MT-PT-133	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2150	0310-CW-06109-02B	J-28		
134	Ensayo	PR-MT-PT-134	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2151	0310-CW-06109-02B	J-29		
135	Ensayo	PR-MT-PT-135	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2152	0310-CW-06109-02B	J-41		
136	Ensayo	PR-MT-PT-136	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2153	0310-CW-06109-02B	J-32		
137	Ensayo	PR-MT-PT-137	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2154	0310-CW-06109-02B	J-28		
138	Ensayo	PR-MT-PT-138	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2155	0310-CW-06109-02B	J-29		
139	Ensayo	PR-MT-PT-139	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2156	0310-CW-06109-03A	J-62		
140	Ensayo	PR-MT-PT-140	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2157	0310-CW-06109-03A	J-63		
141	Ensayo	PR-MT-PT-141	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2158	0310-CW-06109-04C	J-71		
142	Ensayo	PR-MT-PT-142	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2159	0310-CW-06109-04C	J-72		
143	Ensayo	PR-MT-PT-143	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2160	0310-CW-06111-03A	J-55		
144	Ensayo	PR-MT-PT-144	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2161	0310-CW-06111-03A	J-56		
145	Ensayo	PR-MT-PT-145	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2162	0310-CW-06111-03A	J-46		
146	Ensayo	PR-MT-PT-146	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2163	0310-CW-06111-03A	J-47		
147	Ensayo	PR-MT-PT-147	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2164	0310-CW-06111-03A	J-50		
148	Ensayo	PR-MT-PT-148	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2165	0310-CP-06841-02E	J-23		
149	Ensayo	PR-MT-PT-149	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2166	0310-CP-06841-02E	J-24		
150	Ensayo	PR-MT-PT-150	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2167	0391-MT-06407-03D	J-28		
151	Ensayo	PR-MT-PT-151	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2168	0391-MT-06407-02A	J-14		
152	Ensayo	PR-MT-PT-152	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2169	0310-WP-06232-01A	J-1		
153	Ensayo	PR-MT-PT-153	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2170	0310-WP-06232-01A	J-2		
154	Ensayo	PR-MT-PT-154	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2171	0310-WP-06914-03A	J-46		
155	Ensayo	PR-MT-PT-155	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2172	0310-WP-06914-03A	J-47		
156	Ensayo	PR-MT-PT-156	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2173	0310-WP-06914-03A	J-48		

Codigo: MT-PPI-PT-001
 Emision: 02-08-2019
 Rev: 00
 Hoja 6 de 13

PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN

UBICACIÓN: Lima

PROYECTO: CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS



N°		Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	Tipo Punto de Control		Observaciones
								Isométrico	Junta	
157	Ensayo	PR-MT-PT-157	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2174	0310-WP-06914-03A	J-49		
158	Ensayo	PR-MT-PT-158	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2175	0310-WP-06914-03A	J-50		
159	Ensayo	PR-MT-PT-159	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2176	0310-WP-06914-03A	J-51		
160	Ensayo	PR-MT-PT-160	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2177	0310-WP-06914-03A	J-52		
161	Ensayo	PR-MT-PT-161	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2178	0310-WP-06914-03A	J-44		
162	Ensayo	PR-MT-PT-162	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2179	0310-WP-06914-03A	J-45		
163	Ensayo	PR-MT-PT-163	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2180	0310-WP-06914-03A	J-54		
164	Ensayo	PR-MT-PT-164	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2181	0310-WP-06914-03A	J-55		
165	Ensayo	PR-MT-PT-165	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2182	0391-ML-06407-04C	J-41		
166	Ensayo	PR-MT-PT-166	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2183	0310-CR-06401-01D	J-1		
167	Ensayo	PR-MT-PT-167	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2184	0310-CR-06401-01D	J-2		
168	Ensayo	PR-MT-PT-168	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2185	0310-CW-06138-01B	J-12		
169	Ensayo	PR-MT-PT-169	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2186	0310-CW-06138-01B	J-13		
170	Ensayo	PR-MT-PT-170	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2187	0310-CR-06401-01B	J-17		
171	Ensayo	PR-MT-PT-171	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2188	0310-CR-06401-01B	J-18		
172	Ensayo	PR-MT-PT-172	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2189	0391-ML-06407-02E	J-21		
173	Ensayo	PR-MT-PT-173	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2190	0391-ML-06407-04F	J-35		
174	Ensayo	PR-MT-PT-174	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2191	0310-WP-06841-02C	J-38		
175	Ensayo	PR-MT-PT-175	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2192	0310-WP-06841-02C	J-39		
176	Ensayo	PR-MT-PT-176	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2193	0310-WP-06841-02C	J-34		
177	Ensayo	PR-MT-PT-177	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2194	0310-WP-06841-02C	J-35		
178	Ensayo	PR-MT-PT-178	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2195	0310-WP-06522-01A	J-13		
179	Ensayo	PR-MT-PT-179	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2196	0310-WP-06522-01A	J-14		
180	Ensayo	PR-MT-PT-180	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2197	0310-WP-06231-01B	J-8		
181	Ensayo	PR-MT-PT-181	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2198	0310-WP-06231-01B	J-9		
182	Ensayo	PR-MT-PT-182	Personal Calidad	Culminado union de junta	PT	ASME B31.3-2199	0310-WP-06917-02A	J-34		

Codigo: MT-PPI-PT-001
Emission: 02-08-2019
Rev: 00
Hoja 7 de 13

PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN

UBICACIÓN: Lima

PROYECTO: CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS



		PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN					Código: MT-PPI-PT-001 Emisión: 02-08-2019 Rev: 00 Hoja 8 de 13		
PROYECTO: CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS		UBICACIÓN: Lima							
N°	Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	Tipo Punto de Control		Observaciones
							Isométrico	Junta	
183	Ensayo	PR-MT-PT-183	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2200	0310-WP-06917-02A	J-35	
184	Ensayo	PR-MT-PT-184	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2201	0310-WP-06917-02A	J-33	
185	Ensayo	PR-MT-PT-185	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2202	0310-ML-06350-03D	J-62	
186	Ensayo	PR-MT-PT-186	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2203	0310-ML-06350-03D	J-63	
187	Ensayo	PR-MT-PT-187	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2204	0310-CW-06107-03A	J-48	
188	Ensayo	PR-MT-PT-188	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2205	0310-CW-06107-03A	J-49	
189	Ensayo	PR-MT-PT-189	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2206	0310-ML-06350-03D	J-65	
190	Ensayo	PR-MT-PT-190	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2207	0310-ML-06350-03D	J-66	
191	Ensayo	PR-MT-PT-191	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2208	0310-WP-06841-02D	J-40	
192	Ensayo	PR-MT-PT-192	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2209	0310-WP-06841-02D	J-41	
193	Ensayo	PR-MT-PT-193	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2210	0310-WP-06841-02D	J-44	
194	Ensayo	PR-MT-PT-194	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2211	0310-WP-06841-02D	J-45	
195	Ensayo	PR-MT-PT-195	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2212	0310-WP-06522-01C	J-1	
196	Ensayo	PR-MT-PT-196	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2213	0310-WP-06522-01C	J-2	
197	Ensayo	PR-MT-PT-197	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2214	0391-ML-06453-03A	J-42	
198	Ensayo	PR-MT-PT-198	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2215	0391-ML-06453-03A	J-43	
199	Ensayo	PR-MT-PT-199	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2216	0391-ML-06453-03A	J-45	
200	Ensayo	PR-MT-PT-200	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2217	0391-ML-06453-03A	J-46	
201	Ensayo	PR-MT-PT-201	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2218	0310-WP-06917-02B	J-27	
202	Ensayo	PR-MT-PT-202	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2219	0310-WP-06841-03A-3	J-65	
203	Ensayo	PR-MT-PT-203	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2220	0310-WP-06841-03A-3	J-66	
204	Ensayo	PR-MT-PT-204	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2221	0921-WF-06150-01B-1	J-8	
205	Ensayo	PR-MT-PT-205	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2222	0921-WF-06150-01B-1	J-9	
206	Ensayo	PR-MT-PT-206	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2223	0310-WP-06848-01B	J-10	
207	Ensayo	PR-MT-PT-207	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2224	0310-WP-06848-01B	J-11	
208	Ensayo	PR-MT-PT-208	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2225	0921-WF-06150-01A	J-1	

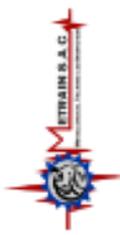
N°		Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	Tipo Punto de Control		Observaciones
								Isométrico	Junta	
209	Ensayo	PR-MT-PT-209	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2220	0921-WF-06150-01A	J-2		
210	Ensayo	PR-MT-PT-210	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2227	0310-WP-06841-02A	J-21		
211	Ensayo	PR-MT-PT-211	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2228	0310-WP-06841-02A	J-22		
212	Ensayo	PR-MT-PT-212	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2229	0310-WP-06841-02A	J-27		
213	Ensayo	PR-MT-PT-213	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2230	0310-WP-06841-02A	J-28		
214	Ensayo	PR-MT-PT-214	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2231	0310-WP-06841-03D	J-1		
215	Ensayo	PR-MT-PT-215	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2232	0310-WP-06841-03D	J-2		
216	Ensayo	PR-MT-PT-216	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2233	0391-ML-06332-02C	J-18		
217	Ensayo	PR-MT-PT-217	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2234	0921-WF-06150-01C	J-12		
218	Ensayo	PR-MT-PT-218	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2235	0921-WF-06150-01C	J-13		
219	Ensayo	PR-MT-PT-219	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2230	0391-ML-06351-03A	J-45		
220	Ensayo	PR-MT-PT-220	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2237	0391-ML-06351-03A	J-46		
221	Ensayo	PR-MT-PT-221	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2238	0391-ML-06350-01D	J-4		
222	Ensayo	PR-MT-PT-222	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2239	0391-ML-06350-01D	J-5		
223	Ensayo	PR-MT-PT-223	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2240	0391-ML-06452-01A	J-18		
224	Ensayo	PR-MT-PT-224	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2241	0391-ML-06452-01A	J-19		
225	Ensayo	PR-MT-PT-225	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2242	0391-ML-06452-03D	J-46		
226	Ensayo	PR-MT-PT-226	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2243	0391-ML-06452-03D	J-47		
227	Ensayo	PR-MT-PT-227	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2244	0310-CR-06101-01D	J-1		
228	Ensayo	PR-MT-PT-228	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2245	0310-CR-06101-01D	J-2		
229	Ensayo	PR-MT-PT-229	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2246	0391-ML-06351-03A	J-42		
230	Ensayo	PR-MT-PT-230	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2247	0391-ML-06351-03A	J-43		
231	Ensayo	PR-MT-PT-231	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2248	0391-ML-06350-01D	J-1		
232	Ensayo	PR-MT-PT-232	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2249	0391-ML-06350-01D	J-2		
233	Ensayo	PR-MT-PT-233	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2250	0391-ML-06452-01A	J-21		
234	Ensayo	PR-MT-PT-234	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2251	0391-ML-06452-01A	J-22		

Codigo: MT-PPI-PT-001
Emisión: 02-08-2019
Rev: 00
Hoja 9 de 13

PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN

UBICACIÓN: Lima

PROYECTO: CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS





PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN

UBICACIÓN: Lima

Codigo: MT-PPI-PT-001
Emision: 02-08-2019
Rev: 00
Hoja 10 de 13

N°	Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	Tipo Punto de Control		Observaciones
							Isométrico	Junta	
235	Ensayo	PR-MT-PT-235	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2252	0391-ML-06452-03D	J-43	
236	Ensayo	PR-MT-PT-236	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2253	0391-ML-06452-03D	J-44	
237	Ensayo	PR-MT-PT-237	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2254	0391-ML-06350-01B	J-11	
238	Ensayo	PR-MT-PT-238	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2255	0391-ML-06350-01B	J-12	
239	Ensayo	PR-MT-PT-239	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2256	0391-ML-06350-01B	J-15	
240	Ensayo	PR-MT-PT-240	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2257	0391-ML-06350-01B	J-16	
241	Ensayo	PR-MT-PT-241	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2258	0391-ML-06351-02A	J-22	
242	Ensayo	PR-MT-PT-242	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2259	0391-ML-06351-02A	J-23	
243	Ensayo	PR-MT-PT-243	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2260	0391-ML-06351-02A	J-28	
244	Ensayo	PR-MT-PT-244	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2261	0391-ML-06351-02A	J-29	
245	Ensayo	PR-MT-PT-245	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2262	0391-ML-06452-03C	J-52	
246	Ensayo	PR-MT-PT-246	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2263	0391-ML-06452-03C	J-53	
247	Ensayo	PR-MT-PT-247	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2264	0391-ML-06452-03C	J-48	
248	Ensayo	PR-MT-PT-248	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2265	0391-ML-06452-03C	J-49	
249	Ensayo	PR-MT-PT-249	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2266	0391-ML-06453-02B	J-30	
250	Ensayo	PR-MT-PT-250	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2267	0391-ML-06453-02B	J-31	
251	Ensayo	PR-MT-PT-251	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2268	0391-ML-06453-02B	J-34	
252	Ensayo	PR-MT-PT-252	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2269	0391-ML-06453-02B	J-35	
253	Ensayo	PR-MT-PT-253	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2270	0391-ML-06453-02C	J-40	
254	Ensayo	PR-MT-PT-254	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2271	0391-ML-06453-02C	J-41	
255	Ensayo	PR-MT-PT-255	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2272	0391-ML-06453-02C	J-36	
256	Ensayo	PR-MT-PT-256	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2273	0391-ML-06453-02C	J-37	
257	Ensayo	PR-MT-PT-257	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2274	0391-ML-06453-01B	J-6	
258	Ensayo	PR-MT-PT-258	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2275	0391-ML-06453-01B	J-7	
259	Ensayo	PR-MT-PT-259	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2276	0391-ML-06453-01B	J-10	
260	Ensayo	PR-MT-PT-260	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2277	0391-ML-06453-01B	J-11	

	PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN	Código: MT-PPI-PT-001 Emisión: 02-08-2019 Rev: 00 Hoja 11 de 13
---	--	--

N°		Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	UBICACIÓN: Lima		Observaciones
								Tipo Punto de Control	Junta	
201	Ensayo	PR-MT-PT-201	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2278	0391-ML-06350-01A	J-17		
202	Ensayo	PR-MT-PT-202	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2279	0391-ML-06350-01A	J-18		
203	Ensayo	PR-MT-PT-203	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2280	0391-ML-06351-01B	J-6		
204	Ensayo	PR-MT-PT-204	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2281	0391-ML-06351-01B	J-7		
205	Ensayo	PR-MT-PT-205	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2282	0391-ML-06351-01B	J-10		
206	Ensayo	PR-MT-PT-206	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2283	0391-ML-06351-01B	J-11		
207	Ensayo	PR-MT-PT-207	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2284	0391-ML-06351-02C	J-36		
208	Ensayo	PR-MT-PT-208	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2285	0391-ML-06351-02C	J-37		
209	Ensayo	PR-MT-PT-209	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2286	0391-ML-06351-02C	J-40		
270	Ensayo	PR-MT-PT-270	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2287	0391-ML-06351-02C	J-41		
271	Ensayo	PR-MT-PT-271	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2288	0391-ML-06350-02C	J-23		
272	Ensayo	PR-MT-PT-272	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2289	0391-ML-06350-02C	J-24		
273	Ensayo	PR-MT-PT-273	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2290	0391-ML-06350-02C	J-27		
274	Ensayo	PR-MT-PT-274	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2291	0391-ML-06350-02C	J-28		
275	Ensayo	PR-MT-PT-275	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2292	0391-ML-06350-03A-1	J-46		
276	Ensayo	PR-MT-PT-276	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2293	0391-ML-06350-03A-1	J-47		
277	Ensayo	PR-MT-PT-277	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2294	0391-ML-06350-02B	J-29		
278	Ensayo	PR-MT-PT-278	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2295	0391-ML-06350-02B	J-30		
279	Ensayo	PR-MT-PT-279	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2296	0391-ML-06350-02B	J-33		
280	Ensayo	PR-MT-PT-280	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2297	0391-ML-06350-02B	J-34		
281	Ensayo	PR-MT-PT-281	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2298	0391-ML-06452-02C	J-23		
282	Ensayo	PR-MT-PT-282	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2299	0391-ML-06452-02C	J-24		
283	Ensayo	PR-MT-PT-283	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2300	0391-ML-06452-02C	J-29		
284	Ensayo	PR-MT-PT-284	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2301	0391-ML-06452-02C	J-30		
285	Ensayo	PR-MT-PT-285	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2302	0391-ML-06453-01A	J-4		
286	Ensayo	PR-MT-PT-286	PT	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2303	0391-ML-06453-01A	J-5		

N°		Descripción del Proceso	Especificación, Procedimiento o Norma	Tipo de Inspección	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	Tipo Punto de Control		Observaciones
								Isométrico	Junta	
287	Ensayo	PR-MT-PT-287	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2304	0391-MIL-06351-03B	J-47			
288	Ensayo	PR-MT-PT-288	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2305	0391-MIL-06351-03B	J-48			
289	Ensayo	PR-MT-PT-289	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2306	0391-MIL-06351-03B	J-51			
290	Ensayo	PR-MT-PT-290	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2307	0391-MIL-06351-03B	J-52			
291	Ensayo	PR-MT-PT-291	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2308	0391-MIL-06351-03C	J-53			
292	Ensayo	PR-MT-PT-292	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2309	0391-MIL-06351-03C	J-54			
293	Ensayo	PR-MT-PT-293	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2310	0391-MIL-06453-02A	J-22			
294	Ensayo	PR-MT-PT-294	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2311	0391-MIL-06453-02A	J-23			
295	Ensayo	PR-MT-PT-295	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2312	0391-MIL-06453-02A	J-28			
296	Ensayo	PR-MT-PT-296	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2313	0391-MIL-06453-02A	J-29			
297	Ensayo	PR-MT-PT-297	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2314	0391-MIL-06451-01A	J-4			
298	Ensayo	PR-MT-PT-298	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2315	0391-MIL-06451-01A	J-5			
299	Ensayo	PR-MT-PT-299	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2316	0391-MIL-06452-03A-1	J-62			
300	Ensayo	PR-MT-PT-300	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2317	0391-MIL-06452-03A-1	J-63			
301	Ensayo	PR-MT-PT-301	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2318	0391-MIL-06452-02B	J-35			
302	Ensayo	PR-MT-PT-302	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2319	0391-MIL-06452-02B	J-36			
303	Ensayo	PR-MT-PT-303	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2320	0391-MIL-06452-02B	J-30			
304	Ensayo	PR-MT-PT-304	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2321	0391-MIL-06452-02B	J-31			
305	Ensayo	PR-MT-PT-305	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2322	0391-MIL-06351-02B	J-30			
306	Ensayo	PR-MT-PT-306	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2323	0391-MIL-06351-02B	J-31			
307	Ensayo	PR-MT-PT-307	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2324	0391-MIL-06351-02B	J-34			
308	Ensayo	PR-MT-PT-308	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2325	0391-MIL-06351-02B	J-35			
309	Ensayo	PR-MT-PT-309	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2326	0391-MIL-06350-03C	J-56			
310	Ensayo	PR-MT-PT-310	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2327	0391-MIL-06350-03C	J-57			
311	Ensayo	PR-MT-PT-311	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2328	0391-MIL-06350-03C	J-60			
312	Ensayo	PR-MT-PT-312	Personal Calidad	Culminado union de junta	ASME B31.3-2329	0391-MIL-06350-03C	J-61			

Codigo: MT-PPI-PT-001
 Emision: 02-08-2019
 Rev: 00
 Hoja 12 de 13

PROGRAMA DE PUNTO DE INSPECCIÓN

UBICACIÓN: Lima

PROYECTO: CARBON STEEL PIPES AND SPOOLS

