TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

APLICACIÓN DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS A RECIPIENTES A PRESIÓN

TITULACIÓN INTEGRAL
INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA MECATRÓNICA

PRESENTA:
JOSÉ ALBERTO MENDEZ ZAMORA

NOMBRE DEL ASESOR:
DR. VICENTE FLORES LARA

APIZACO, TLAX., DICIEMBRE 2024

Educación
Secretaría de Educación Pública

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento de Metal Mecánica

Tzompantepec, Tlaxcala, 06/febrero/2025

Oficio No. MM-145/2026

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

LIC. CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	JOSÉ ALBERTO MÉNDEZ ZAMORA
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	18371297
Nombre del Proyecto:	"APLICACIÓN DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS A RECIPIENTES A PRESIÓN".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE METAL MECÁNICA

MTRO. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. METAL-MECÁNICA

DR. VICENTE FLORES LARA
ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry.

2026 año de Margarita Maza

Educación
Secretaría de Educación Pública

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 20/Febrero/2026

JOSÉ ALBERTO MÉNDEZ ZAMORA
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁTRONICA
CON NÚMERO DE CONTROL 18371297.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **" APLICACIÓN DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS A RECIPIENTES A PRESIÓN",** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

EDUCACIÓN | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
CYAL/Gsc*

2026 año de Margarita Maza

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis padres, María Luisa Zamora Vázquez y Filiberto Méndez, quienes siempre han confiado en mí y han brindado un incondicional apoyo a cada uno de mis sueños. Su constante aliento ha sido mi mayor motivación y fuente de inspiración.

A mi hermana, Rosa Denisse Méndez Zamora, le agradezco por su apoyo inquebrantable y su presencia constante en cada etapa de mi vida. Su respaldo ha sido invaluable y ha hecho que cada logro sea aún más significativo.

Quisiera extender mi gratitud a los amigos y familiares que han estado a mi lado en momentos difíciles. Su amistad y apoyo han sido pilares fundamentales, y estoy agradecido por contar con personas tan especiales en mi vida.

Agradezco de manera especial a la empresa Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S. A. De C. V.”, por brindarme la oportunidad de aprender y crecer profesionalmente. El ambiente de trabajo y los desafíos que he enfrentado han contribuido significativamente a mi desarrollo. Un agradecimiento especial también a Karina Méndez Pérez, quien, dentro de Mecatrónica, ha sido mi mentora y guía. Su dedicación y enseñanzas diarias han sido fundamentales para mi crecimiento profesional, y estoy agradecido por su paciencia y compromiso.

Índice

Capitulo I..... 16

1.-Introducción..... 17

1.2.-Descripción de la empresa u organización y área de trabajo del residente.....19

1.3.-Historia de mecatrónica ingeniería y fabricación S.A de C.V.....19

1.4.-Misión..... 20

1.5.-Visión..... 20

1.6.-Valores..... 20

1.7.-Mecatrónica ingeniería y fabricación, S.A. de C.V.....21

1.8.-Política de calidad.....21

1.9.-Ubicación..... 22

1.10.-Distribución de la planta..... 23

1.11.-Pailería..... 24

1.12.-Máquina de habilitado.....24

1.13.-Máquina de rolado.....26

1.14.-Soldadura..... 27

1.15.-Maquinado..... 28

1.16.-Área en donde se desarrolla el proyecto.....29

1.16.1.-Aseguramiento de calidad.....29

1.16.2.-Funciones de aseguramiento de calidad.....29

1.16.3.-Funciones del residente en el área de aseguramiento de calidad.....30

1.17.-Planteamiento del problema..... 30

1.18.-Objetivo general.....33

1.19.-Objetivos específicos..... 33

1.20.-Justificacion.....34

Capitulo II..... 35

2.-Marco teórico..... 36

2.1.-Recipientes a presión..... 36

2.2.-Pruebas no destructivas (PND).....37

2.3.-Normativas y estándares internacionales.....38

2.4.-Ensayos no destructivos (END).....39

2.4.1.-Clasificación de los métodos END.....40

2.5.-Sistema de calificación y certificación del personal.....40

2.5.1.-Niveles de certificación..... 40

2.6.-Estructura SNT-TC-1 A.....41

2.7.- Luz visible.....42
2.7.1.-Parametros visuales.....43
2.8.-Tipos de uniones.....43
2.9.-Simbologia en soldadura.....47
2.9.1.-Simbolo básico de soldadura.....47
2.9.2.-Simbolos especiales.....49
2.9.3.-Multiples operaciones.....49
2.10.-Conceptos básicos de dureza de materiales.....50
2.11.-Definicion de dureza.....56
2.12.-Procedimiento de soldadura (WPS).....62
2.13.-Calificacion de soldadores.....63
2.14.-Discontinuidades de soldadura y metal base.....64
2.14.1.-Porosidad.....65
2.14.2.-Inclusiones.....65
2.14.3.-Relleno insuficiente.....65
2.14.4.-Falta de fusión.....65
2.14.5.-Falta de penetración.....66
2.14.6.-Traslape.....66
2.14.7.-Socavado.....66
2.14.8.-Laminacion / de laminación.....66
2.14.9.-Desgarre laminar.....66
2.12.10.-Golpes de arco.....67
2.14.11.-Grietas.....67
2.15.-Inspeccion visual.....67
2.15.1.-Modalidades en la inspección visual.....67
2.16.-Inspección con líquidos penetrantes.....69
2.16.1Efectividad del método.....69
2.16.3.-Mecanismos de penetración, emulsificación y revelado.....74
2.16.4.-Angulo de contacto.....74
2.16.5.-Acción capilar.....74
2.16.6.-Viscosidad.....75
2.16.7.-Aplicación de penetrante.....75
2.16.7.1.-Tiempo de penetración (dwell time).....76
2.16.7.2.-Remoción del exceso de penetrante.....77
2.16.7.3.-Secado después de la remoción.....77
2.16.7.4.-Aplicación de revelador.....78
2.16.7.4.-Tiempo de revelado.....79
2.16.8.-Interpretación y evaluación.....80

2.16.9.-Indicacion vs discontinuidad....80
2.16.10.-Campo de aplicación....81
2.16.11.-Liquidos penetrantes fluorescentes....81
2.16.12.-Normatividad y evaluación....82
2.16.12.1.-ASME BPV sección V 2023....82
2.17.-Inspección con partículas magnéticas....83
2.17.1.-Definición del método....83
2.17.1.1.-Dominios magnéticas....84
2.17.1.2.-Permeabilidad magnetica....85
2.17.1.3.-Polos magnéticos....85
2.17.4.-Electricidad y magnetismo....87
2.17.4.1.-Regla de la mano derecha....87
2.17.5.-Curva de histéresis magnetica....88
2.17.6.-Materiales ferromagnéticos....91
2.17.7.-Materiales paramagnéticos....91
2.17.8.-Materiales diamagnéticos....91
2.17.9.-Discontinuidades y campos magnéticos....92
2.17.10.-Consideraciones físicas del método de partículas magnéticas....92
2.17.10.1.-Disparo entre cabezales....93
2.17.10.2.-Pinzas o mordazas....93
2.17.10.3.-Puntas de contacto....94
2.17.10.4.-Conductor central....94
2.17.10.5.-Campo magnético longitudinal....95
2.17.10.6.-Bobina o cable enrollado....95
2.17.10.7.-Yugo electromagnético....96
2.17.11.-Tipos de corriente magnetizadora....97
2.17.12.-Clasificación de las partículas magnéticas....97
2.17.12.2.-Partículas magnéticas secas....98
2.17.12.3.-Partículas magnéticas húmedas....99
2.17.13.-Vehículos para la suspensión....99
17.14.-Concentración de las partículas en suspensión....100
2.17.15.-Color de las partículas magnéticas....101
2.18.-Inspeccion por ultrasonido....101
2.18.1.-Atenuacion....103
2.18.2.-Refraccion....103
2.18.3.-A-SCAN display....104
2.18.4.-B-SCAN display....104
2.18.5.-C-SCAN display....104

2.18.6.-S-SCAN display.....105
2.18.7.-Bloques de calibración.....105
2.18.8.-Calibracion de equipos ultrasónicos.....106
2.18.9.-Inspeccion ultrasónica de soldadura.....106

Capitulo III.....107

3.1.-Sistema de estudio.....108
3.2.-Procedimientos de inspección.....110
3.2.1Procedimiento de Inspección visual.....110

1. Objetivo.....110

2. Alcance.....110

3. Documentos aplicables.....110

4. Responsabilidades.....111

5. Definiciones.....111

6. Procedimiento.....111
6.1 Preparación para la inspección.....111
6.2 Inspección antes de la soldadura.....112
6.3 Inspección durante la soldadura.....113
6.4 Inspección después de la soldadura.....113

7. Criterios de aceptación.....114

8. Registro de resultados.....114

9. Seguridad.....114

10. Conclusiones.....115
3.2.2.-Procedimiento de Inspección por líquidos penetrantes.....116
3.2.3.-Procedimiento de Inspección por Partículas Magnéticas.....121
3.2.4.-Procedimiento de Inspección por ultrasonido.....127

Capitulo IV.....133

4.1.1-Plan de control de calidad.....134
4.1.2.-Hoja viajera.....136
4.1.3.-Certificado de materiales.....137
4.1.3-Reportes de inspección.....139
4.2.-Reporte de evidencia de inspección visual.....140
4.3.-Reporte de evidencia de inspección visual.....156

4.4.-Reporte de evidencia de inspección por ultrasonido..... 160
4.5.-Reporte de evidencia de inspección por radiografía.....163
4.6.-Evidencia reporte de inspección dimensional..... 165
4.7.-Evidencia reporte de prueba de dureza 167

Capitulo V..... 170

Conclusiones.....171
Fuentes de información.....174
Anexos.....177

Índice figuras

Figura 1. Logo de la empresa.....20

Figura 2. Ubicación maps de la empresa.....23

Figura 3. Distribución de la planta.....24

Figura 4. Pailería.....25

Figura 5. Máquina de habilitado.....26

Figura 6. Máquina de rolado.....27

Figura 7. Soldadura.....28

Figura 8. Maquinado.....29

Figura 9. Luz visible.....44

Figura 12. Tipo de unión: a tope.....45

Figura 13. Tipo de unión: en esquina.....45

Figura 14. Tipo de unión: en T.....46

Figura 15. Tipo de unión: de traslape.....46

Figura 16. Tipo de unión: de orilla.....47

Figura 17. Soldadura de filete.....47

Figura 18. Simbología de soldadura: línea de referencia.....48

Figura 19. Símbolo básico de soldadura.....49

Figura 19.1. Símbolo básico de soldadura.....49

Figura 19.2. Símbolo básico de soldadura.....50

Figura 20. Soldadura perimetral.....50

Figura 21. Múltiples operaciones.....51

Figura 22. Fundición de acero.....52

Figura 23. Estructura BCC.....52

Figura 24. Estructura FCC.....53

Figura 25. Estructura HCP.....53

Figura 26. Fases de acero.....54

Figura 27. Enfriamiento recocido (annealing).....55

Figura 28. Enfriamiento normalizado.....55

Figura 29. Enfriamiento templado.....56

Figura 30. Revenido.....56

Figura 31. Zona afectada por el calor.....57

Figura 32. Tabla de dureza de minerales.....58

Figura 33. Tipo de minerales.....58

Figura 34. Método File Test.....59

Figura 35. Sistema de prueba de dureza Tsubosan.....59

Figura 36. Instrumento analógico de medición de dureza.....60

Figura 37. Impresión de esfera de acero endurecido.....60

Figura 38. Tabla para la medición de dureza en escala de Brinell según el estándar ASTM E10.....61

Figura 39. Impresión piramidal.....62

Figura 40. Ejemplo de procedimiento de soldadura.....63

Figura 41. Posición de soldadura.....64

Figura 42. Inspección visual directa.....69

Figura 43. Inspección visual remota.....69

Figura 44. Ejemplo de inspección por líquidos penetrantes.....71

Figura 45. Pasos básicos para la ejecución del método de líquidos penetrantes.....72

Figura 46. Clasificación de los líquidos penetrantes de concepto tipo.....73

Figura 47. Clasificación de los líquidos penetrantes de concepto método.....73

Figura 48. Clasificación de los líquidos penetrantes de concepto forma.....73

Figura 49. Kit penetrante de prueba no destructiva.....74

Figura 50. Ángulo de contacto.....75

Figura 51. Aplicación de penetrante.....77

Figura 52. Tiempos mínimos de permanencia ASME BPVC.V-2021.....78

Figura 53. Máquina de chorro de aire caliente.....79

Figura 54. Tiempo de revelado al ser aplicado.....80

Figura 55. Discontinuidad e indicación.....81

Figura 56. Inspección por líquidos penetrantes fluorescentes.....82

Figura 57. Requerimientos de procedimientos por líquidos penetrantes.....83

Figura 58. Límites máximos y mínimos para pasos en los procedimientos con líquidos penetrantes.....83

Figura 59. Tiempos mínimos de permanencia.....84

Figura 60. Partículas de hierro coloreadas.....84

Figura 61. Acumulación de partículas magnéticas.....85

Figura 62. Dominios magnéticos en un material desmagnetizado.....85

Figura 63. Dominios magnéticos en un material magnetizado.....85

Figura 64. Campo magnético.....86

Figura 65. Campo magnético generado en el cable.....88

Figura 66. Ejemplo de regla de la mano derecha.....89

Figura 67. Curva de histéresis magnética.....90

Figura 68. Bucle de histéresis de acero con bajo contenido de carbono recocido.....90

Figura 69. Bucles de histéresis de acero endurecido.....91

Figura 70. Ejemplo de materiales ferromagnéticos.....92

Figura 71. Ejemplo de disparo entre cabezales.....94

Figura 72. Ejemplo de pinzas o mordazas.....94

Figura 73. Ejemplo de puntas de contacto.....95

Figura 74. Conductor central.....95

Figura 75. Campo magnético longitudinal.....96

Figura 76. Yugo electromagnético.....97

Figura 77. Fuerza mínima de elevación del yugo.....98

Figura 78. Partículas magnéticas.....99

Figura 79. Tubo de decantación.....101

Figura 80. Colores comerciales de partículas magnéticas.....102

Figura 81. Movimiento ondulatorio.....102

Figura 82. Longitud de onda.....103

Figura 83. Instrumento de calibración para atenuación.....104

Figura 84. Detector de fallas ultrasónico.....104

Figura 85. Resultado de un sistema A-Scan.....105
Figura 86. Presentación de C-Scan.....106
Figura 87. Block IIW tipo 1.....106
Figura 88. Block IIW tipo 2.....106
Figura 89. S-Scan.....107
Figura 90. Block de calibración.....107
Figura 91. Inspección de soldadura por ultrasonido.....107
Figura 92. Filtro canasta simplex.....109
Figura 93. Filtro canasta simplex señalando las juntas de soldadura.....110
Figura 94. Limpieza del área a inspeccionar.....113
Figura 95. Verificación de la preparación de la soldadura.....113
Figura 96. Inspección visual de la soldadura.....114
Figura 97. Evaluación de las indicaciones.....114
Figura 98. Formato de reporte de inspección visual.....116
Figura 99. Limpieza de la corona de soldadura con solvente.....118
Figura 100. Aplicación del penetrante.....119
Figura 101. Remoción del exceso de penetrante.....119
Figura 102. Aplicación del revelador.....120
Figura 103. Formato de reporte de inspección con líquidos penetrantes.....121
Figura 104. Limpieza del área a inspeccionar.....123
Figura 105. Comprobación del campo magnético con medidor Gauss.....124
Figura 106. Partículas magnéticas secas.....125
Figura 107. Partículas magnéticas húmedas.....125
Figura 108. Iluminación de partículas magnéticas fluorescentes bajo luz UV...126
Figura 109. Formato de reporte de inspección con partículas magnéticas.....127
Figura 110. Verificación de que el área a inspeccionar se encuentre limpio....129
Figura 111. El equipo de ultrasonido calibrado con un block patrón.....130
Figura 112. Inspección de soldadura por ultrasonido.....131
Figura 113. Así se ve una indicación en la pantalla del ultrasonido.....132

Figura 114. Formato de reporte de inspección con ultrasonido.....133
Figura 115. Plan de control de calidad, hoja 1.....135
Figura 116. Plan de control de calidad, hoja 2.....136
Figura 117. Plan de control de calidad, hoja 3.....136
Figura 118. Hoja viajera del filtro canasta simplex.....137
Figura 119. Reporte 8.1.1 PB-006-22.....138
Figura 119.1. Reporte 8.1.1 PB-006-22.....139
Figura 120. Reporte de inspección visual.....141
Figura 120.1. Reporte de inspección visual.....142
Figura 121. Reporte de inspección visual.....143
Figura 121.1. Reporte de inspección visual.....144
Figura 122. Reporte de inspección visual.....145
Figura 122.1. Reporte de inspección visual.....146
Figura 123. Reporte de inspección visual.....147
Figura 123.1. Reporte de inspección visual.....148
Figura 124. Reporte de inspección visual.....149
Figura 124.1. Reporte de inspección visual.....150
Figura 125. Reporte de inspección visual.....151
Figura 125.1. Reporte de inspección visual.....152
Figura 126. Reporte de inspección visual.....153
Figura 126.1. Reporte de inspección visual.....154
Figura 127. Reporte 12.2 de inspección visual.....155
Figura 127.1. Reporte de inspección visual.....156
Figura 128. Reporte de inspección con líquidos penetrantes.....157
Figura 129.1. Reporte de inspección con líquidos penetrantes.....157
Figura 130. Reporte de inspección con líquidos penetrantes.....158
Figura 130.1. Reporte de inspección con líquidos penetrantes.....158
Figura 131. Reporte de inspección con líquidos penetrantes.....159
Figura 131.1. Reporte de inspección con líquidos penetrantes.....159

Figura 132. Reporte de inspección con líquidos penetrantes.....160

Figura 132.1. Reporte de inspección con líquidos penetrantes.....160

Figura 133. Reporte de inspección por ultrasonido.....161

Figura 133.1. Reporte de inspección por ultrasonido.....162

Figura 133.2. Reporte de inspección por ultrasonido.....163

Figura 134. Reporte de inspección con radiografía.....164

Figura 134.1. Reporte de inspección con radiografía.....165

Figura 135. Reporte de inspección dimensional.....166

Figura 135.1. Reporte de inspección dimensional.....167

Figura 136. Reporte de prueba de dureza.....168

Figura 137. Gráfica de defectos por soldador.....169

Figura 138. Aplicación de revelador sobre soldadura.....173

Figura 138.1. Inspección visual y por líquidos penetrantes.....174

RESUMEN

El proyecto **"APLICACIÓN DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS A RECIPIENTES A PRESIÓN"** busca garantizar la integridad y seguridad de estos equipos mediante técnicas avanzadas de inspección, con énfasis en la práctica de ultrasonido siguiendo los lineamientos de ASNT TC-1A. Los recipientes a presión, utilizados en sectores críticos como la industria petroquímica, energética y farmacéutica, requieren alta confiabilidad, pues cualquier fallo en su estructura podría derivar en accidentes graves y pérdidas económicas.

Para prevenir estos riesgos, el proyecto implementa técnicas de pruebas no destructivas (PND), tales como ultrasonido y líquidos penetrantes, que permiten detectar tanto defectos internos como externos, como fisuras, corrosión o fallas estructurales, sin afectar la operatividad de los recipientes. La ejecución de estas pruebas se realiza en condiciones reales, ajustándose a normativas internacionales y procedimientos estandarizados.

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.-INTRODUCCIÓN

Los recipientes a presión son elementos fundamentales en múltiples sectores industriales, como el petroquímico, energético, alimentario y farmacéutico, donde se utilizan para almacenar y transportar sustancias bajo presión, ya sea en estado líquido o gaseoso. Debido a las condiciones extremas a las que están sometidos, su integridad estructural es de vital importancia para evitar accidentes que puedan comprometer tanto la seguridad del personal como la infraestructura circundante. Por esta razón, la normativa industrial establece la necesidad de llevar a cabo inspecciones periódicas que aseguren su correcto funcionamiento.

El presente proyecto, titulado **"APLICACIÓN DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS A RECIPIENTES A PRESIÓN",** tiene como objetivo implementar y evaluar un conjunto de técnicas avanzadas de inspección no destructiva (PND) para verificar la condición de los recipientes sin comprometer su operación. Las pruebas no destructivas son procedimientos que permiten detectar defectos estructurales, como fisuras, corrosión o fallas en soldaduras, sin causar daño a los equipos. Entre las técnicas más comunes que se aplicarán en este proyecto se encuentran el ultrasonido, la inspección visual y las pruebas de líquidos penetrantes.

El enfoque del proyecto radica en aplicar estas técnicas a recipientes a presión en la empresa Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S.A. de C.V., con el fin de identificar fallas potenciales antes de que generen incidentes. Además, se realizarán análisis basados en normativas internacionales, como la ASME (American Society of Mechanical Engineers) y la API (American Petroleum Institute), para garantizar que los procedimientos de inspección cumplan con los estándares requeridos en la industria.

El desarrollo del proyecto comprende un análisis detallado de las técnicas de PND seleccionadas, la planificación y ejecución de las pruebas en condiciones reales, así como la interpretación de los resultados obtenidos.

Como primera parte se presentará información breve sobre la empresa en la que se llevará a cabo dicho proyecto haciendo mención sobre las diversas áreas de estas entre otros datos posterior a ello se concluye con un resumen de esta para comenzar con la investigación y aplicación del proyecto.

INGENIERÍA Y FABRICACIÓN S.A DE C.V. (MIF).

FIGURA 1. LOGO DE LA EMPRESA

1.2.-DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y ÁREA DE TRABAJO DEL RESIDENTE

“Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S. A. De C. V.” es una compañía orientada a la ingeniería, fabricación y al servicio de mantenimiento-refaccionamiento de la industria pesada, cumpliendo indudablemente con los requerimientos de calidad y tiempo de entrega que exige el mercado.

1.3.-HISTORIA DE MECATRÓNICA INGENIERÍA Y FABRICACIÓN S.A DE C.V

“Mecatrónica Ingeniería y Fabricación” Inicia operaciones en el mes de noviembre de 1995 como persona física, formada por ingenieros mecánicos (provenientes de la compañía CLEMEX, S.A.), con amplia experiencia en la fabricación de equipos y

componentes, para los sectores siderúrgico, energético, papelero, cementero, petroquímico, químico, e industria en general, bajo normas y especificaciones nacionales y/o internacionales de acuerdo con los requerimientos del producto y/o del cliente.

En junio de 1999 se constituye como sociedad anónima, bajo el nombre de “Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S. A. De C. V.”

Nuestro personal está habituado al manejo de diversas normas tales como. ASME, DIN. ASTM, API, AWS, SAE-AISI, ISO, etc. Desarrollando actividades desde la ingeniería de diseño, la adaptación de materiales para la sustitución de importaciones, la ingeniería de manufactura, la propia fabricación y el aseguramiento de calidad. Cuenta con personal calificado en ensayos no destructivos, en acuerdo a la práctica recomendada ASNT-TC 1 A.

1.4.-MISIÓN

Ser una empresa de vanguardia, líder en la manufactura de bienes de capital y sustentada en la optimización de sus recursos materiales, el desarrollo profesional de su personal y buscando siempre la satisfacción plena del cliente.

1.5.-VISIÓN

Aplicar y desarrollar los sistemas de calidad en los productos manufacturados con la capacitación permanente del personal para ofrecer al cliente confiabilidad y ser siempre considerados como su mejor opción. el perfeccionamiento en los procesos productivos y la mejora continua de los mismos distinguirán a la compañía.

1.6.-VALORES

- Responsabilidad
- Compromiso
- Lealtad
- Respeto
- Generosidad
- Comunicación

1.7.-MECATRÓNICA INGENIERÍA Y FABRICACIÓN, S.A. DE C.V.

El respeto a la comunidad la generosidad con el personal y la lealtad con los clientes, son los compromisos que asumimos con responsabilidad.

1.8.-POLÍTICA DE CALIDAD

Mecatrónica ingeniería y fabricación, S.A. de C.V. y el personal que integramos esta empresa, tenemos el compromiso de satisfacer los requerimientos de nuestros clientes y de sus productos, cumpliendo permanentemente con las normas y/o especificaciones establecidas contractualmente.

En mecatrónica ingeniería y fabricación, S.A. de C.V., estamos comprometidos con la calidad, buscando siempre la mejora continua en nuestra organización, en nuestros procesos y en los servicios suministrados.

Política de seguridad, higiene y medio ambiente

Mecatrónica ingeniería y fabricación, S.A. de C.V. y el personal que integramos esta empresa, tenemos el compromiso de involucrarnos en los procedimientos y acciones que nos conduzcan a mantener nuestra integridad física, mental y ambiental en óptimas condiciones, cumpliendo permanentemente con las normas y/o especificaciones establecidas.

En mecatrónica ingeniería y fabricación, S.A. de C.V. estamos comprometidos con la seguridad, higiene y medio ambiente, buscando siempre la mejora continua en nuestra organización, en nuestros procesos y en nuestro personal.

En mecatrónica ingeniería y fabricación, S.A. de C.V. estamos comprometidos con nuestra comunidad y nuestro entorno social, aplicando las medidas necesarias para la conservación de este.

1.9.-UBICACIÓN

Fresnos No. 2 Santa Bárbara A. Xaltocan; Tlaxcala, México 90443

FIGURA 2. UBICACIÓN MAPS DE LA EMPRESA

1.10.-DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

1.11.-PAILERÍA

Dentro de este sector específico, se llevan a cabo operaciones especializadas en la manipulación de metales, abarcando desde el trazado hasta el corte y la unión de piezas metálicas. Este proceso se inicia con el uso de materiales como láminas o placas, y es esencial destacar que esta área no solo implica la manipulación física de placas de acero, sino que también abarca el diseño y la interpretación de proyectos específicos que se llevan a cabo en las instalaciones de MIF.

FIGURA 4. PAILERÍA

1.12.-MÁQUINA DE HABILITADO

En el ámbito del habilitado, se encuentra una máquina especializada que desempeña un papel fundamental. Esta máquina de habilitado se presenta como un procedimiento complementario al proceso de soldadura. Aquí, la sección de metales se realiza mediante la combustión local y continua en presencia de un

chorro de oxígeno. Esta fase específica del proceso implica el corte preciso de las placas, ajustándose a las dimensiones específicas requeridas para iniciar la construcción de un tanque a presión.

El proceso de corte de acero, que tiene lugar en esta área, adquiere un carácter crítico en la fabricación de recipientes a presión en MIF. Por lo tanto, se vuelve indispensable llevar a cabo una evaluación meticulosa de factores como el diseño de las piezas, el tipo de material, el espesor, las condiciones de trabajo, el acceso a energía eléctrica y la disponibilidad de recursos, asegurándose de que se adapten a las necesidades específicas de cada proyecto. En este contexto, los métodos de corte se posicionan como elementos centrales en este campo especializado.

FIGURA 5. MÁQUINA DE HABILITADO

1.13.-MÁQUINA DE ROLADO

En el ámbito del rolado, se dispone de una maquinaria especializada que realiza un proceso continuo. Aquí, una lámina es sometida a una serie de rodillos que le confieren a la tira de acero una forma específica. Dentro de este proceso, el acero inoxidable emerge como uno de los materiales más recurrentemente empleados. Las características del producto resultante de este proceso de rolado se definen por el diámetro del tubo y el grosor de la pared. Una vez que se ha conformado la estructura tubular, los bordes se sueldan para crear una sección cerrada. Posteriormente, se procede a afinar el diámetro según las especificaciones necesarias, haciendo pasar el tubo por otro conjunto de rodillos.

FIGURA 6. MÁQUINA DE ROLADO

1.14.-SOLDADURA

En lo que respecta a la soldadura, nos referimos a un proceso crucial que implica la unión de dos o más piezas, generalmente de metal. Este proceso se lleva a cabo mediante la aplicación de calor y/o presión, lo que resulta en la fusión parcial de las piezas o la adición de un material de aporte. Aunque el proceso fundamental se describe de manera general, es importante destacar la existencia de diversos tipos de soldadura, cada uno con sus características específicas y aplicaciones. Algunos de estos tipos incluyen:

GTAW (gas tungsten arc welding) – Soldadura de arco de tungsteno y gas.

SMAW (shield metal arc welding) - Soldadura por arco metálico protegido.

FCAW (Flux cored arc welding) – Soldadura de arco con núcleo de fundente.

GMAW (Gas metal arc welding) - Soldadura de arco metálico y gas.

FIGURA 7. SOLDADURA

1.15.-MAQUINADO

En el ámbito del maquinado, el enfoque se centra en eliminar todo exceso de material mediante el uso de una herramienta de corte, con el objetivo de lograr una pieza final que se ajuste precisamente a las especificaciones deseadas. Este proceso implica la deformación cortante del material, generando una viruta que, al ser retirada, revela una nueva superficie completamente expuesta. Lo notable de este procedimiento radica en que a lo largo de la historia se ha experimentado con modificaciones e innovaciones continuas en la ejecución del maquinado.

En términos prácticos, esta área suele reservarse principalmente para el trabajo de reparación de piezas dentro de la empresa. Es infrecuente que los tanques requieran procesos de maquinado, dado que estos suelen presentar dimensiones diversas, lo que limita la necesidad de intervenciones en esta fase específica del proceso.

FIGURA 8. MAQUINADO

1.16.-ÁREA EN DONDE SE DESARROLLA EL PROYECTO

1.16.1.-ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

El área en donde se realiza el proyecto es en el área de “aseguramiento de calidad”. Cabe mencionar que esta área trabaja en conjunto con otras como lo son producción, ingeniería de soldadura e ingeniería de manufactura.

1.16.2.-FUNCIONES DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

La persona a cargo del residente es el Ingeniero con cargo de Gerente de aseguramiento de calidad y el responsable de ingeniería de soldadura y lleva a cabo las siguientes actividades.

- Supervisar e implementar procedimientos de código para el aseguramiento de calidad durante las etapas del proceso.
- Inspeccionar el proceso de producción
- Optimizar el sistema de aseguramiento de calidad
- Revisar dossiers de calidad
- Verificar e inspeccionar la calidad del producto mediante las pruebas no destructivas como lo son las siguientes:

    1. Inspección por líquidos penetrantes
    2. Inspección visual
    3. Ultrasonido
    4. Radiografía (subcontratado).
    5. Prueba hidrostática
    6. Prueba neumática

- Especificación del procedimiento de soldadura (WPS).
- Registro de calificación del procedimiento de soldadura (PQR).
- Mantener actualizada la lista de soldadores (welder log)
- Validación de los resultados de laboratorios de pruebas mecánicas de las probetas
- Supervisar la calibración de equipos y máquinas de soldar.

1.16.3.-FUNCIONES DEL RESIDENTE EN EL ÁREA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

El residente tiene diversas actividades que hacer, algunas de ellas son:

- Realizar inspecciones visuales de soldadura
- Realizar inspecciones con líquidos penetrantes
- Realizar inspecciones con partículas magnéticas
- Inspecciones dimensionales
- Interpretación de películas radiográficas
- Uso de normas y estándares como los son ASME, AWS, ASNT etc.

1.17.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para el proyecto "**APLICACIÓN DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS A RECIPIENTES A PRESIÓN**", se identificaron las siguientes problemáticas prioritarias, enfocadas en garantizar la seguridad, la operatividad de los equipos y el cumplimiento normativo:

- Falta de personal calificado para realizar pruebas de ultrasonido industrial según ASNT TC-1A

- Actualmente, la empresa no cuenta con personal certificado ni capacitado para llevar a cabo pruebas de ultrasonido conforme a las exigencias del estándar ASNT TC-1A, lo que impide realizar inspecciones confiables y de acuerdo con las mejores prácticas internacionales.
- Ausencia de un procedimiento documentado para pruebas de ultrasonido
- Incumplimiento de normativas internacionales y estándares de seguridad industrial
- La falta de personal calificado y procedimientos adecuados limita la capacidad de la empresa para cumplir con las normativas internacionales, como ASME y API, lo que podría generar sanciones, pérdida de clientes o interrupciones en las actividades productivas.

De igual forma se presentaron problemáticas de impacto como lo son las siguientes:

1.17.1.-IMPACTO ECONÓMICO

1. Aumento en costos operativos por subcontratación: La falta de personal calificado obliga a la empresa a contratar servicios externos para realizar las pruebas de ultrasonido, lo que incrementa los costos operativos y reduce el margen de ganancias.

2. Pérdida de ingresos por incumplimiento normativo: La incapacidad de cumplir con estándares internacionales como ASME y API puede resultar en la pérdida de contratos o clientes, afectando la estabilidad económica de la empresa.

1.17.2.-IMPACTO SOCIAL

1. Riesgo para la seguridad del personal: Fallas no detectadas en los recipientes a presión pueden ocasionar accidentes graves, poniendo en peligro la vida de los trabajadores y afectando su bienestar.

2. Desconfianza en la empresa por parte de los clientes: Incapacidad de cumplir con normativas y garantizar equipos seguros afecta la reputación de la empresa, disminuyendo la confianza de sus clientes y socios.

3. Falta de desarrollo profesional del personal interno: La falta de capacitación limita las oportunidades de crecimiento profesional y técnico de los empleados actuales, impactando su motivación y productividad.

1.18.-OBJETIVO GENERAL

Garantizar la integridad y seguridad de los recipientes a presión de Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S.A. de C.V. mediante la implementación de técnicas avanzadas de pruebas no destructivas (PND), siguiendo los lineamientos de ASNT TC-1A y normativas internacionales de seguridad industrial.

1.19.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar e implementar un procedimiento de ultrasonido conforme a ASNT TC-1A, documentando los requisitos de inspección para evaluar correctamente los recipientes a presión.

- Aplicar las técnicas de ultrasonido y líquidos penetrantes en recipientes a presión, identificando defectos internos y externos como fisuras o corrosión.

- Capacitar al personal técnico en la ejecución de las pruebas de ultrasonido y líquidos penetrantes, garantizando su competencia en el uso de equipos y en la interpretación de resultados.

- Realizar pruebas en condiciones reales de operación de los recipientes y documentar los resultados, verificando la efectividad de las técnicas de inspección.

1.20.-JUSTIFICACION

La realización del proyecto **"APLICACIÓN DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS A RECIPIENTES A PRESIÓN"** es fundamental para asegurar la integridad y seguridad de estos equipos en la operación industrial de Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S.A. de C.V. Dado que los recipientes a presión operan bajo condiciones extremas y contienen sustancias potencialmente peligrosas, cualquier defecto o falla estructural podría resultar en accidentes graves, afectando tanto al personal como a la infraestructura de la empresa. Además, la implementación de pruebas no destructivas permitirá cumplir con las normativas de seguridad industrial vigentes, como las establecidas por ASME y API, y optimizar los costos de mantenimiento al facilitar la detección temprana de defectos. Este proyecto, por tanto, no solo mejora la seguridad operativa, sino que también incrementa la confiabilidad y eficiencia de los procesos productivos.

CAPITULO II

2.-MARCO TEORICO

El presente Marco Teórico establece los fundamentos técnicos y normativos para la aplicación de pruebas no destructivas (PND) en recipientes a presión. Estas pruebas permiten evaluar la integridad estructural de los equipos sin comprometer su operatividad, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad industrial.

Se abordan conceptos esenciales como la definición y clasificación de los recipientes a presión, los principios de las principales técnicas de inspección (inspección visual, líquidos penetrantes y ultrasonido) y las normativas aplicables, destacando la ASME Sección V y la API 510, que regulan los procedimientos de inspección y mantenimiento en la industria.

Además, se explica el impacto de las discontinuidades en soldadura y material base, identificando los defectos más comunes, sus causas y los métodos adecuados para su detección y corrección. Este marco de referencia es fundamental para garantizar que los procedimientos de inspección se realicen de manera eficaz, optimizando la seguridad y confiabilidad de los recipientes a presión en la empresa Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S.A. de C.V.

2.1.-RECIPIENTES A PRESIÓN

Los recipientes a presión son equipos diseñados para contener gases o líquidos a una presión significativamente diferente de la presión atmosférica. Debido a las condiciones de operación a las que están expuestos, los recipientes a presión están sujetos a regulaciones estrictas para garantizar su integridad y prevenir accidentes.

Según la norma ASME (2023), un recipiente a presión es cualquier contenedor que opera a una presión interna o externa mayor a 15 psi. Estos equipos son utilizados en diversas industrias, como la petroquímica, energética y farmacéutica, donde su

falla puede provocar accidentes graves, como explosiones, derrames o emisiones tóxicas【ASME, 2023】.

2.2.-PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS (PND)

Las Pruebas No Destructivas son métodos de inspección que permiten evaluar las propiedades de un material, componente o sistema sin dañarlo. Estas pruebas son esenciales para verificar la integridad de los recipientes a presión sin interrumpir su funcionamiento ni comprometer su operatividad. Entre las técnicas más utilizadas en el presente proyecto se incluyen las siguientes:

2.2.1.-Ultrasonido (UT)

El ultrasonido es una técnica de PND que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para detectar discontinuidades internas en los materiales. Este método es ampliamente utilizado en la inspección de soldaduras y en la detección de fisuras y corrosión en recipientes a presión. La técnica consiste en generar ondas ultrasónicas que atraviesan el material, y cualquier discontinuidad, como una grieta o cavidad, provoca una reflexión de las ondas, las cuales son detectadas por un transductor y convertidas en una imagen o señal analizable【Hellier, 2013】.

El ultrasonido es ideal para la inspección de materiales de gran espesor, como los que se utilizan en la fabricación de recipientes a presión. Además, ofrece una alta precisión en la detección de defectos internos, lo que lo convierte en una herramienta esencial para este proyecto.

2.2.2.-Radiografía Industrial (RT)

La radiografía industrial es otra técnica de PND que utiliza radiaciones electromagnéticas (rayos X o gamma) para obtener imágenes del interior de los materiales. Esta técnica es muy efectiva para identificar defectos internos

como porosidades, inclusiones o grietas en los materiales. La radiografía permite una inspección detallada sin necesidad de desmontar el equipo, lo que la convierte en una opción muy eficiente para la evaluación de recipientes a presión【Miller, 2012】.

Los procedimientos de radiografía industrial están regulados por normas internacionales como las establecidas por la ASME y el American Petroleum Institute (API), que dictan las condiciones de seguridad y los parámetros técnicos para su aplicación【API, 2021】.

2.2.3.-Líquidos Penetrantes (PT)

La técnica de líquidos penetrantes es un método de inspección superficial que se utiliza para detectar grietas, poros o discontinuidades abiertas a la superficie en materiales no porosos. Consiste en aplicar un líquido de baja viscosidad sobre la superficie del material, que penetra en las discontinuidades. Después, se retira el exceso de líquido y se aplica un revelador que ayuda a identificar visualmente la ubicación de los defectos【ASNT, 2011】.

Este método es fácil de aplicar y económico, y es adecuado para la inspección de recipientes a presión en áreas de acceso limitado o geometrías complejas. Es particularmente útil para la detección de defectos en soldaduras y juntas【Hellier, 2013】.

2.3.-NORMATIVAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES

La inspección de recipientes a presión mediante PND debe cumplir con una serie de normativas internacionales que regulan la seguridad y calidad en el manejo de estos equipos. Las dos principales normativas que se aplicarán en este proyecto son:

2.3.1.-ASME Section V: Esta norma establece los requisitos para la aplicación de pruebas no destructivas en recipientes a presión y otros componentes industriales. Define los procedimientos para la inspección mediante ultrasonido, radiografía, líquidos penetrantes, entre otros【ASME, 2023】.

2.3.2.-API 510: Este código de inspección para recipientes a presión emitido por el American Petroleum Institute establece los requisitos de inspección, reparación, alteración y revalorización de recipientes a presión. La API 510 se centra en la seguridad operativa y la prolongación de la vida útil de los equipos【API, 2021】.

2.4.-ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END)

Los Ensayos No Destructivos (END) son métodos avanzados de inspección que evalúan la integridad de materiales y componentes sin comprometer su funcionalidad. Estas técnicas son fundamentales en la industria para garantizar la seguridad operativa y la confiabilidad estructural de los equipos, como los recipientes a presión. Los END aplican distintos tipos de energía (sonido, radiación, magnetismo, presión, entre otros) para identificar discontinuidades en los materiales. Una discontinuidad se define como la interrupción de la homogeneidad del material, mientras que una indicación es la respuesta del material ante el ensayo.

2.4.1.-CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS END

Existen diversos métodos de END utilizados en la industria, entre los que destacan:

- Pruebas Visuales y Ópticas (VT): Método base que utiliza luz visible para inspeccionar las superficies de los materiales.
- Pruebas de Ultrasonido (UT): Técnica que emplea ondas ultrasónicas para detectar discontinuidades internas.
- Pruebas de Radiografía (RT): Utiliza rayos X o gamma para obtener imágenes internas del material.
- Pruebas de Líquidos Penetrantes (PT): Detecta discontinuidades abiertas en la superficie mediante la aplicación de líquidos con alta capilaridad.
- Cada técnica tiene ventajas, limitaciones y aplicaciones específicas según el tipo de material y las condiciones de inspección.

2.5.-SISTEMA DE CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DEL PERSONAL

El estándar SNT-TC-1A, desarrollado por la Sociedad Americana de Ensayos No Destructivos (ASNT), proporciona las bases para la capacitación, calificación y certificación del personal que realiza END. Este estándar permite que cada organización desarrolle su práctica escrita para garantizar la implementación de procesos de inspección confiables.

2.5.1.-NIVELES DE CERTIFICACIÓN

- **Nivel I**: Realiza inspecciones básicas bajo instrucciones y supervisión. No interpreta resultados ni firma reportes.
- **Nivel II:** Ejecuta, interpreta y evalúa los resultados, y está autorizado para firmar reportes.
- **Nivel III:** Diseña y aprueba procedimientos, establece criterios de aceptación y capacita a los niveles inferiores

2.6.-ESTRUCTURA SNT-TC-1 A

2.6.1.-Capacitación: programa organizado para la impartición de conocimiento y habilidades necesarias para la calificación.

Los candidatos para una certificación inicial deben de cumplir con un programa de entrenamiento, de acuerdo con ASNT, dentro del concepto de entrenamiento se engloban:

- Cursos presenciales con instructor
- Cursos en línea
- Cursos por computadora

Los programas de capacitación deberían de estar diseñados para desarrollar en cada participante, el hábito de la investigación, exploración y análisis en materia de ensayos no destructivos.

- **2.6.2.-Calificación**: Habilidades demostradas, conocimiento demostrado, entrenamiento y experiencia documentados específica para desarrollar tareas de un trabajo específico.

  Contario contra lo que normalmente se conoce o a lo que se nos ha acostumbrado, y de acuerdo con esta definición, no se debería de recibir una constancia de calificación, después de haber recibido un curso por primera vez ya que ello contradice la definición misma y los requisitos especificados en ella

- **2.6.3.-Certificación**: Testimonio escrito de la calificación.

  De acuerdo con ASNT, la certificación es responsabilidad del empleador o en palabras coloquiales del patrón del trabajador, del cual se argumenta cuenta con dicho documento. La certificación para el buen entendedor es

básicamente la adopción de la responsabilidad de un nuevo empleador, sobre las tareas o actividades de un examinador.

2.7.- LUZ VISIBLE

La luz visible, es el medio de prueba para las inspecciones que se llevan a cabo con las pruebas ópticas y visuales. Por lo que el instrumento para la captación de este medio es el ojo humano.

Las teorías relacionadas con el comportamiento y origen de la luz, para efectos de pruebas no destructivas, conceptualizan o se basan en el complemento de dos teorías.

• Teoría “quantum”: establece que la luz está compuesta de partículas llamadas fotones, estas partículas viajan en el aire y terminan excitando la retina humana, para crear sensación de visión.

• Teoría del electromagnetismo: establecida por james Clerk maxwell y establece que la luz está compuesta de un espectro electromagnético, y su velocidad de desplazamiento depende de su longitud de onda, este espectro termina excitando la retina del ojo humano ofreciendo sensación de visión.

Ambas teorías complementan el concepto de cómo opera la luz para generar la sensación de visión en el ser humano.

Entendiendo ahora el concepto que define el comportamiento de la luz, se abordan los temas que definen la luz y las regiones detectable por el ser humano.

Existe un tipo de energía presente en el ambiente que esta denominada como el espectro electromagnético, y está comprendido desde las regiones con longitud de onda más cortas como los son las ondas de radiación (rayos x y rayos gamma), hasta las ondas con longitudes más largas como las ondas de radio. Sin embargo, el ojo humano, está diseñado para poder captar solo aquellas longitudes de onda

que se encuentran en el espectro visible, que son las comprendidas de los 370 a los 780 nm (nanómetros)

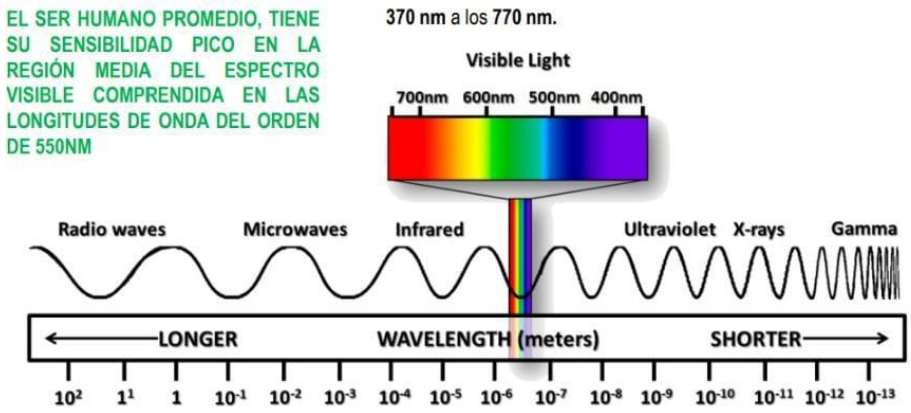


FIGURA 9. LUZ VISIBLE

2.7.1.-PARAMETROS VISUALES

Contar con las condiciones ideales para la ejecución de una examinación visual, es fundamental, una lista de comprobación básica para estos propósitos estaría conformado por:

- Agudeza visual del examinador de conformidad con los requerimientos normativos o contractuales.
- Niveles de iluminación necesarios para el desarrollo confiable del proceso de examinación.
- Conocimiento sobre el artículo que se está examinando.
- Entorno confortable y seguro.

2.8.-TIPOS DE UNIONES

Previo al inicio de toda operación de soldadura, el inspector debe de verificar, que la configuración de las uniones sea de acuerdo con los requerimientos de ingeniería. En esta etapa toma extrema relevancia la tarea del inspector ya que es precisamente en esta etapa, donde se pueden resolver la mayoría de los problemas, que, de encontrarlos en etapas de fabricación avanzadas, generarían retrabajos y gastos adicionales

- **2.8.1.-A TOPE**

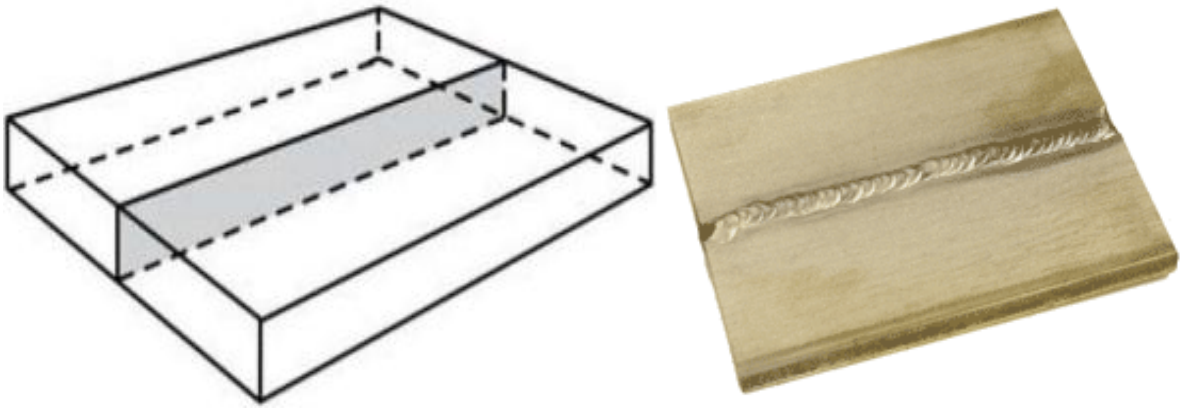


FIGURA 12. TIPO DE UNION: A TOPE

- **2.8.2.-EN ESQUINA**

Donde los extremos a unirse se encuentran en planos perpendiculares, y las esquinas de estos son las que se unen.

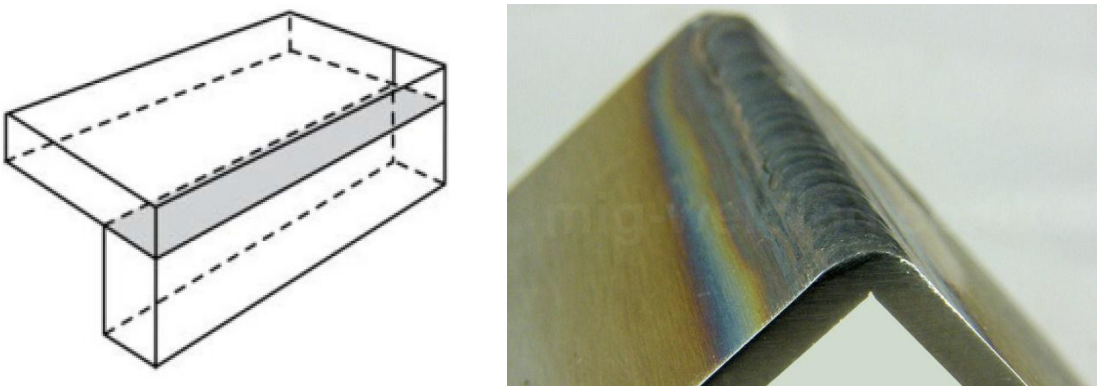


FIGURA 13. TIPO DE UNION: EN ESQUINA

- **2.8.3.-EN T**

Los elementos para unirse se encuentran con sus planos perpendiculares, pero uno de ellos cae sobre la superficie plana del otro.

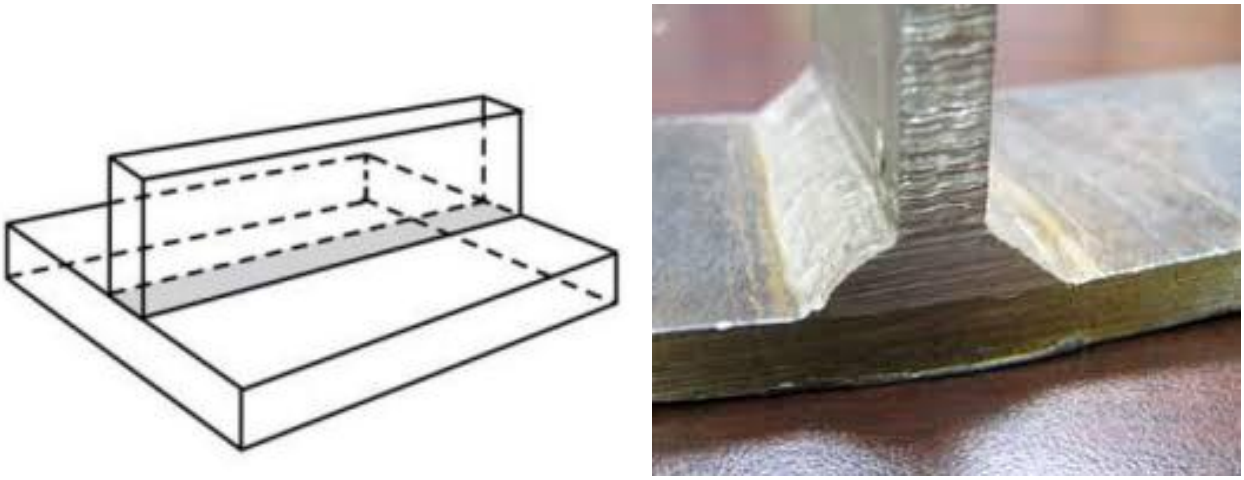


FIGURA 14. TIPO DE UNION: EN T

- **2.8.4.-DE TRASLAPE**

Donde los extremos a unirse se encuentran paralelos, pero en diferente plano

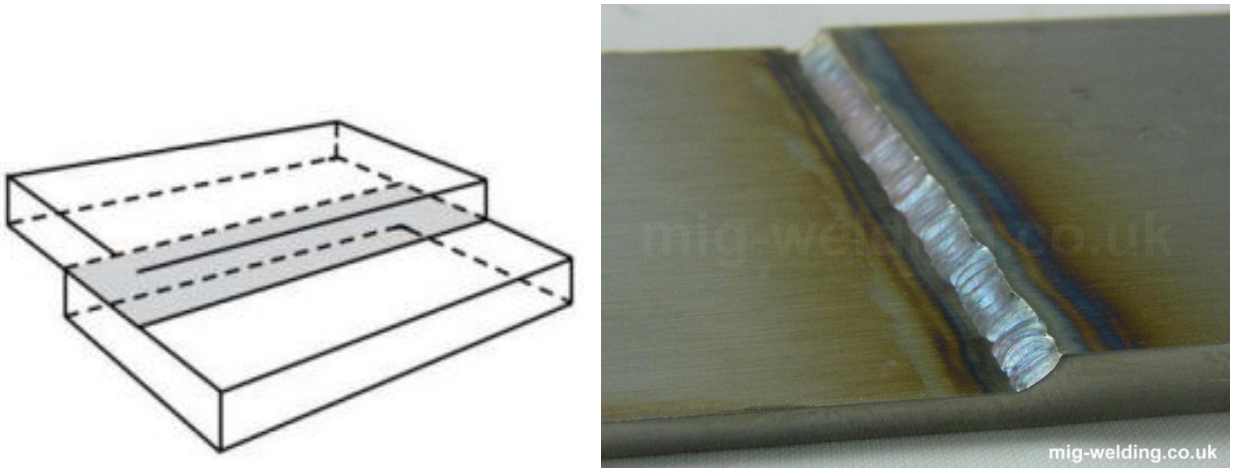


FIGURA 15. TIPO DE UNION: DE TRASLAPE

- **2.8.5.-DE ORILLA**

Los elementos para unirse se encuentran con sus planos perpendiculares, cara a cara y se unen por las orillas

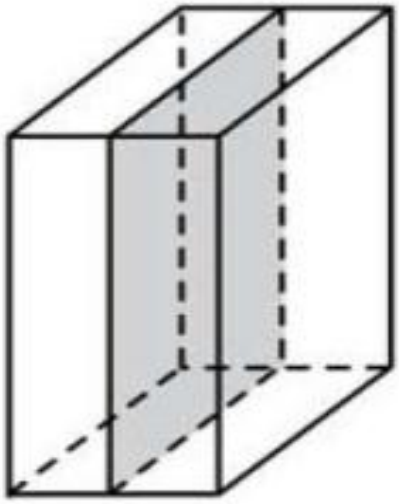


FIGURA 16. TIPO DE UNION: DE ORILLA

- **2.8.6.-SOLDADURA DE FILETE**

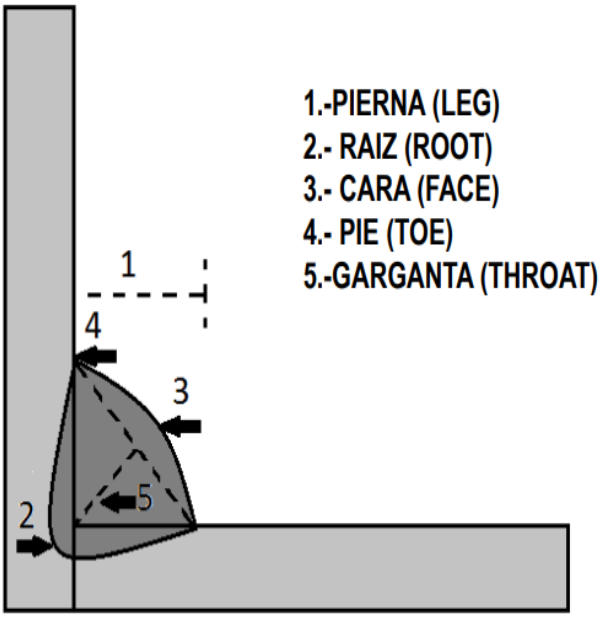


FIGURA 17. SOLDADURA DE FILETE

2.9.-SIMBOLOGIA EN SOLDADURA

Es importante establecer una comunicación efectiva, a través de nombrar los componentes por su nombre técnico correcto, así como conocer los tecnicismos relacionados con los tipos de unión y las partes que las componen. Y que esta puede ser expresada de manera verbal, así como también a través de esquemas, dibujos y componentes, sin embargo, existe una manera universal de comunicar las instrucciones en materia de soldadura y es a través de los símbolos. Existe un documento emitido por AWS que establece la manera más practica de ofrecer una instrucción en materia de soldadura, se trata del AWS A 2.4 “ESTÁNDAR PARA LA SIMBOLOGIA DE SOLDADURA” La simbología básica de soldadura tiene inicio con una línea horizontal denominada línea de referencia (reference line).

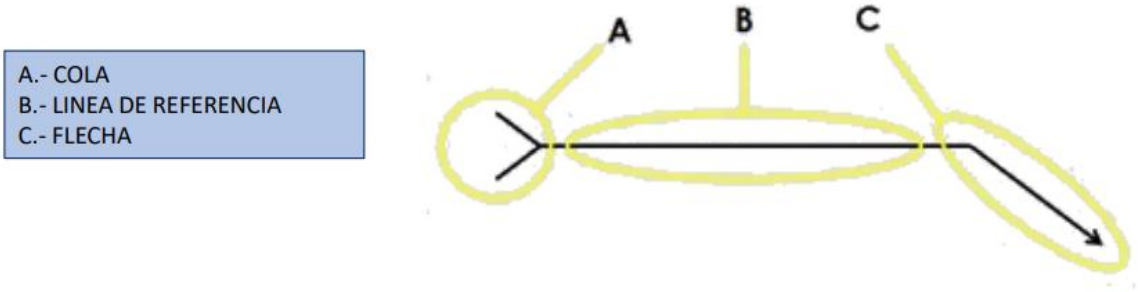


FIGURA 18. SIMBOLOGIA DE SOLDADURA: LINEA DE REFERENCIA

2.9.1.-SIMBOLO BASICO DE SOLDADURA

La línea de referencia será nuestro punto de partida es decir sobre el dibujaremos el símbolo y dependiendo del lado en donde lo dibujemos indicará que lado de la unión de los materiales recibirá la soldadura. Por ejemplo, tras dibujar la línea de referencia, independientemente de donde se coloque la flecha, si dibujamos el

símbolo debajo de la línea esto nos indicara que trabajaremos del lado de la unión a donde apunta la flecha. Si, por otra parte, colocamos el símbolo arriba de la línea de referencia, esto nos indica que el lado opuesto a donde apunta la flecha es el lado en el que trabajaremos y finalmente si dibujamos el símbolo de tanto arriba como debajo de la flecha, esto nos instruye a trabajar (aplicar soldadura) por ambos lados.

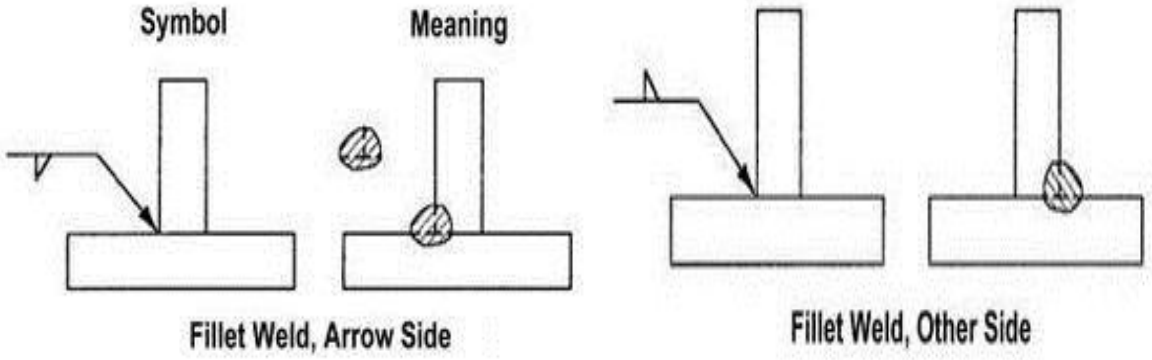


FIGURA 19. SIMBOLO BÁSICO DE SOLDADURA

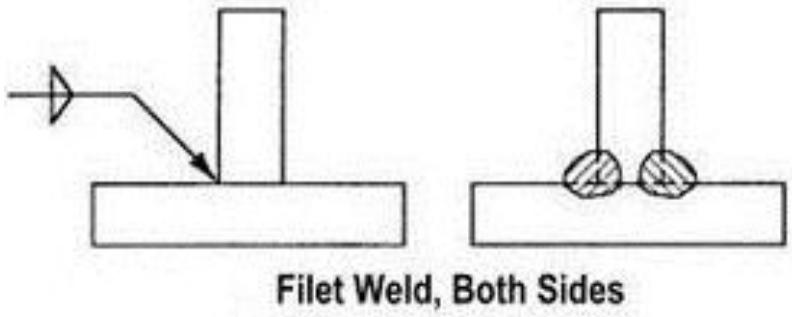


FIGURA 19.1. SIMBOLO BÁSICO DE SOLDADURA

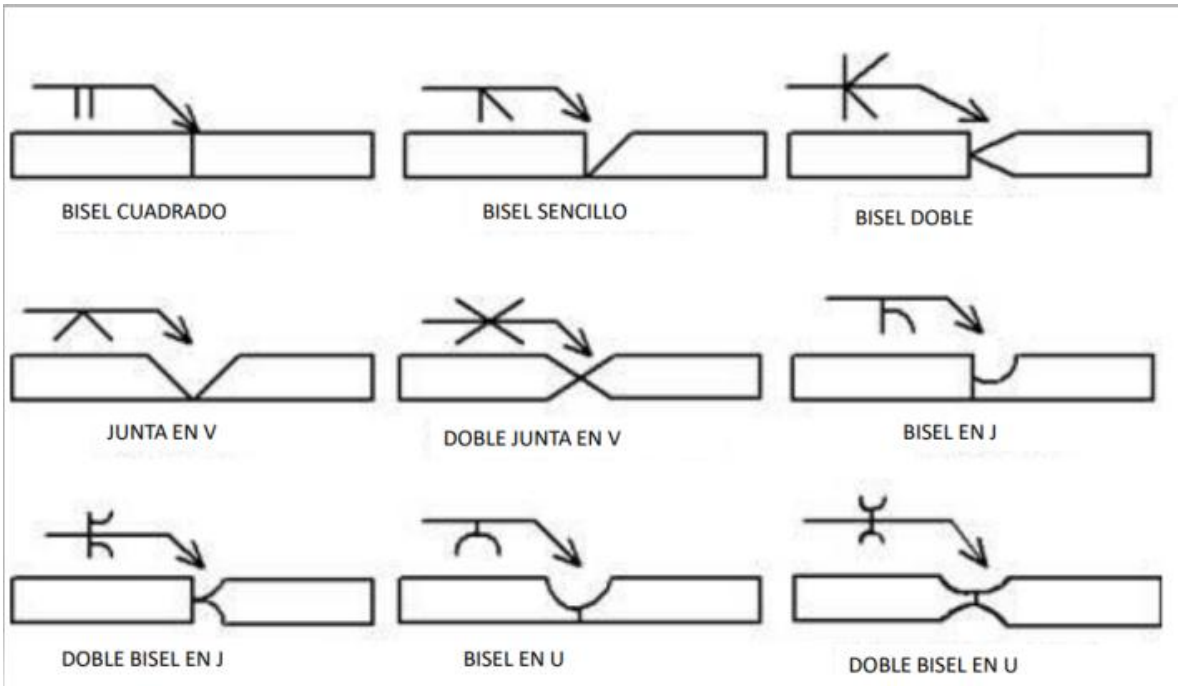


FIGURA 19.2. SIMBOLO BÁSICO DE

2.9.2.-SIMBOLOS ESPECIALES

- **Soldadura perimetral**. En los casos en que se requiera aplicar soldadura sobre el perímetro de un elemento, este podrá ser especificado con el símbolo soldadura perimetral, que consiste en colocar un círculo entre la línea de referencia y la flecha.

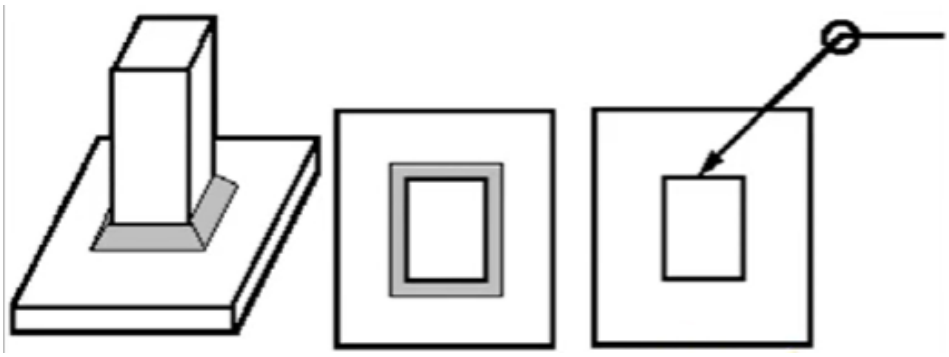


FIGURA 20. SOLADADURA PERIMETRAL

2.9.3.-MULTIPLES OPERACIONES

Una manera practica de ejemplificar, es a través de las líneas de referencia múltiples que nos indicas los pasos secuenciales de una operación.

Como en el caso del ejemplo anexo se trata de instruir lo siguiente:

- **Primera operación**. soldadura de respaldo por la parte posterior.
- **Segunda operación**. soldadura a tope con un elemento con preparación biselada.
- **Tercera operación**. esmerilado al ras.

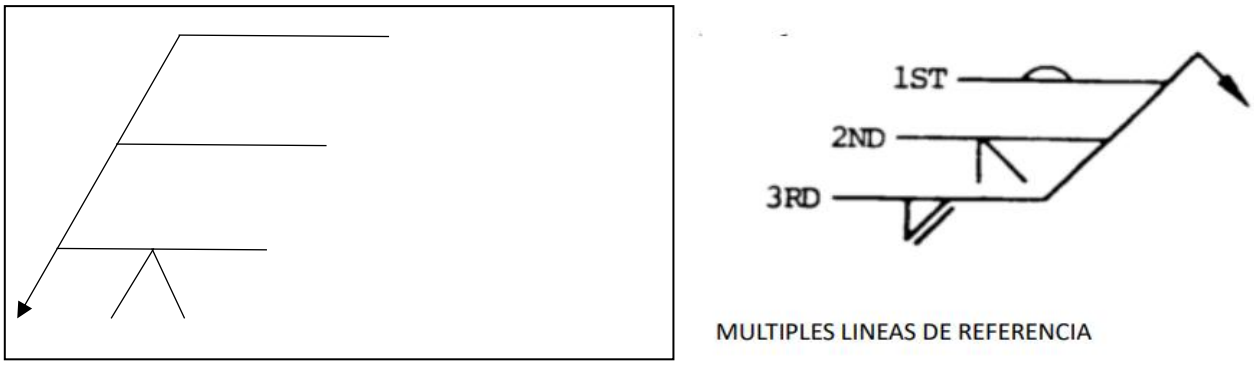


FIGURA 21. MULTIPLES OPERACIONES

2.10.-CONCEPTOS BASICOS DE DUREZA DE MATERIALES

Diversos requerimientos de ingeniería demandan de controlar los valores de dureza después de las operaciones de soldadura, especialmente en aceros de gran espesor o con alto contenido de carbono. Así también en el monitoreo de sistemas de diferentes especialidades industriales, con el propósito de detectar degradación o mecanismos de degradación en los materiales o bien como apoyo para los trabajos de aseguramiento de la integridad mecánica.

Para el caso específico del acero al carbono, material en el que mayormente se desarrollan la mayoría de los procesos de manufactura en la actualidad, las variaciones en dureza inician en los procesos de solidificación de este. Cuando es fundido, para darle diferentes formas en los procesos primarios. El acero al carbono

presenta una temperatura de fusión de 1650°c Cuando el metal líquido, pierde la energía que lo mantiene en este estado, los átomos se agrupan (nucleación) y forman regiones especificas denominadas granos de material, y estos a su vez se agrupan en regiones denominadas cristales.

FIGURA 22. FUNDICIÓN DE ACERO

Técnicamente la estructura de una soldadura es cristalina y existen tres tipos de posiciones en las que los átomos de una soldadura se pueden agrupar.

- **2.10.1.-BCC (body centred cubic) Cubo centrado en el cuerpo**

En este tipo de arreglo, los átomos se acomodan de tal manera que asemeja a un cubo con un átomo a cada una de las esquinas y un quinto átomo en el centro del cubo. Los metales que presentan estas características son: **aceros al carbono, cromo, molibdeno y tungsteno.**

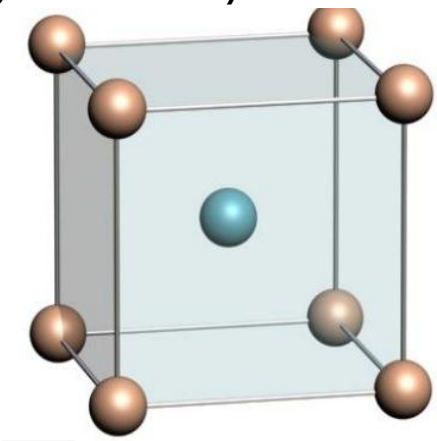


FIGURA 23. ESTRUCTURA BCC

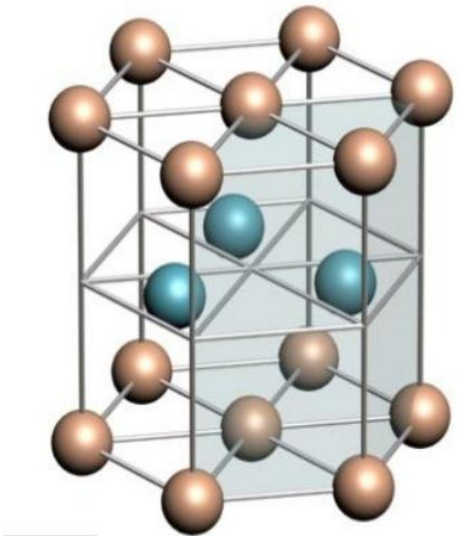


FIGURA 25. ESTRUCTURA HCP

- **2.10.2.-FCC (faced centred cubic) Cubo centrado en las caras**

En este tipo de arreglo, los átomos se acomodan de tal manera, que existe un átomo en cada esquina del cubo, y un átomo en cada una de las caras de este. los materiales con esta característica son: **aluminio, cobre níquel y acero inoxidable autentico**.

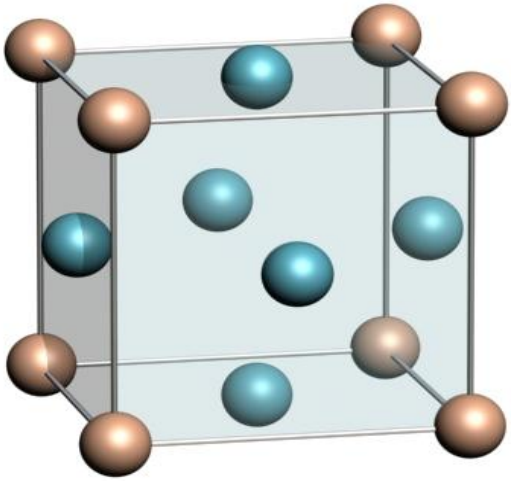


FIGURA 24. ESTRUCTURA FCC

- **2.10.3.-HCP (paquete cerrado en hexágono)**

En este tipo de arreglo, los átomos se acomodan como un prisma hexagonal, con dos hexágonos, uno en la parte superior y otro en el fondo, cada uno con un átomo en cada vértice y al centro, y en el medio del prisma un triángulo conformado por tres átomos. Los materiales con esta característica son: **zinc, cadmio y manganeso.**

ACERO

El acero puede existir en diferentes fases, típicamente:

- Austenita
- Ferrita
- Perlita
- Bainita
- Martensita
- A temperaturas cercanas a los 721 °C (definida como la temperatura de transformación) el acero existe en una fase denominada perlita.
- A temperaturas superiores a los 721 °C el acero existe en una fase mixta denominada austenita-ferrita.
- A temperaturas cercanas a 843 °C, el material cambia completamente a austenita. y se mantendrá en esa fase hasta que alcance la temperatura de fusión en donde de hecho ya no hay fase.

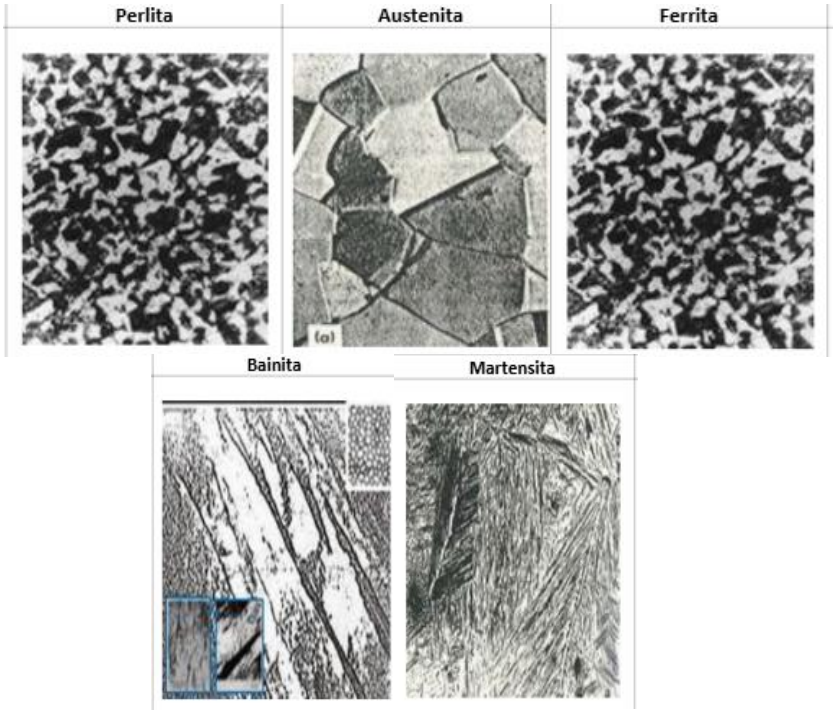


FIGURA 26. FASES DE ACERO

Una vez alcanzada la fase de austenita, de ahí se puede manipular el ritmo de enfriamiento, para obtener acero con diferentes propiedades.

Dependiendo del método de enfriar en acero, partiendo de la temperatura de austenitizacion, de ello dependerán las propiedades que tendrá el producto final.

- **2.10.4.-Recocido (annealing)**

En este método de enfriamiento, se toma el acero a temperatura de austenitizacion, y se deja enfriar dentro de una caldera, este método, coloca el acero en su condición más débil (suave).

FIGURA 27. ENFRIAMIENTO RECOCIDO (ANNEALING)

- **2.10.5.-Normalizado**

En este método de enfriamiento, se toma el acero a temperatura de austenitizacion, y se deja enfriar a temperatura ambiente, este método forma nuevos granos de perlita ferrita.

FIGURA 28. ENFRIAMIENTO NORMALIZADO

- **2.10.6.-Templado**

En este método de enfriamiento, se toma el acero a temperatura de austenitizacion, y se enfría súbitamente en aceite, agua o espuma. Este método de enfriamiento resulta en un acero con estructura denominada martensita. La cual es una estructura extremadamente dura, muy quebradiza y con una ductilidad muy baja "**PROPIEDADES INDESEABLES EN UNA SOLDADURA".**

FIGURA 29. ENFRIAMIENTO TEMPLADO

Para recuperar las propiedades de un material con estructura martensítica, se debe de someter a un proceso de recuperación llamado **revenido** que consiste en recalentar el material entre 38 °C – 704 °C, para así suavizarlo y recuperar propiedades.

FIGURA 30. REVENIDO

Durante las operaciones de soldadura, el metal inmediatamente adyacente, a el charco de soldadura, estará sujeto a un ritmo de enfriamiento mayor. Debido a que es calentado a temperaturas extremadamente altas, para ser posteriormente enfriado de manera súbita por la masa de material no afectado por el calor (más frio). A esta zona que ha sufrido los embates del calentamiento y enfriamiento súbito, se le denomina zona afectada por el calor (ZAC).

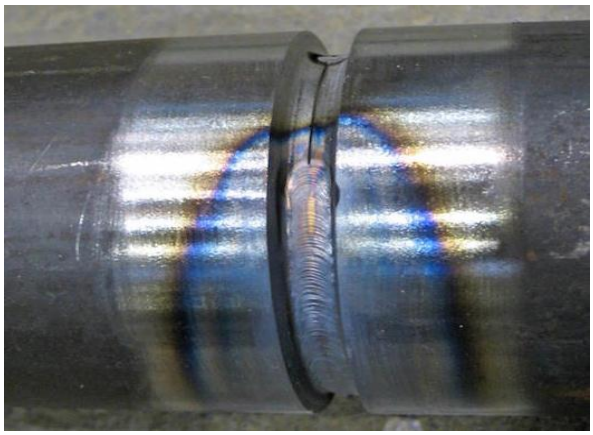


FIGURA 31. ZONA AFECTADA POR EL CALOR

El propósito es entender lo relevante de prestar atención a los requerimientos de precalentamiento y tratamiento térmico post soldadura. A controlar las rachas de aire durante las soldaduras, controlar la temperatura entre pasos, etc.

2.11.-DEFINICION DE DUREZA

La metodología más común para la determinación de las propiedades de un material es la dureza. Con suficiente conocimiento de la composición y proceso de manufactura de un material en particular, la dureza puede ser utilizada para hacer mediciones indirectas de las propiedades de un material.

Por ejemplo, la dureza es rutinariamente utilizada para determinar que materias primas han recibido tratamientos especiales por ejemplo tratamiento térmico, para así separarlas antes de que avancen en sus diferentes operaciones secundarias.

En términos generales, se define a la dureza, como la habilidad de un material de resistir penetración superficial. la penetración superficial, demanda del uso de un indentor y una fuerza, para generar de manera localizada algún tipo de deformación plástica en el material bajo prueba.

Existen en la industria actual diversas metodologías para medir la dureza de los materiales, como continuación se describe:

2.11.1.-PRUEBA MOHS

Uno de los primeros sistemas de medición de dureza de los materiales, fue el sistema MOHS, o escala MOHS, la cual básicamente especifica y agrupa 10 minerales acomodados dependiendo de su dureza, iniciando con el numero 1, como el más suave. Es conocida como la madre de las mediciones de dureza, ya que fue el primer sistema regulado y estandarizado.

POSICION	MINERAL	POSICION	MINERAL
1	TALCO	6	FEDELPASTO
2	YESO	7	CUARZO
3	CALCITA	8	TOPAZ
4	FLURITA	9	CORUNDO
5	APATITA	10	DIAMANTE

FIGURA 32. TABLA DE DUREZA DE MINERALES

Si un material pudiera ser notablemente rayado o marcado con topaz, por ejemplo, pero no con cuarzo, entonces se le otorgaba la escala entre 7 y 8, esta escala tiene una aplicación nula en metalmecánica, pero sigue siendo utilizada en mineralogía.

- **2.11.2.-FILE TEST**

Otro método de abrasión o marcado para medir la dureza de los materiales es el método FILE TEST, este método tiene ciertamente una aplicación práctica en la medición de durezas en la industria de los metales. Un set de limas es utilizado para realizar un marcado sobre la superficie de los materiales, de una manera relativamente rápida y poco precisa.

Puede ser fácilmente utilizada en situaciones de taller en donde se requiera confirmar o corroborar la identificación de un material de una manera practica y sobre todo rápida, con buenos resultados.

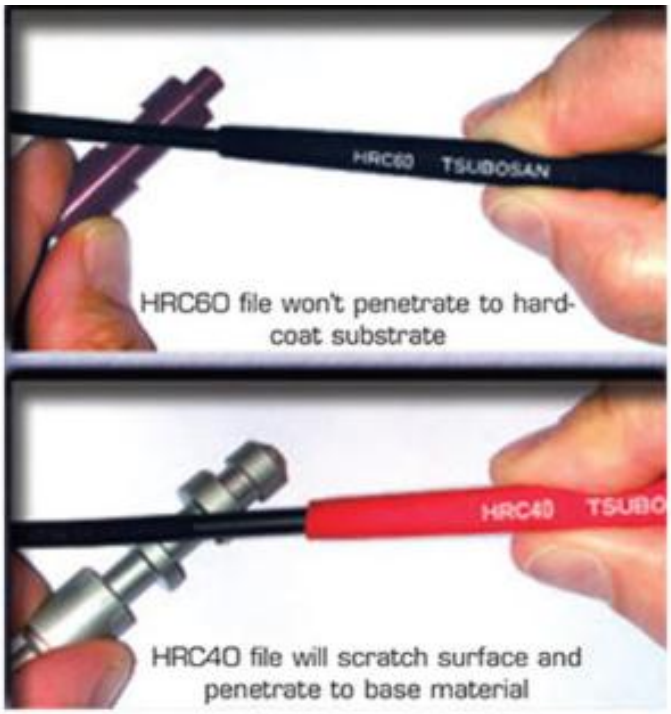


FIGURA 34. METODO FILE TEST

2.11.3.-DUREZA BRINELL

Sistema universal para la medición de dureza, el cual consiste en imprimir mediante fuerza una esfera de acero endurecido en los materiales bajo prueba y a través de dicha impresión asignar un numero en la escala Brinell. Se han utilizado esferas con diferentes dimensiones y cargas, pero la más común es una esfera de 10 mm, impresa con una fuerza de 3,000 kilogramos por 10 segundos, para el acero, y una carga de 500 kilogramos para materiales no ferrosos. El valor numérico Brinell, se obtiene de dividir la carga en kilogramos entre el área de la impresión en el material en milímetros.

FIGURA 36. INSTRUMENTO ANALOGICO DE MEDICION DE DUREZA.

La operación habitual es leer el diámetro de la impresión y utilizar este valor junto con las tablas ya existentes para asignar un valor brinell.

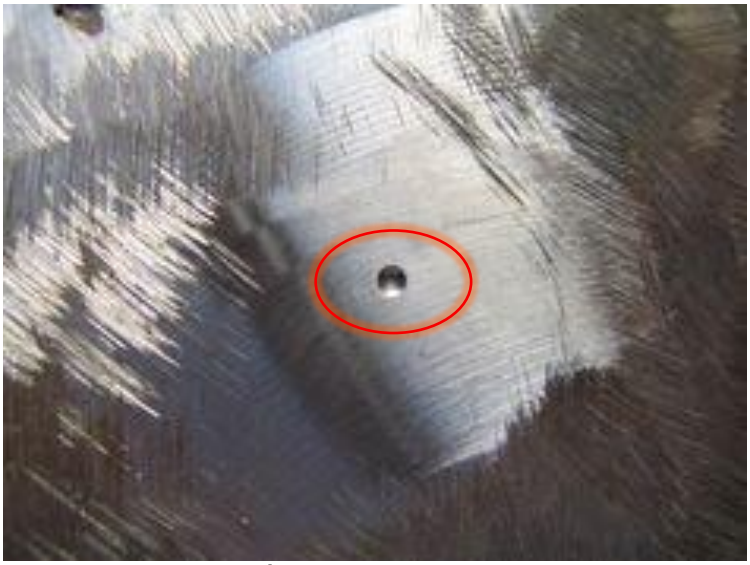


FIGURA 37. IMPRESIÓN DE ESFERA DE ACERO ENDURECIDO

E10 – 12

TABLE X1.1 *Continued*

Diameter of Indentation, *d* (mm)				Brinell Hardness Number						
10 mm ball	5 mm ball	2.5 mm ball	1 mm ball	HBW 10/3000 HBW 5/750 HBW 2.5/187.5 HBW 1/30	HBW 10/1500	HBW 10/1000 HBW 5/250 HBW 2.5/62.5 HBW 1/10	HBW 10/500 HBW 5/125 HBW 2.5/31.25 HBW 1/5	HBW 10/250 HBW 5/62.5 HBW 2.5/15.625 HBW 1/2	HBW 10/125 HBW 5/31.25 HBW 2.5/7.8125 HBW 1/1.25	HBW 10/100 HBW 5/25 HBW 2.5/6.25 HBW 1/1
5.31	2.655	1.3275	0.531	125	62.6	41.7	20.9	10.4	5.21	4.17
5.32	2.660	1.3300	0.532	125	62.3	41.5	20.8	10.4	5.19	4.15
5.33	2.665	1.3325	0.533	124	62.1	41.4	20.7	10.3	5.17	4.14
5.34	2.670	1.3350	0.534	124	61.8	41.2	20.6	10.3	5.15	4.12
5.35	2.675	1.3375	0.535	123	61.5	41.0	20.5	10.3	5.13	4.10
5.36	2.680	1.3400	0.536	123	61.3	40.9	20.4	10.2	5.11	4.09
5.37	2.685	1.3425	0.537	122	61.0	40.7	20.3	10.2	5.09	4.07
5.38	2.690	1.3450	0.538	122	60.8	40.5	20.3	10.1	5.07	4.05
5.39	2.695	1.3475	0.539	121	60.6	40.4	20.2	10.1	5.05	4.04
5.40	2.700	1.3500	0.540	121	60.3	40.2	20.1	10.1	5.03	4.02
5.41	2.705	1.3525	0.541	120	60.1	40.0	20.0	10.0	5.01	4.00
5.42	2.710	1.3550	0.542	120	59.8	39.9	19.9	10.0	4.99	3.99
5.43	2.715	1.3575	0.543	119	59.6	39.7	19.9	9.93	4.97	3.97
5.44	2.720	1.3600	0.544	119	59.3	39.6	19.8	9.89	4.95	3.96
5.45	2.725	1.3625	0.545	118	59.1	39.4	19.7	9.85	4.93	3.94
5.46	2.730	1.3650	0.546	118	58.9	39.2	19.6	9.81	4.91	3.92

FIGURA 38. TABLA PARA LA MEDICION DE DUREZA EN ESCALA DE BRINELL SEGÚN EL ESTANDAR ASTM E10

2.11.4.-DUREZA ROCKWELL

Debido a su conveniencia y a que solo una pequeña marca es dejada en el material bajo prueba, una de las metodologías de prueba de dureza más utilizada es el método de dureza rockwell. Es también una prueba de marcado (indentacion), solo que a diferencia del método brinell, las lecturas de dureza son tomadas directamente de la caratula del instrumento usado para aplicar la carga. Para obtener el numero rockwell, el equipo es primero usado para aplicar una carga primaria de 10 kilogramos sobre el indentador o penetrador. con con esta acción primaria se eliminan los errores inducidos por la presencia de elementos no deseados en la superficie de los materiales, tales como escamas, oxido pinturas o aceites. Posteriormente una carga principal de 60, 100 o 150 kilogramos (dependiendo del tipo de indentador y la escala que se use), es aplicada hasta que el indentador penetra lo máximo que los ajustes le permiten.

2.11.5.-DUREZA VICKERS

La metodología del método de dureza vickers, opera de una manera similar al método binell, con la diferencia de que utiliza un indentador piramidal de cuatro caras. Y la medición de la indentacion (huella) es medida mediante un microscopio debidamente posicionado en la misma máquina que imprime la huella de prueba. Este método de dureza es principalmente usado para la medición de regiones muy pequeñas incluso a nivel microestructura, para efectos de análisis metalúrgico.

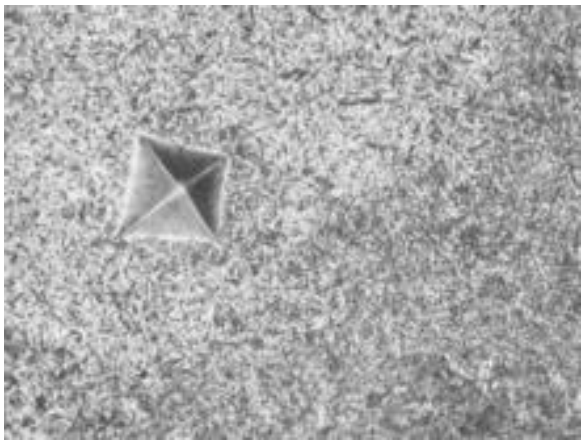


FIGURA 39. IMPRESIÓN PIRAMIDAL

La medición de dureza en ocasiones se ve limitada por diversos aspectos físicos que limitan su aplicación.

- Localización de los materiales a probar.
- Dimensión de los materiales a probar.
- Costo asociado con la ejecución de las pruebas.

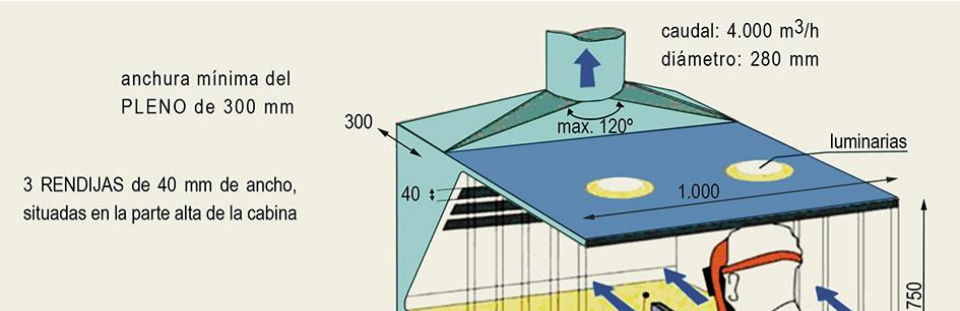
- Tiempo que consume la prueba misma.
- Posición de la superficie a probar.

2.12.-PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

Un procedimiento de soldadura es un documento guía que establece los parámetros, valores y rangos de valores a utilizar durante las operaciones de soldadura. Ya que en esencia el procedimiento de soldadura determina las propiedades mecánicas de una junta.

Un procedimiento de soldadura puede ser desde solo una hoja o un par de ellas, sin que ello signifique la simplicidad de su elaboración. De manera que un procedimiento de soldadura debe de contener como mínimo:

- Alcance
- Materiales base a los que aplica
- Proceso de soldadura
- Materiales de aporte (soldadura)
- Tipos y rangos de corriente
- Requerimientos de calificación de soldadores
- Diseño de las juntas y tolerancias
- Posición de soldadura
- Precalentamiento (si aplica)
- Reparación
- Tratamiento térmico post soldadura
- Registros



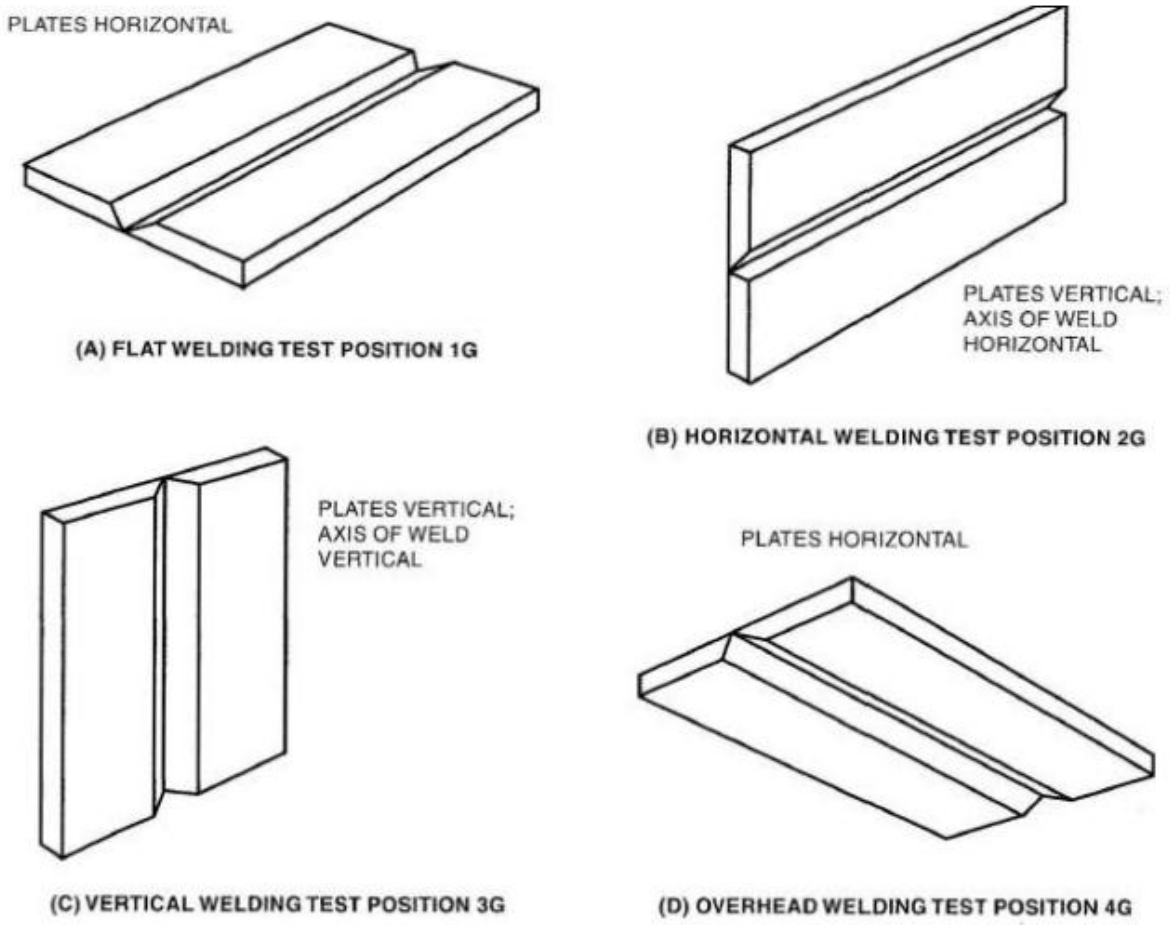


FIGURA 41. POSICION DE SOLDADURA

2.13.-CALIFICACION DE SOLDADORES

En los diferentes ámbitos industriales, las exigencias están gobernadas por las normas que se estén empleando en la construcción de un elemento en particular, dichas normas ya sea nacionales o internacionales, exigen que los soldadores estén

calificados y certificados, basados en un procedimiento de soldadura (WPS), y la calificación del soldador debe de estar sujeta a las siguientes variables:

- Proceso de soldadura
- Materiales para soldar
- Posición de soldadura
- Rango de espesores
- Rango de diámetros
- Parámetros de los equipos de soldadura.

2.14.-DISCONTINUIDADES DE SOLDADURA Y METAL BASE

Discontinuidades son imperfecciones en el metal base o soldadura, idealmente los materiales deberían de estar exentos de imperfecciones, sin embargo, una soldadura no es perfecta y puede contener imperfecciones de diferentes grados de severidad. Si un tipo de discontinuidad en particular deba ser rechazada o no dependerá del criterio de aceptación del código que en particular se esté utilizando, como regla general para la determinación de esta condición de deben de conocer las siguientes características de una discontinuidad.

- Tipo de discontinuidad
- Tamaño de la discontinuidad
- Localización
- Porosidad
- Inclusiones
- Relleno insuficiente
- Falta de fusión
- Falta de penetración
- Traslape
- Socavado
- Laminación

- Desgarre laminar
- Grietas
- Golpes de arco
- Delaminación

2.14.1.-POROSIDAD

La porosidad se presenta, cuando el gas queda atrapado en el metal solidificado, este gas proviene del gas usado en los procesos de soldadura o de las reacciones químicas que ocurren durante el proceso de soldadura. Por lo general los poros tienen una forma circular, sin embargo, en ocasiones se forman poros de forma cilíndrica denominados poros “vermiculares” o de “agujero de gusano”. La presencia de poros esta generalmente asociada con un pobre control de los materiales de soldadura, desde la limpieza y el manejo de los electrodos.

2.14.2.-INCLUSIONES

Son básicamente material solido atrapado en el metal solidificado, generalmente escoria de los procesos con protección sólida, que debido a malas prácticas no es removida eficientemente, o en el proceso TIG, partes de la punta del electrodo de tungsteno quedan atrapadas en el metal.

2.14.3.-RELLENO INSUFICIENTE

Esta condición se presenta cuando posterior a la aplicación de la soldadura, quedan secciones sin rellenar, el punto a entender aquí es que siempre que la soldadura caiga por debajo del plano de los metales unidos, se considerara relleno insuficiente, si la soldadura aportada queda por encima del plano del metal o al ras, no se considera esta condición.

2.14.4.-FALTA DE FUSION

Esta condición se genera, cuando el material de aporte (soldadura) y el metal base, son incapaces de unirse en una estructura homogénea, o falta de unión entre cordones de soldadura, y es provocada por temperatura insuficiente, contaminación de los materiales, incompatibilidad de los materiales. El traslape es considerado también como falta de fusión.

2.14.5.-FALTA DE PENETRACION

Básicamente se considera falta de penetración, cuando existe un relleno insuficiente de la raíz de la soldadura en soldaduras de penetración completa.

2.14.6.-TRASLAPE

Se trata de una protrusión de metal de aporte, que cae más allá del pie de la soldadura o que sobresale entre los cordones de soldadura, y que presenta ausencia de fusión.

2.14.7.-SOCAVADO

El socavado es un tipo de discontinuidad, en donde básicamente el exceso de corriente eléctrica funde parcialmente el metal adyacente al pie de la soldadura, lo que provoca una depresión que genera un concentrador de esfuerzos. Otra causa es una velocidad de viaje excesiva. No existe el socavado entre cordones.

2.14.8.-LAMINACION / DE LAMINACION

Las laminaciones son discontinuidades planas, que se ubican al centro de los productos rolados, que en un principio fueron poros o contracciones, que durante el proceso de rolado se aplanaron sobre la región media del espesor del material rolado. La de laminación es la separación de una laminación, consecuente del calor aplicado durante la soldadura.

2.14.9.-DESGARRE LAMINAR

Se trata de una fractura o separación, en sección de soldadura de gran espesor, que se localiza inmediatamente debajo de la zona afectada por el calor. En donde el material es sometido a tanto estrés que no es capaz de soportar los esfuerzos y cede. Esta condición es generada por un diseño de ingeniería y prácticas de soldadura ineficientes.

2.12.10.-GOLPES DE ARCO

Los golpes de arco son básicamente depresiones en el metal base, generadas por el establecimiento accidental del arco eléctrico en el metal base (fuera de la zona de depósito de soldadura). Que provocan en algunos casos perdida de material, pero que el mayor daño inducido, es el calentamiento y enfriamiento subido de la zona.

2.14.11.-GRIETAS

Las grietas pueden ocurrir en el metal base o en la soldadura, cuando la resistencia del material a los esfuerzos es excedida. Todas las consideraciones relacionadas con las grietas van enfocadas a diseños erróneos en la preparación de las ranuras, cambios de sección abruptos. O como característica en particular de ciertos materiales. Como regla general en los aceros, entre mayor contenido de carbono, mayor será su probabilidad de agrietamiento, por ello la importancia de un precalentamiento en las operaciones de soldadura. En algunos aceros de alto contenido de carbono, se pueden desarrollar grietas incluso 72 horas. Posteriores a la aplicación de la soldadura

2.15.-INSPECCION VISUAL

La examinación visual, es un método un tanto complejo de impartir, ya que su campo de aplicación es bastante diverso, aun cuando en la industria actual las capacitaciones en examinación visual están direccionadas a soldadura, el presente

manual, adicionalmente abordara otros temas de interés para dar cobertura a las demandas de la industria actual.

2.15.1.-MODALIDADES EN LA INSPECCION VISUAL

La examinación visual como ya se comentó, es basta y diversa, por lo que los involucrados en su ejecución deben poseer habilidades generalistas para poder adaptarse a cualquier sector de la industria y por su puesto a la examinación de cualquier tipo de componente, con entrenamiento mínimo adicional.

La inspección visual esta básicamente dividida en dos categorías que son:

- **2.15.1.1.-Inspección visual directa**: es aquella en la que el examinador se encuentra en intima cercanía con el objeto a examinar, dicha cercanía estará determinada por los requerimientos del estándar que se utilice para su evaluación y que generalmente es no mayor a 24” (pulgadas). y con un ángulo con respecto de la superficie no menor a 30°.

FIGURA 42. INSPECCION VISUAL DIRECTA

- **2.15.1.2.-Inspección visual remota**: es aquella en la que el examinador se encuentra, a una distancia mayor a 24” (pulgadas) del objeto a evaluar, o que, por razones geométricas, operativas o de seguridad no puede ubicarse en cercanías de la superficie de prueba. Y que para tales casos puede recurrir a apoyos remotos para incrementar su alcance a las superficies a

examinar, o bien reducir el riesgo presente; algunos ejemplos de apoyos remotos son: espejos, baroscopios, cámaras de video o circuitos cerrados, etc.

Usualmente los requerimientos de la examinación visual remota deberán de cumplir con los mismos de la examinación visual directa, como, por ejemplo: los niveles mínimos de iluminación y sensibilidad en materia de detección de imperfecciones, sin embargo, se deberá de estar atento a los requerimientos normativos aplicables.

AWS ha desarrollado en estándar AWS A 3.0 como ayuda y guía para estandarizar el lenguaje y la terminología en materia de soldadura.

2.16.-INSPECCIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES

La inspección con líquidos penetrantes está definida como un ensayo no destructivo fisicoquímico, designado para la detección de discontinuidades expuestas a la superficie.

Básicamente en materiales no porosos. El método también revela discontinuidades subsuperficiales siempre que tengan una conexión con la superficie.

En términos generales, la inspección con líquidos penetrantes tiene como objetivo la detección de grietas, poros, traslapes, vetas, y otras discontinuidades superficiales de manera rápida y económica.

2.16.1EFECTIVIDAD DEL METODO

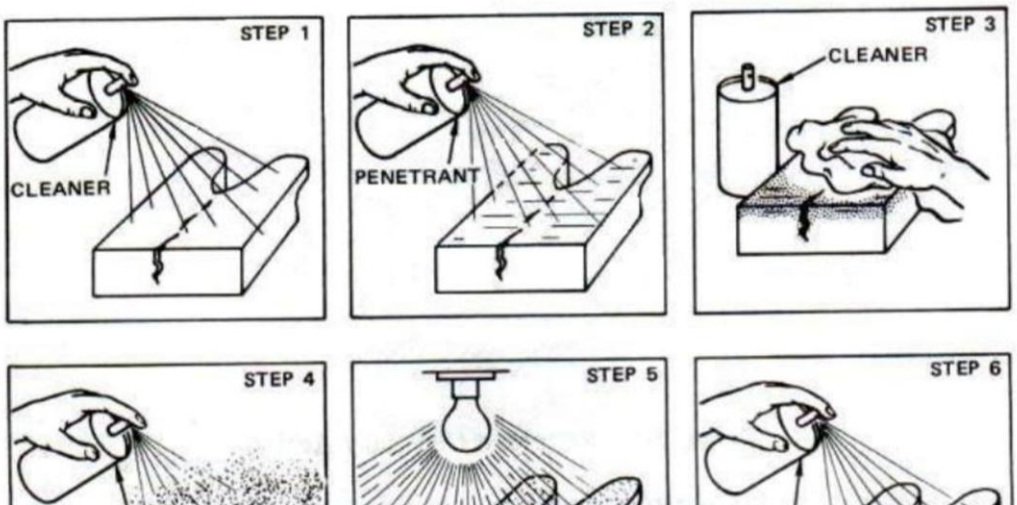
2.16.1.1.-PERSONAL

La simplicidad del método resulta decepcionante para la mayoría de los examinadores, en esta asunción errónea, se encuentra el origen de la mayoría de los fracasos en la efectividad del método.

El éxito de la prueba de líquidos penetrantes depende principalmente del personal encargado de realizar la inspección misma, ya sea en cualquiera de los pasos de la prueba o en la evaluación e interpretación de resultados.

2.16.1.2.-VENTAJAS

- Los líquidos penetrantes, son capaces de inspeccionar el total de la superficie exterior de la pieza a probar en una sola operación, incluso si el objeto tiene una GEOMETRÍA IRREGULAR.
- Los líquidos penetrantes, son capaces de detectar discontinuidades muy pequeñas incluso el sangrado que se produce durante el revelado de las discontinuidades magnifica (agranda) el tamaño de la indicación, haciéndola fácil de detectar.
- Las indicaciones en el método de líquidos penetrantes se manifiestan y forman directamente sobre la superficie inspeccionada, ofreciéndonos información sobre su localización, orientación y longitud aproximada.
- Es un método rápido, simple y económico, fácilmente automatizado.
- Los líquidos penetrantes pueden ser usados en materiales metálicos y no metálicos, ferrosos y no ferrosos.
- Es posible regular la sensibilidad del método, a través de variar la sensibilidad de los penetrantes



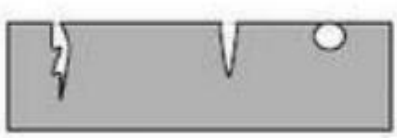
2.16.1.3.-DESVENTAJAS

Existen algunas limitaciones asociadas con el método de líquidos penetrantes, tales como:

- No es capaz de detectar discontinuidades que NO se encuentren abiertas a la superficie.
- La superficie de la pieza a inspeccionar e incluso el interior de la discontinuidad deben de estar limpios y libres de contaminantes, para así obtener resultados consistentes.
- Materiales porosos o absorbentes no pueden ser inspeccionados con líquidos penetrantes.
- Algunos constituyentes de los líquidos penetrantes pueden dañar o afectar algunos materiales.
- Cada que se requiera re inspeccionar una pieza, se necesita volver a limpiar perfectamente la pieza.

LAYOUT GENERAL DE LOS LIQUIDOS PENETRANTES

Existen 4 pasos básicos para la ejecución del método de líquidos penetrantes.



1.-Limpieza PRELIMINAR

2.-Aplicación de PENETRANTE

2.16.1.4CLASIFICACIÓN

El penetrante es incoloro, por lo que para su mejor visualización se añaden tintes, de manera que en la clasificación AMS-2644, cuando se utiliza el termino tipo, se refiere al tinte usado para hacerlo visible.

DYE= TINTE

CLASIFICACIÓN

DESIGNACION AMS-2644	DESCRIPCION
TIPO I	PENETRANTE FLOURESCENTE
TIPO II	PENETRANTE VISIBLE
TIPO III	PENETRANTE VISIBLE Y FLOURESCENTE (DUAL)

FIGURA 46. CLASIFICACION DE LOS LIQUIDOS PENETRANTES DE CONCEPTO TIPO

DESIGNACION AMS-2644	DESCRIPCION
METODO A	LAVABLE CON AGUA
METODO B	POSEMULSIFICABLE LIPOFILICO
METODO C	REMOVIBLE CON SOLVENTE
METODO D	POSEMULSIFICABLE HIDROFILICO

FIGURA 47. CLASIFICACION DE LOS LIQUIDOS PENETRANTES DE CONCEPTO METODO

NOTA: cuando la clasificación hace referencia al concepto método se refiere al método para remover el exceso de penetrante.

DESIGNACION AMS-2644	DESCRIPCION
FORMA A	REVELADOR EN POLVO SECO
FORMA B	REVELADOR SOLUBLE EN AGUA
FORMA C	REVELADOR SUSPENDIDO EN AGUA
FORMA D	REVELADOR NO ACUOSO
FORMA E	REVELADOR ESPECIFICO

FIGURA 48. CLASIFICACION DE LOS LIQUIDOS PENETRANTES DE CONCEPTO FORMA

NOTA: cuando hace mención del concepto forma se refiere a la presentación en la que se aplica o vienen los reveladores.

2.16.2.-PROPIEDADES

- Capaces de distribuirse de manera generosa y homogénea en la mayoría de las superficies.
- Capaz de entrar y rellenar aperturas superficiales, incluso si estas son en extremo pequeñas.
- Resistir la remoción y permanecer en las discontinuidades, durante las operaciones de remoción del exceso de penetrante.
- Ser capaz de salir de las discontinuidades después de la remoción del exceso de penetrante.
- Tener gran visibilidad y contraste en pequeñas cantidades.
- No corroer o dañar los materiales de prueba.
- Ser NO tóxico.

2.16.3.-MECANISMOS DE PENETRACIÓN, EMUSLSIFICACION Y REVELADO

Los líquidos penetrantes y su principio de funcionamiento dependen de la habilidad del penetrante para entrar en las discontinuidades y permanecer ahí después de la remoción del exceso de este penetrante de la superficie. Ello demanda del penetrante, de poseer la habilidad de distribuirse uniformemente en la superficie. La habilidad para distribuirse en la superficie de manera uniforme se le denomina “HUMECTABILIDAD”.

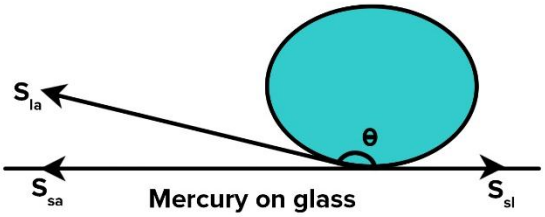
2.16.4.-ANGULO DE CONTACTO

La humectabilidad y el ángulo de contacto entre las interfaces liquido-gas y solido-liquido, son inversamente proporcionales. Entre mayor sea la humectabilidad de un líquido, más pequeño será el ángulo de contacto.

En términos generales, el ángulo de contacto determina la humectabilidad de un líquido, en realidad el ángulo de contacto variara dependiendo la superficie a ser humectada.

2.16.5.-ACCIÓN CAPILAR

La acción capilar es responsable de dos mecanismos, la habilidad de entrar en las discontinuidades, y la habilidad de salir de las mismas.



2.16.6.-VISCOSIDAD

La viscosidad es la resistencia que opone un líquido a sufrir un cambio de forma, la viscosidad varia con la temperatura, es decir:

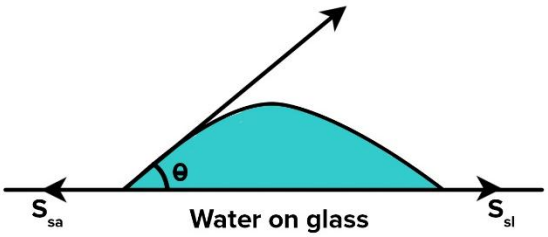


FIGURA 50. ANGULO DE CONTACTO

- La viscosidad disminuye cuando aumenta la temperatura.
- La viscosidad aumenta cuando disminuye la temperatura.

La viscosidad NO afecta la sensibilidad de un sistema de inspección por líquidos penetrantes, sin embargo, desde el punto de vista de la aplicación de método de líquidos penetrantes, la viscosidad afecta la velocidad con la que el penetrante entra en las discontinuidades.

Como regla general el SAND BLAST y el ESMERILADO, son técnicas no permitidas como método de limpieza previo a la inspección con líquidos penetrantes (NO RECOMENDADAS).

El efecto adverso de estas operaciones se encuentra en que el método de limpieza genera no solo una abrasión de la superficie si no que se presenta un efecto llamado “SMEAR”, que es cuando la superficie del material se sobre imponer (embarra) en si misma provocando el bloqueo de la abertura de las discontinuidades, evitando con ello que el penetrante entre y las detecte.

2.16.7.-APLICACIÓN DE PENETRANTE

Para la aplicación de líquidos penetrantes, queda en evidencia la enorme versatilidad del método ya que existen diversas técnicas aceptables para la aplicación del penetrante, dentro de las cuales se encuentran:

- Inmersión
- Spray
- Brocha
- Métodos localizados

NOTA: En general los rangos de temperatura para la aplicación de penetrante se consideran **4-49°C** sin embargo las directrices del fabricante siempre gobernaran.

FIGURA 51. APLICACIÓN DE PENETRANTE

2.16.7.1.-TIEMPO DE PENETRACIÓN (DWELL TIME)

El tiempo de penetración es conceptualizado como el tiempo que debe de pasar, para permitir que el penetrante entre a las discontinuidades, y es contado a partir de se inicia la aplicación de este. Existen factores que afectan el tiempo que se debe de dejar que el penetrante permanezca en la pieza de prueba previo a la remoción del exceso:

- Tipo de material (presentación)
- Tamaño de las discontinuidades
- Tipo de penetrante
- viscosidad
- Sensibilidad requerida

Table T-672
Minimum Dwell Times

Material	Form	Type of Discontinuity	Dwell Times [Note (1)], (minutes) Penetrant
Aluminum, magnesium, steel, brass and bronze, titanium and high-temperature alloys	Castings and welds	Cold shuts, porosity, lack of fusion, cracks (all forms)	5
	Wrought materials — extrusions, forgings, plate	Laps, cracks	10
Carbide-tipped tools	Brazed or welded	Lack of fusion, porosity, cracks	5
Plastic	All forms	Cracks	5
Glass	All forms	Cracks	5
Ceramic	All forms	Cracks	5

NOTE:
(1) For temperature range from 50°F to 125°F (10°C to 52°C). For temperatures from 40°F (5°C) up to 50°F (10°C), minimum penetrant dwell time shall be 2 times the value listed.

FIGURA 52. TIEMPOS MÍNIMOS DE PERMANENCIA ASME BPVC.V-2021

2.16.7.2.-REMOCIÓN DEL EXCESO DE PENETRANTE

Cuando se realiza una buena remoción del exceso de penetrante, las indicaciones de discontinuidades se observan con claridad, esto permite realizar una interpretación efectiva. Por el contrario, una inadecuada remoción del exceso de penetrante dará como resultado un fondo de contraste excesivo que hará difícil o incluso imposible la interpretación de las indicaciones.

- **Evitar una remoción excesiva:** se puede extraer el penetrante atrapado en las discontinuidades, disminuyendo la sensibilidad e invalidando los resultados de la prueba.
- **Evitar una falta de remoción**: ellos causarían una gran cantidad de indicaciones, esto impedirá una adecuada interpretación de los resultados.

2.16.7.3.-SECADO DESPUÉS DE LA REMOCIÓN

Si se emplean reveladores secos o en suspensión no acuosa, se debe de secar el componente después de la etapa de remoción y antes de aplicar el revelador. Para el secado arte, chorro de aire caliente o

FIGURA 53. MAQUINA DE CHORRO DE AIRE CALIENTE

El mejor secado, es obtenido en un secador con aire caliente recircularte termostáticamente controlado. Se debe de evitar tiempos de secado prolongados

ya que el penetrante podría secarse y descomponerse dentro de las indicaciones.

2.16.7.4.-APLICACIÓN DE REVELADOR

La aplicación de revelador se realiza según el tipo de revelador que sea empleado

- **Revelador en polvo seco**: se emplea con penetrantes fluorescentes
- **Revelador en suspensión no acuosa:** suspendido en solvente, se emplea con penetrantes visibles o fluorescentes para inspecciones en taller o en campo.
- **Revelador acuoso:** en suspensión o en solución base agua se emplea en estaciones de inspección.

Algunos puntos que considerar respecto a la aplicación de revelador son los siguientes:

- Los reveladores secos y en suspensión no acuosa, deben de aplicarse sobre superficies secas.
- Los reveladores acuosos (solubles y suspendidos en agua) se pueden aplicar inmediatamente después de haber terminado la remoción del exceso de penetrante.
- Los reveladores en suspensión acuoso y en suspensión no acuosa requieren de agitación constante antes de ser aplicados
- Todas las superficies por examinar deben de estar cubiertas con revelador.
- La capa de revelador debe de ser fina y uniforme
- Una capa muy gruesa de revelador podría enmascarar indicaciones de discontinuidades finas y estrechas
- Una capa muy ligera de revelador podría no ser suficiente para extraer el penetrante atrapado de discontinuidades pequeñas o podría crear un pobre contraste.

- Si la capa de revelador es muy gruesa, en sistemas penetrantes tipo I, de tal forma que la superficie metálica este completamente enmascarada, la superficie debe de ser limpiada y reprocesada.

2.16.7.4.-TIEMPO DE REVELADO

- Si la aplicación del revelador se realizó de forma incorrecta, las piezas deben de ser limpiadas y reprocesadas.
- Se debe de evitar la contaminación de superficies cubiertas con revelador.
- Realizar el monitoreo visual de la superficie de prueba mientras transcurre el tiempo de revelado, esto ayudara a la interpretación de resultados.

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 8.5.2.
[C] Development time begins as soon as wet developer coating has dried on surface of parts (recommended minimum). Maximum development time in accordance with 8.8.6.

FIGURA 54. TIEMPO DE REVELADO AL SER APLICADO

Una vez transcurrido el tiempo mínimo de revelado (10 min.) se debe de realizar una inspección visual sobre las superficies examinadas para interpretar las indicaciones formadas.

Las indicaciones generadas por el método de inspección por líquidos penetrantes se deberán al penetrante atrapado en una discontinuidad abierta a la superficie o por la acumulación de penetrante en las irregularidades de la superficie de la pieza de prueba. Por lo que se debe de analizar las causas de que generan las indicaciones.

La evaluación consiste en determinar si una discontinuidad no intencional (indicación relevante) cumple o no con el criterio de aceptación especificado.

Es la acción de comparar las dimensiones o características de una discontinuidad contra un estándar de aceptación Si una discontinuidad no cumple con el criterio de aceptación, se evalúa como rechazable y adquiere la categoría de defecto.

2.16.9.-INDICACION VS DISCONTINUIDAD

Una indicación con líquidos penetrantes es generalmente mayor que la discontinuidad que la provoca, en cualquiera de los casos el tamaño de la indicación es la base para su evaluación.

2.16.10.-

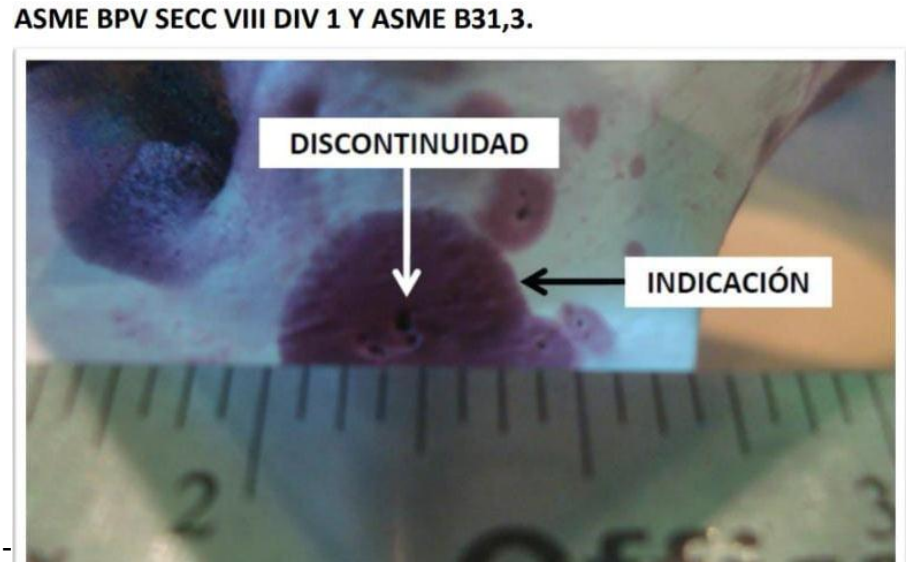


FIGURA 55. DISCONTINUIDAD E INDICACION

Examinación mediante líquidos penetrantes, para la calificación del procedimiento de soldadura en la reparación de collares de perforación no magnéticos de níquel cromo (NiCr) inconel.

2.16.11.-LIQUIDOS PENETRANTES FLOURESCENTES

Los líquidos penetrantes fluorescentes (tipo I), se deben de evaluar bajo la iluminación de luz ultravioleta capaz de producir longitudes de onda del orden de

los 365 nm de manera que los tintes en los líquidos penetrantes fluorescentes reaccionen, y emitan luz en la región del espectro visible del orden de 550 nm.

El ojo humano con una visión normal debe de tener su sensibilidad pico en el rango del espectro visible del orden de los 550 nm, en la región amarillo-verde, por esta razón el color por excelencia de los líquidos penetrantes fluorescentes se encuentra en esta región espectral (aun cuando los hay de color naranja).

FIGURA 56. INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES FLUORESCENTES

2.16.12.-NORMATIVIDAD Y EVALUACION

2.16.12.1.-ASME BPV SECCION V 2023

ASME BPVC.V-2017 ARTICLE 6

Table T-621.1
Requirements of a Liquid Penetrant Examination Procedure

Requirement	Essential Variable	Nonessential Variable
Identification of and any change in type or family group of penetrant materials including developers, emulsifiers, etc.	X	...
Surface preparation (finishing and cleaning, including type of cleaning solvent)	X	...
Method of applying penetrant	X	...
Method of removing excess surface penetrant	X	...
Hydrophilic or lipophilic emulsifier concentration and dwell time in dip tanks and agitation time for hydrophilic emulsifiers	X	...

Table T-621.3
Minimum and Maximum Time Limits for Steps in Penetrant Examination Procedures

Procedure Step	Minimum	Maximum
Drying after preparation (T-643)	X	...
Penetrant dwell (T-672)	X	X
Penetrant removal water washable/solvent removable (T-673.1/T-673.3)	...	...
Penetrant removal with lipophilic emulsifier [T-673.2(a)]	X	X
Penetrant removal with hydrophilic emulsifier [T-673.2(b)]		
Prerinse	...	X
Immersion	...	X
Water-emulsifier spray	...	X
Water immersion or spray post-rinse	...	X
Drying after penetrant removal (T-674)		
Solvent removal penetrants	...	X
Water-washable and post-emulsifiable penetrants	...	X
Developer application (T-675)	...	X
Developing and interpretation time (T-675.3 and T-676)	X	X

Table T-672
Minimum Dwell Times

Material	Form	Type of Discontinuity	Dwell Times [Note (1)], (minutes) Penetrant
Aluminum, magnesium, steel, brass and bronze, titanium and high- temperature alloys	Castings and welds	Cold shuts, porosity, lack of fusion, cracks (all forms)	5
	Wrought materials — extrusions, forgings, plate	Laps, cracks	10
Carbide-tipped tools	Brazed or welded	Lack of fusion, porosity, cracks	5
Plastic	All forms	Cracks	5
Glass	All forms	Cracks	5
Ceramic	All forms	Cracks	5

NOTE:
(1) For temperature range from 50°F to 125°F (10°C to 52°C). For temperatures from 40°F (5°C) up to 50°F (10°C), minimum penetrant dwell time shall be 2 times the value listed.

FIGURA 59. TIEMPOS MINIMOS DE PERMANENCIA

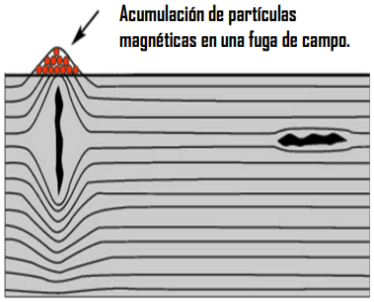


FIGURA 61. ACUMULACIÓN DE PARTICULAS MAGNETICAS

2.17.-INSPECCIÓN CON PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

2.17.1.-DEFINICIÓN DEL MÉTODO

Es un método de END que sirve para la localización de discontinuidades superficiales y cercanas a la superficie, en materiales ferro magnéticos. Su aplicación requiere que una parte o el total del componente a inspeccionar se encuentre magnetizado, las discontinuidades que sean transversales a la dirección del flujo magnético causaran una “fuga de campo”. Sobre la superficie magnetizada se aplican finas partículas de hierro coloreadas que son atraídas hacia las fugas de campo magnético.

FIGURA 60. PARTICULAS DE HIERRO COLOREADAS

Una fuga de campo magnético es la distorsión de las líneas de flujo magnético presentes en un material magnetizado, causado por un cambio de permeabilidad magnética, como cuando las líneas de flujo magnético se encuentran una discontinuidad por citar el ejemplo más común.

Para obtener resultados consistentes, en la medida de lo posible las líneas de campo magnético deben de orientarse a 90° con respecto del eje mayor de la discontinuidad (perpendiculares).

2.17.1.1.-DOMINIOS MAGNETICOS

Los materiales ferro magnéticos obtienen sus propiedades magnéticas no sólo porque sus átomos tienen un momento magnético, sino también porque estos materiales se componen de pequeñas regiones conocidas como dominios magnéticos.

A medida que los materiales ferromagnéticos son magnetizados, sus dominios magnéticos se van alineando de manera gradual y proporcional a la magnitud de la fuerza magnetizadora.

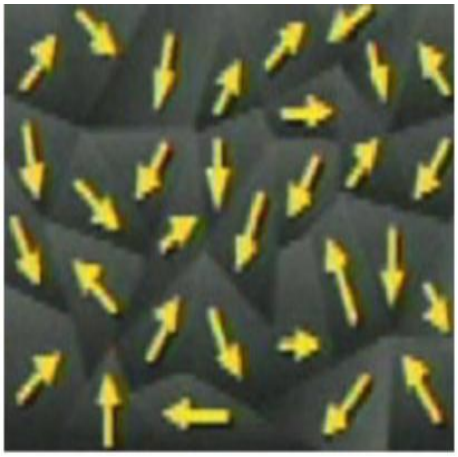


FIGURA 62. DOMINIOS MAGNETICOS EN UN MATERIAL DES-MAGNETIZADO

Al punto en donde todos los dominios magnéticos ya se encuentran alineados, se le denomina saturación magnética.

Recordemos que gradualmente los dominios magnéticos se van alineando, a medida que se exponen a algún campo magnético o bien se pasa corriente eléctrica por el componente en cuestión, y que así también se incrementa el campo magnético en la misma proporción, sin embargo, más allá de la saturación magnética, cualquier incremento en la fuerza magnetizadora ya no producirá mayor campo magnético asociado.

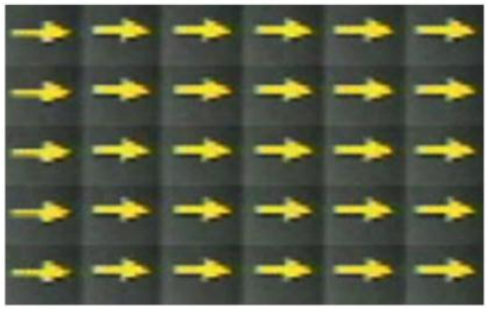


FIGURA 63. DOMINIOS MAGNETICOS EN UN MATERIAL MAGNETIZADO

2.17.1.2.-PERMEABILIDAD MAGNETICA

En términos simples se define como la facilidad con la que un material puede ser

magnetizado. La detección de discontinuidades por medio de la inspección por partículas magnéticas se basa en:

- La capacidad del material para poder ser magnetizado.
- La distorsión que sufren las líneas de flujo cuando son interceptadas por un cambio de permeabilidad.

Técnicamente hablando:

- Si un material es fácil de magnetizar, se dice que su permeabilidad magnética es alta.
- Si un material es difícil de magnetizar, se dice que su permeabilidad magnética es baja.

2.17.1.3.-POLOS MAGNETICOS

- **Polo norte magnético:** Es la zona en donde las líneas de flujo magnético salen del imán.
- **Polo sur magnético:** Es la zona en donde las líneas de flujo magnético entran al imán.

Características:

- Forman trayectorias cerradas.
- No se traslapan o cruzan entre sí.
- Fluyen del Polo Sur al Polo Norte por dentro del imán y de Norte a Sur fuera de él.
- Su concentración es mayor en los polos.
- Siguen la trayectoria de menor resistencia.

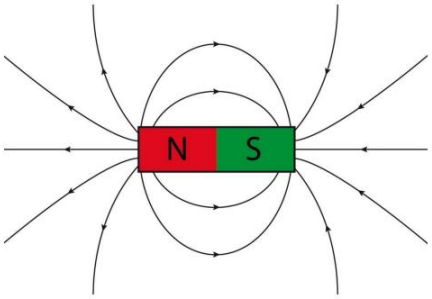


FIGURA 64. CAMPO MAGNETICO

- Son distorsionadas cuando son interceptadas por una discontinuidad o un cambio de permeabilidad.

2.17.2.-VENTAJAS

- Es un método relativamente fácil de aplicar.
- Se emplea equipo fácil de operar.
- El equipo no requiere de un mantenimiento extensivo y costoso.
- Es adecuado para detectar discontinuidades que se encuentran llenas de carbón, escorias u otros contaminantes y que no pueden ser detectadas por Líquidos Penetrantes.
- Normalmente no requiere de equipo costoso.
- Se obtiene una mayor productividad que con líquidos penetrantes y resulta más económico.
- Portabilidad y adaptabilidad a muestras pequeñas o grandes.
- Las indicaciones son producidas directamente en la superficie de la pieza, indicando la longitud, localización, tamaño y forma de las discontinuidades.

2.17.3.-DESVENTAJAS

- Es aplicable solamente a materiales ferromagnéticos.
- Cualquier cambio brusco de sección o de forma en la pieza a examinar, es susceptible de producir indicaciones no relevantes.
- Se requieren dos o más magnetizaciones secuenciales (a 90° una magnetización con respecto a la otra).
- En algunas ocasiones, después de la inspección, se requiere de una desmagnetización.
- Las técnicas de magnetización directa requieren medidas especiales de seguridad.
- Existe el riego de inhalar las partículas magnéticas secas.

- Las piezas o áreas de interés grandes se tienen que inspeccionar por secciones.

2.17.4.-ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

Cuando una corriente eléctrica pasa por un conductor, en este existirá un campo magnético asociado, que siempre presentara una orientación de 90° con respecto del flujo de la corriente, la intensidad del campo magnético, estará en proporción a la intensidad de la corriente eléctrica.

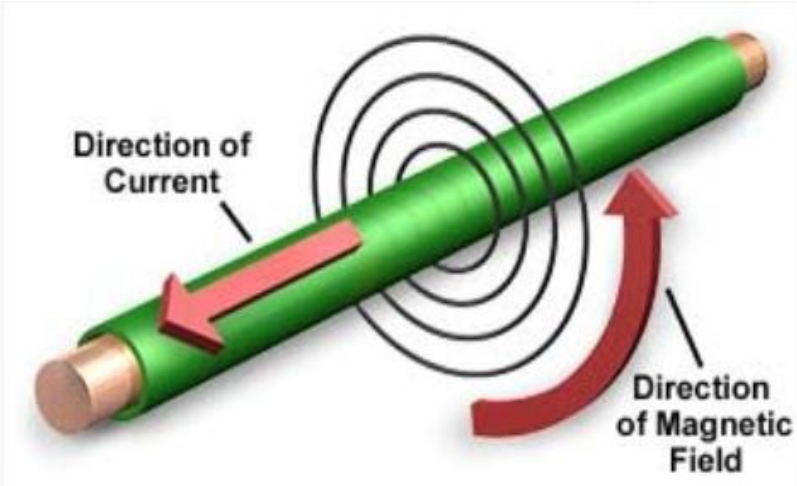
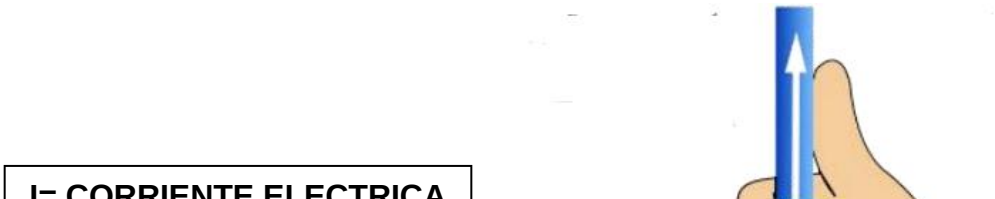


FIGURA 65. CAMPO MAGNÉTICO GENERADO EN EL CABLE

2.17.4.1.-REGLA DE LA MANO DERECHA

Se basa en la antigua convención de que la corriente eléctrica fluye de positivo a negativo, consiste en tomar imaginariamente el conductor con la mano derecha; el dedo pulgar extendido señala la dirección de la corriente y al cerrar los demás dedos, éstos señalarán la dirección del flujo magnético.

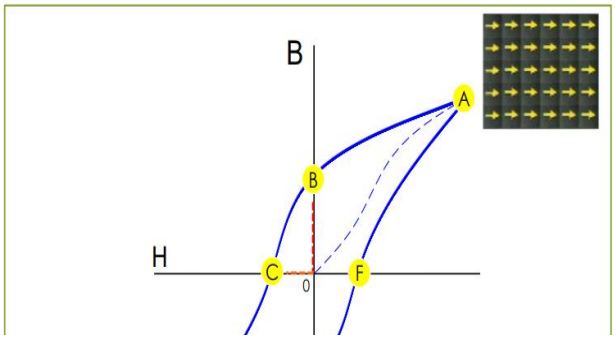


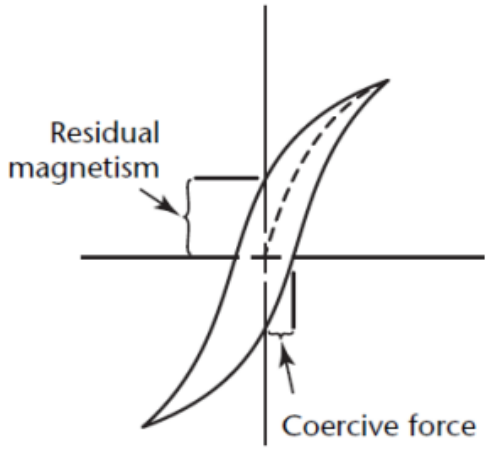
2.17.5.-CURVA DE HISTERISIS MAGNETICA

Es una curva generada a partir de la densidad de flujo magnético (b) presente en un material en relación con la fuerza magnetizadora (h) empleada para inducir dicha densidad de flujo magnético con una curva de histéresis:

- Se estudia la densidad de flujo magnético asociada a una fuerza magnetizadora (corriente eléctrica), y sirve para determinar las propiedades magnéticas de los materiales.

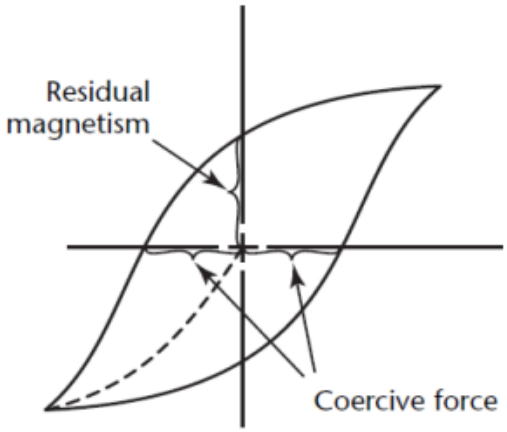
Es de gran ayuda para determinar si un material, presenta características magnéticas suficientes para ser examinado por la secuencia de operación residual o continua, así como la facilidad de retirar el campo magnético residual post examinación junto con la determinación de otras propiedades a conocer sobre un material en particular.





- ALTA PERMEABILIDAD.
- BAJO MAGNETISMO RESIDUAL.
- BAJA RELUCTANCIA.
- FUERZA COHERCITIVA BAJA.
- BAJA RETENTIVIDAD.
- MATERIAL BLANDO.

FIGURA 68. BUCLE DE HISTÉRESIS DE ACERO CON BAJO CONTENIDO DE CARBONO RECOCIDO



- BAJA PERMEABILIDAD.
- ALTO MAGNETISMO RESIDUAL.
- ALTA RELUCTANCIA.
- ALTA FUERZA COHERCITIVA.
- ALTA RETENTIVIDAD.
- MATERIAL DURO.

FIGURA 69. BUCLES DE HISTÉRESIS DE ACERO ENDURECIDO

ENTONCES:

Es importante saber que los siguientes conceptos son básicos para el cuerpo de conocimiento de todo examinador en pruebas no destructivas en el método de partículas magnéticas (MT).

- **Reluctancia**: Resistencia que opone un material a la creación de un flujo magnético.
- **Fuerza Coercitiva**: Es la fuerza magnetizadora inversa necesaria para remover el magnetismo residual.
- **Retentividad**: Propiedad de los materiales para retener una cierta cantidad de magnetismo residual también conocida como remanencia.
- **Magnetismo Residual**: Cantidad de magnetismo que existe en un material, aún después de suspender la fuerza magnetizadora.

2.17.6.-MATERIALES FERROMAGNÉTICOS

- Son fácilmente magnetizables.
- Son fuertemente atraídos por un campo magnético.
- Son capaces de retener su magnetización, aún después que la fuerza magnetizadora ha sido removida.

Ejemplo: hierro, níquel, cobalto, gadolinio. aceros al carbono, inoxidables de la serie 400 y 500, aleaciones de cobalto y níquel, aleaciones de cobre, manganeso y aluminio.

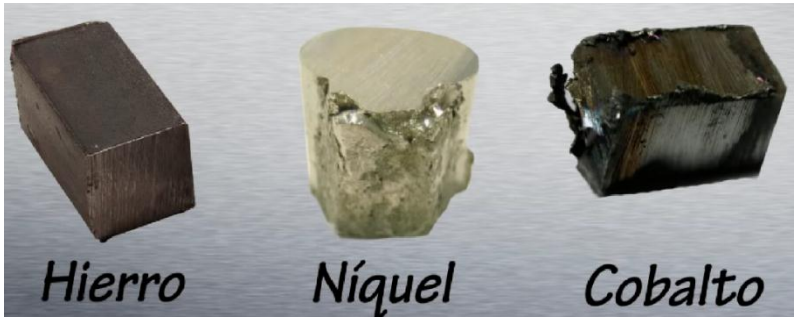


FIGURA 70. EJEMPLO DE MATERIALES FERROMAGNETICOS

2.17.7.-MATERIALES PARAMAGNÉTICOS

Son débilmente atraídos por un campo magnético y tienen una mínima tendencia a la magnetización. No se pueden inspeccionar por partículas magnéticas; la magnetización que puede lograrse en ellos es muy débil, insuficiente para lograr la detección de discontinuidades.

Ejemplos: aluminio, magnesio, molibdeno, litio, cromo, platino, sulfato de cobre, estaño, potasio y aceros inoxidables austeníticos de la serie 300.

2.17.8.-MATERIALES DIAMAGNÉTICOS

No son magnetizables ni atraídos por un campo magnético. Son ligeramente repelidos por un campo magnético. Tampoco se pueden inspeccionar por partículas magnéticas.

Ejemplos: mercurio, oro, bismuto, zinc, cobre, plata, plomo.

2.17.9.-DISCONTINUIDADES Y CAMPOS MAGNETICOS

Las discontinuidades pueden ser clasificadas en base a su localización:

- **Superficiales**: cuando tienen una conexión con la superficie de las piezas.
- **Cercanas a la superficie:** cuando se encuentran dentro de la pieza (por debajo de la superficie).

El ensayo o practica por partículas magnéticas está considerado como un método de inspección superficial, sin embargo, bajo ciertas consideraciones técnicas puede ser capaz de detectar discontinuidades cercanas a la superficie, la detección de las discontinuidades superficiales y cercanas a la superficie depende de factores como:

- La técnica de magnetización empleada.
- El tipo y cantidad de corriente eléctrica magnetizadora.
- El tipo de partículas magnéticas (secas o en suspensión).

Es difícil establecer una profundidad estándar para la detección de discontinuidades con el método de partículas magnéticas, ya que como se mencionó anteriormente, esto depende de diversos factores quizá para un sistema estandarizado y probado, como por ejemplo en una fábrica en donde se examinen el mismo tipo de componentes y se manejan las mismas variables esto si sea posible, sin embargo, dicho de manera general es complicado establecer este valor.

2.17.10.-CONSIDERACIONES FISICAS DEL METODO DE PARTICULAS MAGNETICAS

2.17.10.1.-DISPARO ENTRE CABEZALES

La creación de un campo magnético circular se puede lograr pasando corriente eléctrica a través de la pieza a inspeccionar. Los campos magnéticos circulares son muy intensos, pero no son medibles debido a que las líneas de flujo están contenidas dentro de la pieza.

2.17.10.2.- PINZAS O MORDAZAS

FIGURA 71. EJEMPLO DE DISPARO ENTRE CABEZALES

Es una técnica derivada de puntas de contacto, la corriente eléctrica se aplica a la pieza a través de las pinzas o mordazas, produciéndose un flujo magnético circular local o total en la pieza.

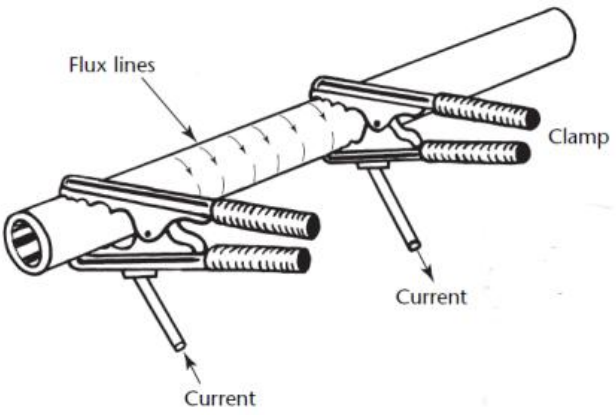


FIGURA 72. EJEMPLO DE PINZAS O MORDAZAS

2.17.10.3.-PUNTAS DE CONTACTO

Se utilizan electrodos de aluminio, bronce o cobre se posicionan sobre la superficie a examinar y se hace pasar la corriente a través de ellos, esto produce un flujo magnético circular local en la pieza, alrededor y entre cada electrodo.

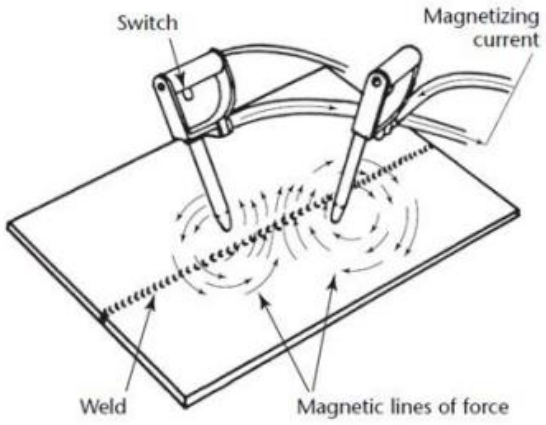


FIGURA 73. EJEMPLO DE PUNTAS DE CONTACTO

2.17.10.4.-CONDUCTOR CENTRAL

Las piezas de forma cilíndrica hueca o anillos se magnetizan circularmente pasando corriente eléctrica a través de un conductor secundario. el conductor referido como conductor central, es pasado a través del hueco de la pieza para inducir un flujo magnético circular.

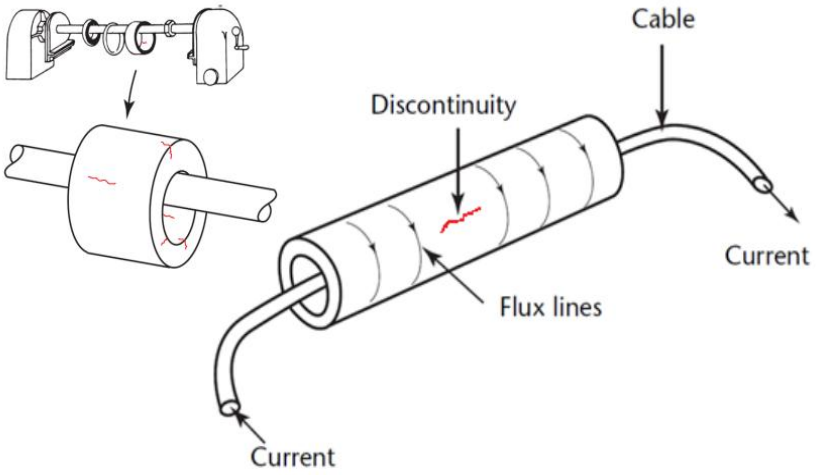


FIGURA 74. CONDUCTOR CENTRAL

2.17.10.5.-CAMPO MAGNÉTICO LONGITUDINAL

La magnetización longitudinal tiene lugar cuando una pieza ferro magnética se coloca dentro de una bobina por la cual circula una corriente eléctrica.

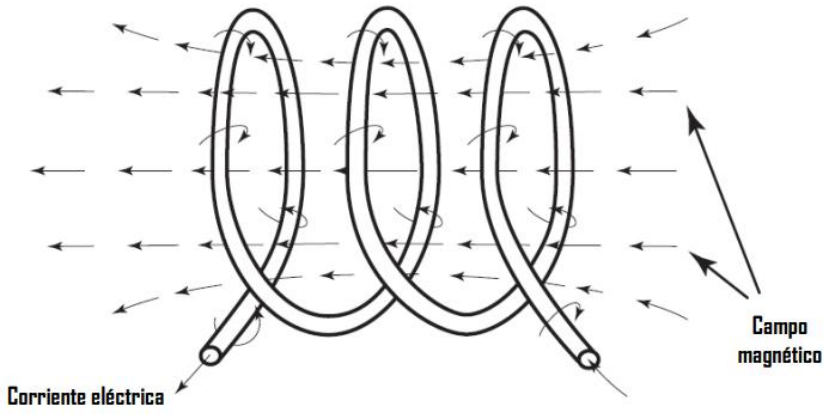


FIGURA 75. CAMPO MAGNETICO LONGITUDINAL

APLICACIONES

- Inspección local de piezas grandes con formas de barras o tubos.
- Inspección total de piezas cortas.
- La relación longitud/diámetro de la pieza debe ser mayor a 3.
- Detección de discontinuidades transversales a la pieza.
- La inspección es más rápida en unidades estacionarias de inspección que con bobinas portátiles.

2.17.10.6.-BOBINA O CABLE ENROLLADO

Bobina con bajo factor de llenado colocando la pieza a un costado de la bobina:

- Cuando el área de la sección transversal de bobina es mayor a 10 veces que el área de la sección transversal de la pieza a inspeccionar.
- La pieza se coloca sobre un costado de diámetro interno de la bobina.
- La relación larga/diámetro de la pieza debe ser de entre 3 y 15.

2.17.10.7.-YUGO ELECTROMAGNÉTICO

Consiste en un cable enrollado alrededor de un núcleo en forma de “u” fabricado de hierro dulce (blando). las extremidades del yugo se denominan polos, piernas o patas y pueden ser fijas o ajustables; los hay de corriente alterna, corriente rectificada o ambas. los yugos inducen un flujo magnético lineal o longitudinal local entre sus polos. son dispositivos portátiles para la inspección local de piezas de tamaño grande y mediano.

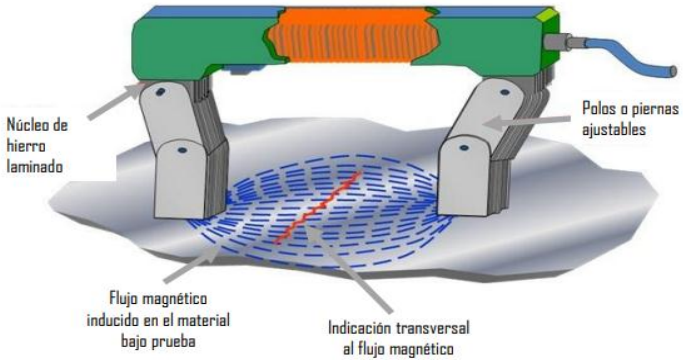


FIGURA 76 YUGO ELECTROMAGNETICO

APLICACIONES

- Inspección de soldaduras, forjas y fundiciones.
- Detección de discontinuidades superficiales. ▪ inspección de zonas localizadas.
- No existe el riesgo de generar quemaduras por arco eléctrico.
- Para inspeccionar una pieza al 100% se requiere de múltiples magnetizaciones.
- Es un equipo altamente portátil.

La fuerza del campo de un yugo o un imán permanente puede ser empíricamente determinada por la medición de su “poder de levantamiento”.

TABLE 3 Minimum Yoke Lifting Force

Type Current	Yoke Pole Leg Spacing	
	2 to 4 in. (50 to 100 mm)	4 to 6 in. (100 to 150 mm)
AC	10 lb (45 N)	
DC	30 lb (135 N)	
		50 lb (225 N)

2.17.11.-TIPOS DE CORRIENTE MAGNETIZADORA

Los siguientes tipos de corriente eléctrica son los empleados para la inspección por partículas magnéticas:

- Corriente alterna.
- Corriente rectificada de media onda.
- Corriente rectificada de onda completa.
- Corriente directa.

2.17.12.-CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Las partículas magnéticas son el medio de inspección por el cual se generan las indicaciones en la superficie de la pieza, la hay de dos tipos: **secas** y en **suspensión**; a su vez pueden ser de color visible o fluorescente.

2.17.12.1.-CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Deben tener alta permeabilidad para ser fácilmente atraídas hacia las fugas de campo magnético.
- Baja retentividad para no ser atraídas unas con otras y evitar su aglomeración.
- Control de tamaño y forma para obtener resultados consistentes: deben ser redondas y alargadas.
- No deben ser tóxicas.

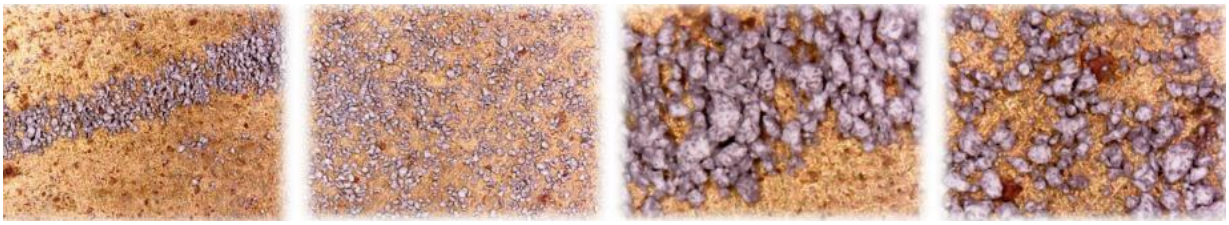


FIGURA 78. PARTICULAS MAGNETICAS

2.17.12.2.-PARTÍCULAS MAGNÉTICAS SECAS

CARACTERÍSTICAS

- Se utilizan tal y como se suministran, se aplican por aspersión o espolvoreado.
- Se pueden utilizar bajo condiciones ambientales extremas de frío o a temperaturas de hasta 315°c.
- Son el medio de inspección adecuado para la detección de discontinuidades subsuperficiales.
- Poseen una buena movilidad con corriente alterna y corriente rectificada de media onda.

DESVENTAJAS

- Menor probabilidad de detección de discontinuidades muy finas.
- Difícil o hasta imposible de aplicar sobre cabeza o vertical.
- No siempre existe evidencia visual de cobertura completa en la superficie de la pieza.
- Se tiene un promedio menor de producción de piezas inspeccionadas.
- Existe probabilidad de inhalarlas, se requiere utilizar un cubre bocas.

2.17.12.3.-PARTÍCULAS MAGNÉTICAS HÚMEDAS

CARACTERÍSTICAS

- Son suspendidas en agua acondicionada o en algún destilado ligero de petróleo en una concentración dada.
- Se suministran secas o premezcladas en un concentrado en agua o un destilado de petróleo
- Se aplican por spray o por baño.
- En unidades estacionarias de inspección pueden ser reutilizables.
- Son de menor tamaño que las partículas secas, y por lo tanto más sensibles.

2.17.13.-VEHÍCULOS PARA LA SUSPENSIÓN

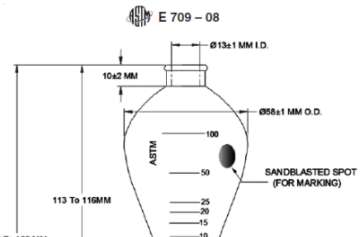
Destilado de petróleo. son ideales para partículas fluorescentes y no fluorescentes; las partículas son suspendidas y dispersadas sin el uso de agentes humectantes; provee un medio de protección contra la corrosión para las piezas inspeccionadas y el equipo usado.

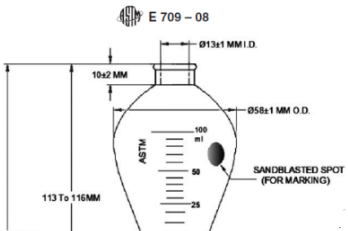
Agua acondicionada. requiere agentes humectantes y agentes antioxidantes. El agua simple no dispersa algunos tipos de partículas, no moja todas las superficies y es corrosiva.

Características recomendadas: humectantes, dispersabilidad, mínima espuma, no corrosiva, baja viscosidad, no debe ser fluorescente, etc.

Las partículas magnéticas húmedas se preparan según las instrucciones del fabricante, sin embargo, después de preparar la suspensión es necesario verificar su concentración, esto se realiza empleando un tubo de decantación.

TUBO DE 100 ml Y CON ESPIGA DE 1.5 ml (CON DIVISIONES DE





TUBO DE 100 MLY CON ESPIGA DE1 ML (CON DIVISIONES DE

17.14.-CONCENTRACIÓN DE LAS PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN

- Preparar las partículas magnéticas en suspensión siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Antes de tomar la muestra, la suspensión preparada debe ser agitada manualmente vigorosamente, o dejarse fluir a través del sistema de recirculación (unidad tipo estacionaria) por al menos 30 minutos y con ello, asegurar una suspensión homogénea de todas aquellas partículas que pudieran estar sedimentadas en las paredes y el fondo del tanque.
- Verter una muestra de 100 mililitros de suspensión en el tubo y permitir un tiempo de decantación de 60 minutos para suspensiones a base de destilado de petróleo y 30 minutos si el vehículo es agua. la muestra debe colocarse sobre una superficie libre de vibraciones y de campos magnéticos.
- Después de transcurrido el tiempo de decantación, el volumen de asentamiento de las partículas en la espiga del tubo debe estar dentro de: 0.1 a 0.4 ml para partículas fluorescentes y 1.2 a 2.4 ml para partículas no fluorescentes.

2.17.15.-COLOR DE LA PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

El color de las partículas magnéticas se selecciona a modo de asegurar un buen contraste entre la superficie de la pieza a inspeccionar y las partículas magnéticas.

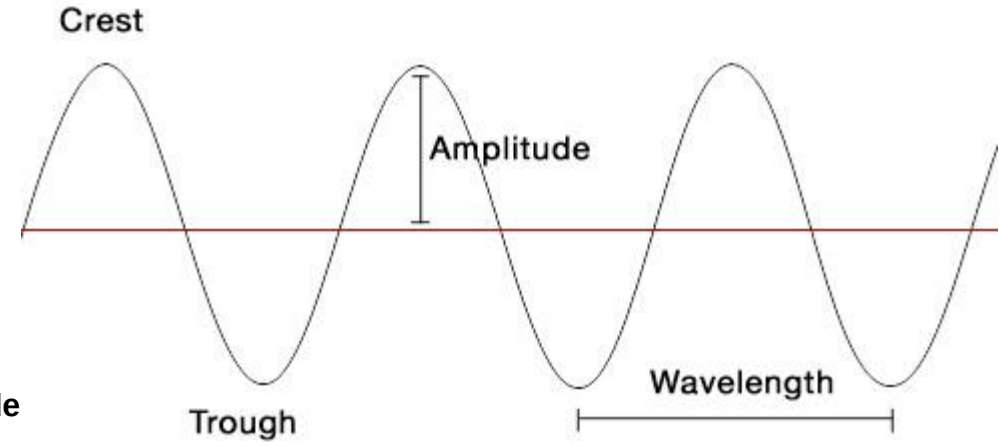
TIPO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	COLOR CONTRASTANTE (VISIBLE)	COLOR FLUORESCENTE
SECAS	Rojo, negro, gris, azul, verde, naranja	Verde-amarillo, naranja
HÚMEDAS	Rojo, negro, naranja	Verde-amarillo, naranja

FIGURA 80. COLORES COMERCIALES DE PARTICULAS MAGNETICAS

2.18.-INSPECCION POR ULTRASONIDO

El ultrasonido es un método no destructivo (END), que utiliza ondas sónicas de alta frecuencia, MAYORES a 20,000 Hz (20 KHz). Para la inspección y monitoreo de materiales en busca de discontinuidades superficiales y subsuperficiales. El ultrasonido es un método VOLUMÉTRICO, extremadamente versátil, capaz de evaluar un enorme rango de espesores en algunos materiales.

Las ondas ultrasónicas, son generalmente generadas a través del uso de transductores electromecánicos llamados materiales piezoeléctricos, estos materiales se deforman cuando están sometidos a una potencia eléctrico o voltaje, de manera que si este potencial eléctrico esta alternando entre positivo y negativo, el material piezoeléctrico se expenderá con una polaridad y se contraerá con la opuesta. Generando con ello vibraciones mecánicas.



Donde

FIGURA 81. MOVIMIENTO ONDULATORIO

- **Wavelength:** longitud de onda.
- **Though:** punto mínimo.
- **Amplitude:** cantidad máxima de desplazamiento.
- **Crest:** punto máximo.

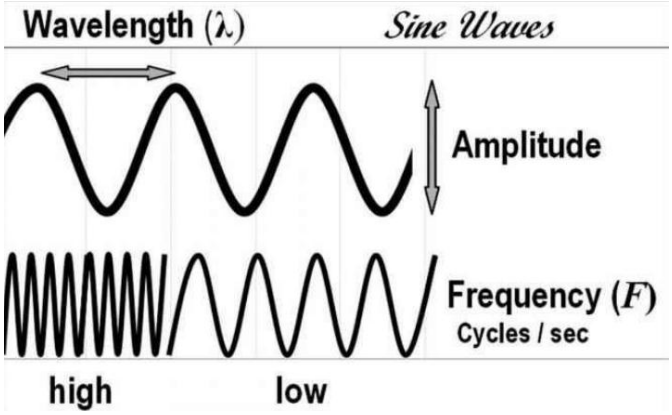


FIGURA 82. LONGITUD DE ONDA

- Mayor frecuencia -menor longitud de onda-menor penetración -mayor sensibilidad.
- Menor frecuencia -mayor longitud de onda-mayor penetración -menor sensibilidad.

Existen diferentes ondas en este tipo de inspección, algunas de ellas son ondas longitudinales o de compresión y ondas transversales o de corte (shear wave). Las ondas longitudinales también llamadas ondas de compresión (L-WAVE), tienen un movimiento de las partículas o desplazamiento paralelo lo ala dirección de la propagación de la onda misma. Este tipo de onda es fácil de generar y de detectar, y es el único tipo de onda que es capaz de propagarse en los líquidos, gases y sólidos.

Las ondas transversales también llamadas ondas de corte (S-WAVE), tienen un movimiento de las partículas o desplazamiento molecular, que es perpendicular a la dirección de propagación de la onda misma. Este tipo de onda solo puede propagarse en sólidos. La velocidad de desplazamiento de la onda transversal es

aproximadamente la mitad que la velocidad de la onda longitudinal (en el mismo material).

2.18.1.-ATENUACION

La reducción en energía que experimenta una onda ultrasónica conforme se desplaza a través de un medio es denominada **atenuación**. La cual de hecho es un parámetro que depende en su mayoría del tipo de material que se está inspeccionando. En adición a la dispersión y la absorción, la atenuación es el mecanismo que más contribuye a la perdida de la energía.

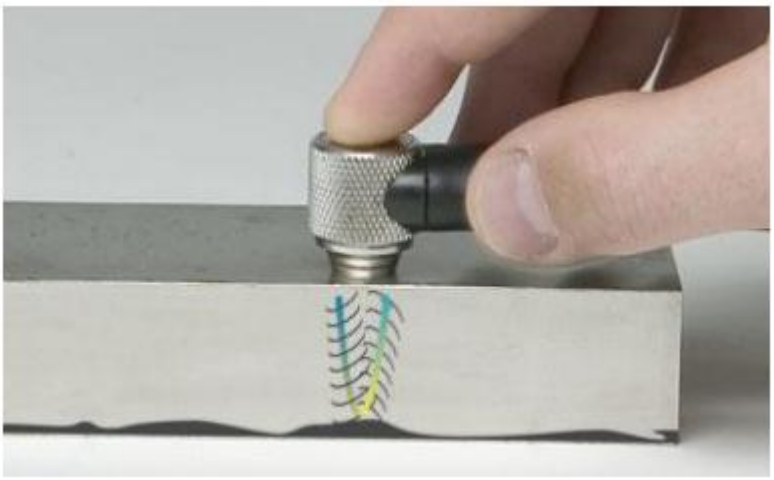
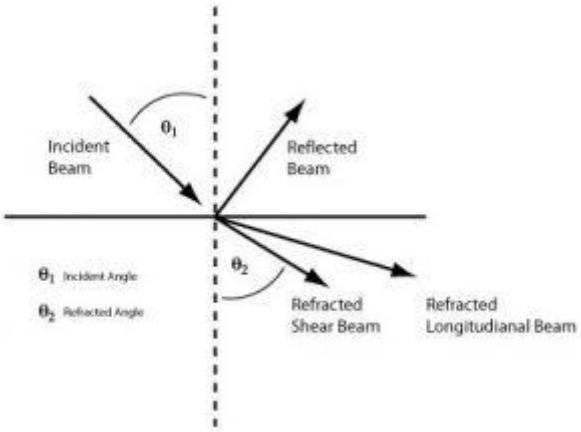


FIGURA 83. INSTRUMENTO DE CALIBRACION PARA ATENUACION

2.18.2.-REFRACCION

Si el haz ultrasónico encuentra una interfaz, a un ángulo diferente que el normal (perpendicular/ 90 grados), la porción transmitida de la energía se refractara, tal y como se muestra gráficamente a continuación.



2.18.3.-A-SCAN D

FIGURA 84. DETECTOR DE FALLAS ULTRASONICO

En un sistema A-SCAN, la amplitud de la señal ultrasónica es mostrada en función del tiempo de vuelo a través del material, tal y como se muestra en la figura anexa. La escala horizontal, representa la distancia que la onda ultrasónica viaja desde el transductor hace su viaje completo, dividido entre 2. La escala vertical, representa la amplitud o energía del reflejo de la señal ultrasónica cuando esta encuentra una interfaz.

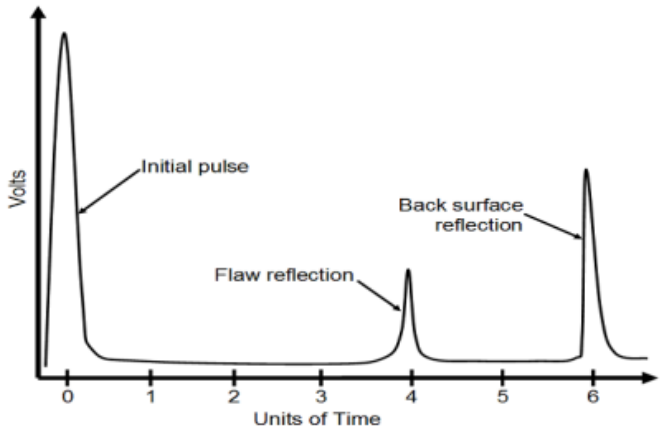


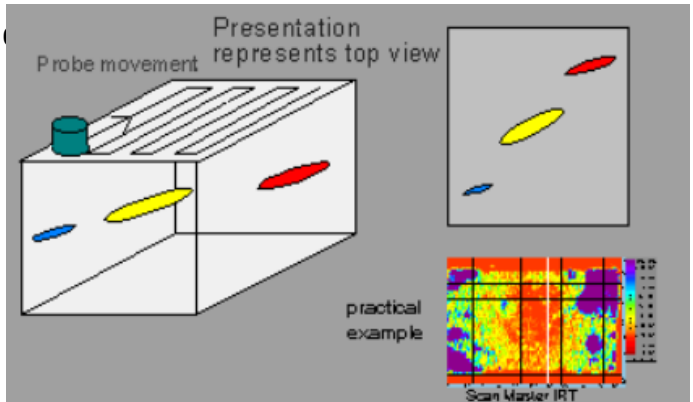
FIGURA 85. RESULTADO DE UN SISTEMA A-SCAN

2.18.4.-B-SCAN DISPLAY

En un sistema B-SCAN, es una vista de la sección transversal del elemento que se está inspeccionando. El eje del display, muestra la posición del transductor a lo largo de la superficie mientras que el otro eje muestra la distancia desde la superficie hasta el eco.

2.18.5.-C-SCAN DISPLAY

En un sistema C-SCAN, es una vista de planta (superior) del objeto a ser inspeccionado, este tipo de presentación ofrece la ventaja de ser utilizada con avanzados software, para mapear la localización de las indicaciones, de gran utilidad en la evaluación de corrosión en sistemas de conducción de hidrocarburos y recipientes a presión. El mismo software puede mostrar la amplitud de las señales mediante código (



2.18.6.-S-SCAN DISPLAY

En un sistema S-SCAN, también denominado barrido sectorial, se presenta una sección transversal del elemento inspeccionado, solo que, en este sistema, es posible hacerlo incluso con transductores de ondas transversales (haz angular), los cuales son comúnmente utilizados para la inspección de soldadura.

2.18.7.-BLOQUES DE CALIBRACION

Los sistemas de inspección deben fundamentalmente contar con dos aspectos, precisión y repetitividad. En el caso del método ultrasónico, esto se lleva a cabo mediante el uso de blocks de calibración. El tipo de block a usar lo dictara la forma del producto a inspeccionar, el material y la técnica que se ha de emplear para la inspección.

FIGURA 87. BLOCK IIW TIPO 1

FIGURA 88. BLOCK IIW TIPO 2

2.18.8.-CALIBRACION DE EQUIPOS ULTRASONICOS

La calibración o estandarización de los equipos ultrasónicos, es básicamente ajustar los niveles de sensibilidad para las aplicaciones que en particular se vayan a ejecutar o para los componentes a inspeccionar.

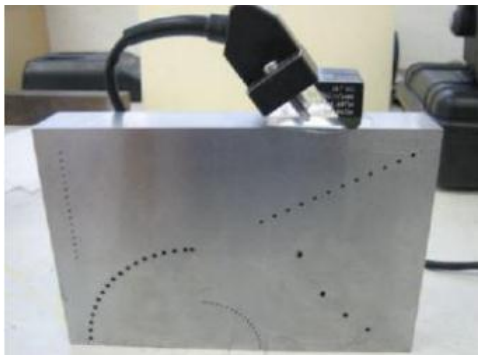


FIGURA 89. S-SCAN

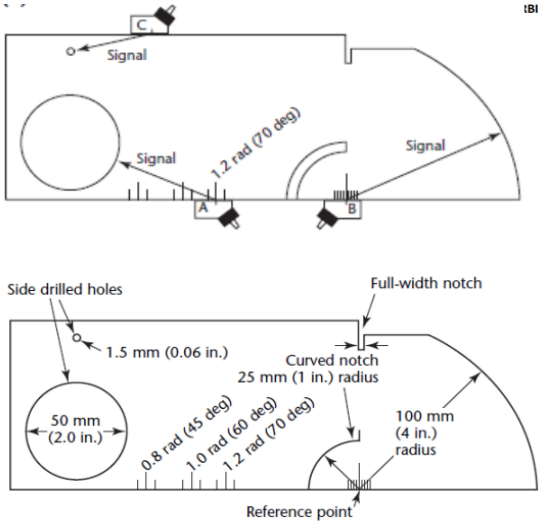


FIGURA 90. BLOCK DE

2.18.9.-INSPECCION ULTRASONICA DE SOLDADURA

Una de las aplicaciones que demanda más el uso de equipos ultrasónicos, es la inspección de soldadura, para los diferentes sectores de la industria. Para la estandarización de los equipos ultrasónicos se cuenta con una variedad de opciones en lo que corresponde a bloques de calibración.

FIGURA 91. INSPECCION DE SOLDADURA POR ULTRASONIDO

CAPITULO III

3.1.-SISTEMA DE ESTUDIO

El objeto de estudio de este reporte de residencias profesionales es un recipiente a presión denominado "Filtro Canasta Simplex", con la orden de fabricación 024/24. Este recipiente será sometido a varias pruebas no destructivas para asegurar su fiabilidad durante la operación.

En el proceso de inspección como se muestra en los puntos 3.2.1,3.2.2 3.2.3 y 3.2.4 se realizarán las siguientes pruebas:

- Inspección visual.
- Pruebas con líquidos penetrantes.
- Pruebas con partículas magnéticas

Además, se realizarán radiografías y ultrasonidos solo en las juntas tipo 1 (las que tienen penetración completa), y se llevará a cabo con una eficiencia del 100%, de acuerdo con las especificaciones de la norma ASME, Sección 8.

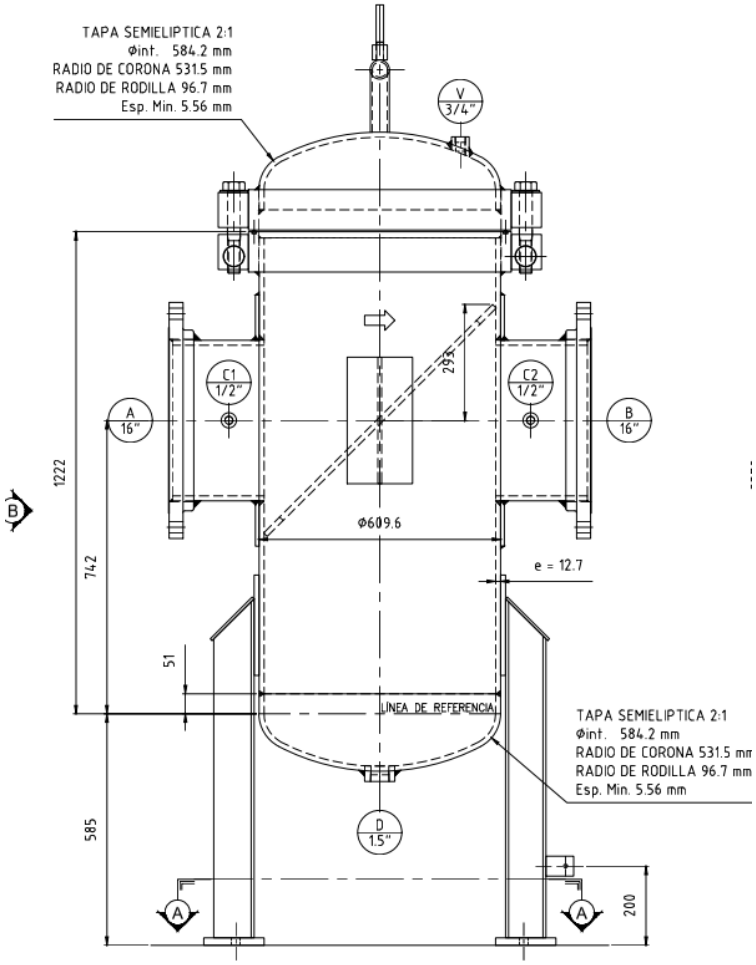


FIGURA 92. FILTRO CANASTA SIMPLEX

Las juntas de soldadura se identifican de la siguiente manera:

- Las soldaduras longitudinales se denominan con la letra "L", y se enumeran según el número de la junta, como, por ejemplo: L1, L2, L3, etc.
- Las soldaduras circulares se denominan con la letra "C", y se enumeran igual que las longitudinales, por ejemplo: C1, C2, C3, etc.
- Si alguna junta no es ni longitudinal ni circular, se identificará según el nombre del accesorio a soldar, usando una letra del alfabeto para diferenciarla en caso de haber otro accesorio similar. Por ejemplo, en este recipiente hay dos boquillas de 16 pulgadas, llamadas "boquilla A" y "boquilla B".

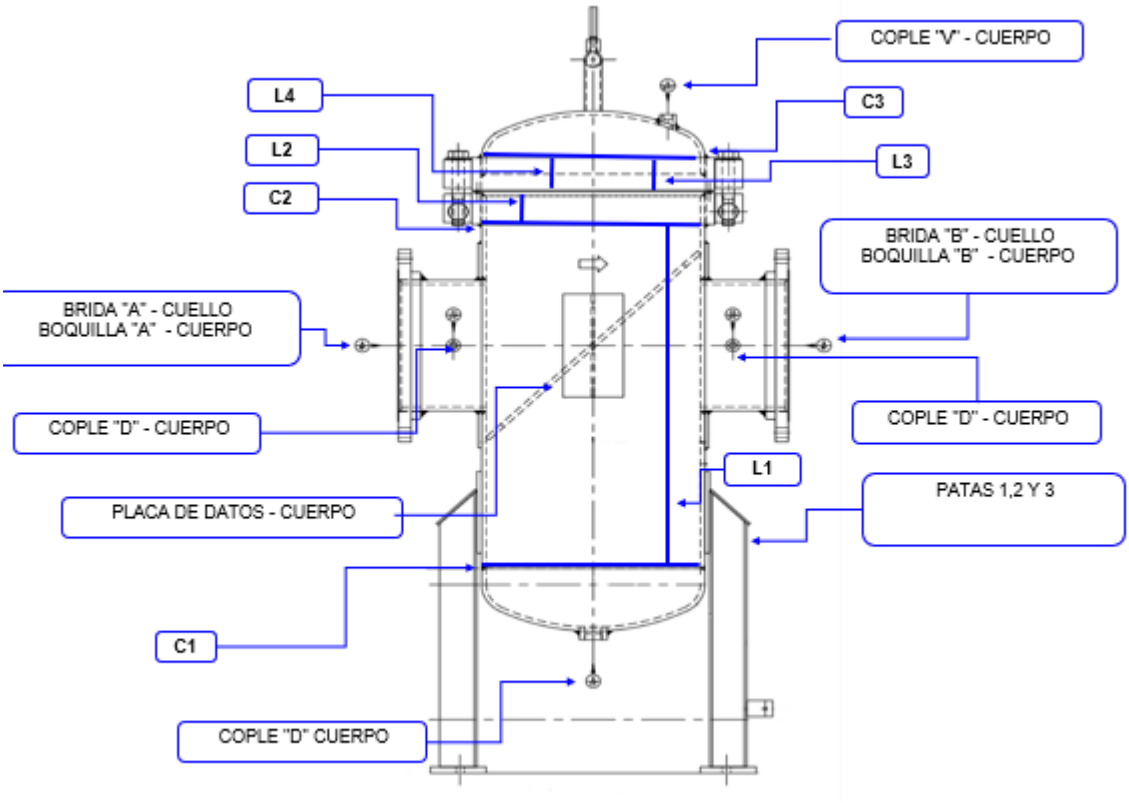


FIGURA 93. FILTRO CANASTA SIMPLEX SEÑALANDO LAS JUNTAS DE SOLDADURA

3.2.-PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN

3.2.1Procedimiento de Inspección visual

1. OBJETIVO

Establecer los lineamientos y requisitos para la inspección visual de soldadura, garantizando la calidad de las juntas soldadas conforme a los estándares establecidos en códigos y normativas aplicables. Se busca identificar defectos superficiales y discontinuidades que puedan comprometer la integridad estructural de los componentes inspeccionados.

2. ALCANCE

Este procedimiento contiene métodos y requisitos para realizar el examen visual de soldadura cuando se especifica mediante una sección del código de referencia. Los procedimientos específicos de examen visual necesarios para cada tipo de examinación no están incluidos en este procedimiento, porque son muy variadas las aplicaciones donde se requieran exámenes visuales. Algunos ejemplos de estas aplicaciones incluyen:

- Examinaciones No Destructivas.
- Pruebas de fugas (Hidrostática, neumática o burbujas).
- Examinaciones en servicio.
- Procedimientos de fabricación.

3. DOCUMENTOS APLICABLES

- Código ASME Sección V, Artículo 9 (Examinación No Destructiva).
- Código ASME Sección VIII, Div. 1 (Construcción de Recipientes a Presión).
- Manual del Sistema de Control de Calidad ASME, Capítulo 9 (Pruebas No Destructivas).
- Procedimiento GAC-01 (Elaboración de Procedimientos Operacionales).
- AWS D1.1 (Normativa para soldadura estructural de acero).

4. RESPONSABILIDADES

- **Gerencia General:** Autoriza el procedimiento y supervisa su cumplimiento.
- **Gerencia de Aseguramiento de Calidad:** Revisa y aprueba el procedimiento.
- **Inspector de Soldadura:** Realiza la inspección visual y documenta los hallazgos.
- **Inspector CWI de MIF:** Supervisa, certifica los resultados de la inspección y aprueba los reportes.
- **Personal de Producción:** Garantiza que las condiciones de trabajo sean adecuadas para la inspección.

5. DEFINICIONES

- **Examen visual directo:** Inspección realizada a simple vista o con ayuda de dispositivos como lupas.
- **Examen visual remoto:** Uso de boroscopios, cámaras u otras herramientas para inspeccionar zonas de difícil acceso.
- **Zona afectada por el calor (HAZ):** Área adyacente a la soldadura con alteraciones microestructurales por efecto del calor.
- **Discontinuidad:** Cualquier imperfección en la soldadura que no necesariamente implica un defecto.
- **Defecto:** Discontinuidad que excede los límites establecidos por la normativa aplicable.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Preparación para la inspección

1. Verificar que la iluminación sea adecuada (>1076 lux para luz blanca y >1000 µW/cm² para luz UV).
2. Asegurar que la superficie de la soldadura esté libre de contaminantes (aceite, grasa, escoria, pintura, óxido).

3. Identificar la junta y el tipo de soldadura a inspeccionar.

FIGURA 94. LIMPIEZA DE LA AREA A INSPECCIONAR

6.2 Inspección antes de la soldadura

1. Revisar documentación técnica (WPS, certificación del soldador y procedimientos aplicables).
2. Verificar preparación de la junta (dimensiones, biseles, alineación, tolerancias permitidas).
3. Confirmar la ausencia de defectos en el material base y que los consumibles sean los adecuados.

FIGURA 95. VERIFICACION DE LA PREPARACION DE LA SOLDADURA

6.3 Inspección durante la soldadura

1. Monitorear temperatura de interpasos para evitar problemas de fragilización.
2. Revisar la correcta aplicación de los pases de soldadura.
3. Evaluar limpieza entre pases y posibles defectos emergentes.
4. Inspeccionar la calidad del cordón de soldadura y verificar la correcta fusión con el metal base.

FIGURA 96. INSPEECION VISUAL DE LA SOLDADURA

6.4 Inspección después de la soldadura

1. Evaluar la continuidad y uniformidad del cordón.
2. Identificar defectos como porosidad, inclusiones de escoria, grietas, socavaciones, penetración incompleta y falta de fusión.
3. Verificar el tamaño y perfil de la soldadura según los requisitos del código.
4. Confirmar la aplicación de tratamientos posteriores (si aplica, como normalizado o revenido).

FIGURA 97. EVALUACION DE LAS INDICACIONES

7. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Se consideran defectos inaceptables según los siguientes criterios:

- **Porosidad:** Distribución excesiva, agrupada o de gran tamaño.
- **Fusión incompleta:** Falta de unión entre pases de soldadura o con el material base.
- **Socavación:** Reducción crítica en la sección transversal de la soldadura.
- **Grietas:** Cualquier tipo de fisura en la soldadura o material base.
- **Penetración incompleta:** Cuando la soldadura no atraviesa completamente la junta en el caso de soldaduras de ranura.
- **Exceso de refuerzo:** Altura de la soldadura superior a los límites especificados.
- **Concavidad en la raíz:** Depresión en la parte inferior de la soldadura de ranura.

8. REGISTRO DE RESULTADOS

El inspector debe documentar:

1. Fecha, identificación de la pieza y procedimiento usado.
2. Resultados de la inspección con evidencias fotográficas.
3. Criterio de aceptación o rechazo según normativa aplicable.
4. Medidas correctivas aplicadas en caso de defectos.
5. Firma del inspector y personal responsable.

9. SEGURIDAD

- Uso de equipo de protección personal (guantes, gafas, ropa de seguridad, protección contra radiación UV en caso de uso de luz negra).
- Manipulación segura de herramientas de inspección y medición.
- Aplicación de normativas de seguridad industrial y uso adecuado de escaleras o andamios para inspecciones en altura.

- Control de exposición a humos de soldadura y ventilación adecuada en el área de inspección.

10. CONCLUSIONES

La inspección visual de soldadura es un método fundamental para garantizar la calidad de las uniones soldadas. Aplicando correctamente este procedimiento, se minimizan los defectos y se asegura la conformidad con los estándares industriales.

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCIÓN VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

1.- GENERAL

No. DE REPORTE / REPORT No.: N-00-23 | **FECHA /**DATE: | **HOJA /** SHEET: **DE/**OF

CLIENTE/ CUSTOMER: | **ORDEN DE FABRICACIÓN/** FABRICATION ORDEN:

2.- PRODUCTO/ PRODUCT

IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA O COMPONENTE EXAMINADO / IDENTIFICATION OF PART OR COMPONENT EXAMINED:

MEDIDAS /MEASURES: | **MATERIAL /** MATERIAL:

No. DE PARTE/ PART No:

PROCESO DE FABRICACIÓN / FABRICATION PROCESS:

PLANO DE REFERENCIA/ DRAWING REFERENCE: REV.

MÉTODO O HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES / METHOD OR TOOLS USED FOR SURFACE PREPARATION:

AREA INSPECCIONADA/ INSPECTIONED AREA:

3.- TÉCNICA DE INSPECCIÓN/ INSPECTION TECHNIQUE

No. DE PROCEDIMIENTO / PROCEDURE No: | **REVISIÓN /** REVISION:

TÉCNICA DE INSPECCIÓN VISUAL/ INSPECTION VISUAL TECHNIQUE: | **DIRECTO/** DIRECT [X] | **REMOTA/** REMOTE [ ] | **TRANSLÚCIDO/** TRASLUCENT [ ]

DISTANCIA MÁXIMA EN EL PUNTO/ MAXIMUM DISTANCE AT POINT: | **ÁNGULO APROXIMADO DE LA SUPERFICIE/** ANGLE APROX. TO SURFACE

4.- AYUDAS VISUALES REMOTAS / REMOTE VISUALS AIDS.

AMPLIFICADOR (LENTES)/ (LENSES) [ ] LIFIER | **POTENCIA DE AMPLIFICADOR/** AMPLIFIER POWER | ESPEJO / MIRROR [ ]

EQUIPO DE ILUMINACIÓN/ LIGHTING EQUIPMENT: | **INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN/** LIGHTING INTENSITY:

5.- HERRAMIENTAS DE MEDIDAS/ MEASURES TOOLS.

HERRAMIENTAS DE MEDIDAS LINEAS/ LINEAL MEASURES TOOLS:

CALIBRADOR DE SOLDADURA/ CALIPERS OF WELD:

6.- EQUIPO PARA INSPECCIÓN VISUAL REMOTA/ EQUIPMENT FOR REMOTE VISUAL INSPECTION

TIPO/ TYPE: | **BOROSCOPIO/** BOROSCOPE [ ] | **FIBROSCOPIO/** FIBROSCOPE [ ] | **VIDEOSCOPIO /** VIDEOSCOPE [ ]

MARCA COMERCIAL/ TRADEMARK: | **MODELO/** MODEL: | **No. DE SERIE/** SERIE No:

7.- SECUENCIA DE EXAMINACIÓN/ SECUENCE OF EXAMINATION :

RESULTADOS DE EXAMINACIÓN/ RESULTS OF THE EXAMINATION

ACEPTADO/ ACCEPTED [ ] **RECHAZADO/** REJECTED [ ]

ESTANDARES DE ACEPTACIÓN/ ACCEPTANCE STANDARDS:

ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 ED.2021

ELABORÓ / ELABORATED: | **APROBÓ/** APPROVED:

FECHA/ DATE: | **FECHA/** DATE:

FIGURA 98. FORMATO DE REPORTE DE INSPEECION VISUAL

3.2.2.-Procedimiento de Inspección por líquidos penetrantes

1. OBJETIVO

Detectar las discontinuidades abiertas a la superficie de metales ferrosos no porosos, incluyendo soldaduras, mediante el ensayo de líquidos penetrantes por el método de inspección con líquidos penetrantes visibles removibles con solvente, de acuerdo con los estándares establecidos.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a la inspección de piezas metálicas ferrosas mediante el uso de líquidos penetrantes tipo II, método "C" (examinación con líquidos penetrantes visibles removibles con solvente), conforme a lo especificado en el Código ASME Sección V, Artículo 6, edición vigente.

3. DOCUMENTOS APLICABLES

- Código ASME, Sección V, Artículo 6 y Artículo 24 (Edición vigente).
- Norma SE-165 (Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination).
- Código ASME, Sección VIII, Div. 1, Apéndice Mandatorio 8.
- Manual del Sistema de Control de Calidad ASME, Capítulo 9 (Pruebas No Destructivas).

4. RESPONSABILIDADES

- **Gerencia General:** Autoriza la aplicación del procedimiento.
- **Gerencia de Aseguramiento de Calidad:** Revisa y aprueba el procedimiento.
- **Inspector de Calidad:** Realiza las pruebas de líquidos penetrantes y elabora el reporte correspondiente.
- **Inspector Nivel II:** Supervisa el desarrollo de la prueba y certifica los resultados.

- **Supervisor de Producción:** Asegura que las áreas a inspeccionar estén limpias y libres de contaminantes.

5. DEFINICIONES

- **NDE (Pruebas No Destructivas):** Métodos de inspección que permiten evaluar materiales sin dañarlos.
- **ASNT:** Sociedad Americana de Pruebas No Destructivas, referente en la certificación de personal en NDE.
- **Discontinuidad:** Irregularidad en el material que puede o no constituir un defecto.
- **Indicación:** Evidencia de una discontinuidad, sujeta a evaluación para determinar su relevancia.
- **Defecto:** Discontinuidad que excede los criterios de aceptación establecidos y que puede comprometer la integridad del material.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Preparación de la superficie

1. La superficie debe estar libre de óxido, escoria, grasa, pintura, suciedad y cualquier contaminante.
2. Se puede usar agua con detergente, solvente libre de residuos o líquido removedor.
3. Las áreas a examinar deben estar completamente secas antes de aplicar el penetrante.

FIGURA 99. LIMPIEZA DE LA CORONA DE SOLDADURA CON

6.2 Aplicación del penetrante

1. Se aplicará uniformemente en la superficie a examinar con brocha o aerosol.
2. Se permitirá un tiempo de penetración de 10 a 60 minutos, según las recomendaciones del fabricante.

FIGURA 100. APLICACIÓN DEL PENETRANTE

6.3 Remoción del exceso de penetrante

1. Se elimina el exceso con un paño seco y limpio.
2. Luego, se usa un paño humedecido con removedor para retirar los residuos sin afectar la penetración en discontinuidades.

FIGURA 101. REMOCION DEL EXCESO DE PENETRANTE

6.4 Aplicación del revelador

1. Agitar bien el revelador antes de aplicarlo.
2. Aplicar en capa fina y uniforme a una distancia de 300-500 mm.
3. Esperar un tiempo de revelado entre 10 y 60 minutos antes de la inspección.

FIGURA 102. APLICACIÓN DEL REVELADOR

6.5 Inspección e interpretación

1. Se requiere iluminación mínima de 1076 lux para la inspección.
2. Se evalúan las indicaciones detectadas para determinar su aceptación o rechazo según los criterios normativos.
3. Indicaciones relevantes mayores a 1.5 mm deben considerarse como defectos.

7. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Las superficies inspeccionadas deben estar libres de:

- **Indicaciones lineales relevantes.**
- **Indicaciones redondeadas mayores a 5 mm.**
- **Cuatro o más indicaciones redondeadas en línea con separación ≤1.5 mm.**

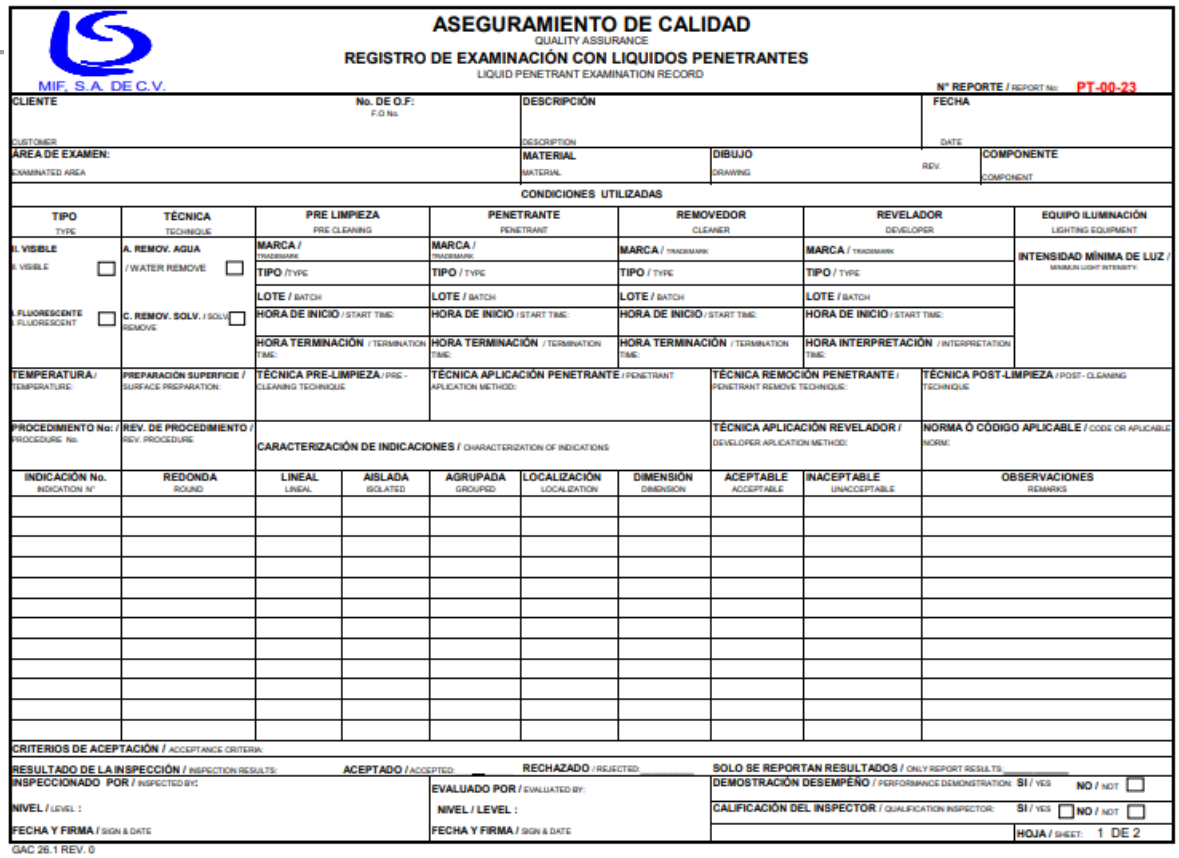
8. REGISTROS

El inspector debe documentar:

- Identificación de la pieza y método de inspección usado.
- Resultados con evidencia fotográfica.
- Firma del inspector y responsables de calidad.

9. SEGURIDAD

- Uso de equipo de protección personal.
- Manipulación segura de solventes y productos químicos.
- Trabajo en áreas bien ventiladas para evitar acumulación de vapores.



MIF, S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REGISTRO DE EXAMINACIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT EXAMINATION RECORD

N° REPORTE / REPORT No: PT-00-23

CLIENTE / CUSTOMER	No. DE O.F: / F.O No.	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION	FECHA / DATE
ÁREA DE EXAMEN: / EXAMINATED AREA		MATERIAL / MATERIAL	DIBUJO / DRAWING — REV. — COMPONENTE / COMPONENT

CONDICIONES UTILIZADAS

TIPO / TYPE	TÉCNICA / TECHNIQUE	PRE LIMPIEZA / PRE CLEANING	PENETRANTE / PENETRANT	REMOVEDOR / CLEANER	REVELADOR / DEVELOPER	EQUIPO ILUMINACIÓN / LIGHTING EQUIPMENT
I. VISIBLE / I. VISIBLE ☐	A. REMOV. AGUA / WATER REMOVE ☐	MARCA / TRADEMARK	MARCA / TRADEMARK	MARCA / TRADEMARK	MARCA / TRADEMARK	INTENSIDAD MÍNIMA DE LUZ / MINIMUN LIGHT INTENSITY:
		TIPO / TYPE	TIPO / TYPE	TIPO / TYPE	TIPO / TYPE	
		LOTE / BATCH	LOTE / BATCH	LOTE / BATCH	LOTE / BATCH	
F. FLUORESCENTE / F. FLUORESCENT ☐	C. REMOV. SOLV. / SOLV. REMOVE ☐	HORA DE INICIO / START TIME:	HORA DE INICIO / START TIME:	HORA DE INICIO / START TIME:	HORA DE INICIO / START TIME:	
		HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME:	HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME:	HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME:	HORA INTERPRETACIÓN / INTERPRETATION TIME:	

TEMPERATURA / TEMPERATURE:	PREPARACIÓN SUPERFICIE / SURFACE PREPARATION:	TÉCNICA PRE-LIMPIEZA / PRE-CLEANING TECHNIQUE	TÉCNICA APLICACIÓN PENETRANTE / PENETRANT APLICATION METHOD:	TÉCNICA REMOCIÓN PENETRANTE / PENETRANT REMOVE TECHNIQUE:	TÉCNICA POST-LIMPIEZA / POST-CLEANING TECHNIQUE
PROCEDIMIENTO No: / PROCEDURE No.	REV. DE PROCEDIMIENTO / REV. PROCEDURE	CARACTERIZACIÓN DE INDICACIONES / CHARACTERIZATION OF INDICATIONS		TÉCNICA APLICACIÓN REVELADOR / DEVELOPER APLICATION METHOD:	NORMA Ó CÓDIGO APLICABLE / CODE OR APLICABLE NORM:

INDICACIÓN No. / INDICATION N°	REDONDA / ROUND	LINEAL / LINEAL	AISLADA / ISOLATED	AGRUPADA / GROUPED	LOCALIZACIÓN / LOCALIZATION	DIMENSIÓN / DIMENSION	ACEPTABLE / ACCEPTABLE	INACEPTABLE / UNACCEPTABLE	OBSERVACIONES / REMARKS

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN / ACCEPTANCE CRITERIA:

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN / INSPECTION RESULTS: ACEPTADO / ACCEPTED: ___ RECHAZADO / REJECTED: ___ SOLO SE REPORTAN RESULTADOS / ONLY REPORT RESULTS: ___

INSPECCIONADO POR / INSPECTED BY:	EVALUADO POR / EVALUATED BY:	DEMOSTRACIÓN DESEMPEÑO / PERFORMANCE DEMONSTRATION: SI / YES ☐ NO / NOT ☐
NIVEL / LEVEL :	NIVEL / LEVEL :	CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR / QUALIFICATION INSPECTOR: SI / YES ☐ NO / NOT ☐
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE	FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE	HOJA / SHEET: 1 DE 2

GAC 26.1 REV. 0

FIGURA 103. FORMATO DE REPORTE DE INSPEECION CON LIQUIDOS PENETRANTES

3.2.3.-Procedimiento de Inspección por Partículas Magnéticas

1. OBJETIVO

Describir los pasos para realizar la inspección con partículas magnéticas en materiales ferromagnéticos, con el fin de detectar discontinuidades superficiales y sub-superficiales que puedan comprometer la integridad estructural de los componentes inspeccionados.

2. ALCANCE

Este procedimiento contiene métodos y requisitos para realizar el examen visual de soldadura cuando se especifica mediante una sección del código de referencia. Los procedimientos específicos de examen visual necesarios para cada tipo de examinación no están incluidos en este procedimiento, porque son muy variadas las aplicaciones donde se requieran exámenes visuales. Algunos ejemplos de estas aplicaciones incluyen. Este procedimiento se aplica a la inspección de elementos metálicos utilizados en diversas industrias, incluyendo:

- Examinaciones No Destructivas.
- Pruebas de fugas (Hidrostática, neumática o burbujas).
- Examinaciones en servicio.
- Procedimientos de fabricación**.**

3. EQUIPO Y MATERIALES

Para la correcta realización de la inspección con partículas magnéticas, se requiere el siguiente equipo:

- **Fuentes de magnetización:**
    - Yugo magnético (portátil o fijo)
    - Bobinas de magnetización
    - Bancos de ensayo con bobinas incorporadas
- **Partículas magnéticas:**

    - Secas (color negro o rojo)
    - Húmedas (fluorescentes o visibles bajo luz blanca)
- **Sistemas de iluminación:**
    - Luz blanca (>1076 lux)
    - Luz ultravioleta (>1000 µW/cm²)
- **Materiales auxiliares:**
    - Solventes desengrasantes
    - Paños y cepillos de limpieza
    - Equipos de protección personal (guantes, gafas, mascarilla)

4. PROCEDIMIENTO

4.1 Preparación de la superficie

1. Limpiar la superficie con solventes adecuados para eliminar aceites, grasas y contaminantes.
2. Utilizar cepillos metálicos o esmeriles para eliminar incrustaciones y residuos de soldadura.
3. Secar completamente la superficie antes de proceder con la inspección.

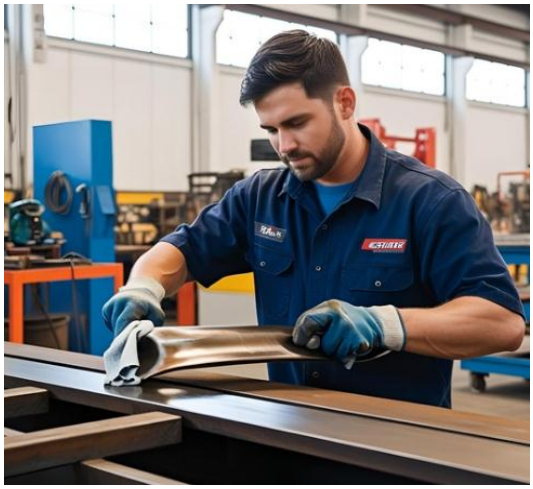


FIGURA 104. LIMPIEZA DEL AREA A INSPECCIONAR

4.2 Magnetización

1. Aplicar un campo magnético con el equipo adecuado.
2. Utilizar corriente alterna (CA) para la detección de discontinuidades superficiales.
3. Usar corriente directa (CD) para penetrar más profundo en la pieza inspeccionada.
4. Comprobar la intensidad del campo con un medidor de Gauss.

FIGURA 105. COMPROBACION DEL CAMPO MAGNETICO CON MEDIDOR GAUSS

4.3 Aplicación de partículas

1. **Método seco:**
   - Espolvorear las partículas sobre la superficie de la pieza mientras se aplica el campo magnético.
   - Soplar suavemente para eliminar el exceso de partículas.
2. **Método húmedo:**
   - Aplicar las partículas suspendidas en líquido con un aerosol o atomizador.
   - Asegurar una cobertura uniforme y permitir que las partículas se acumulen en las discontinuidades.

FIGURA 106. PARTICULAS MAGNETICAS SECAS

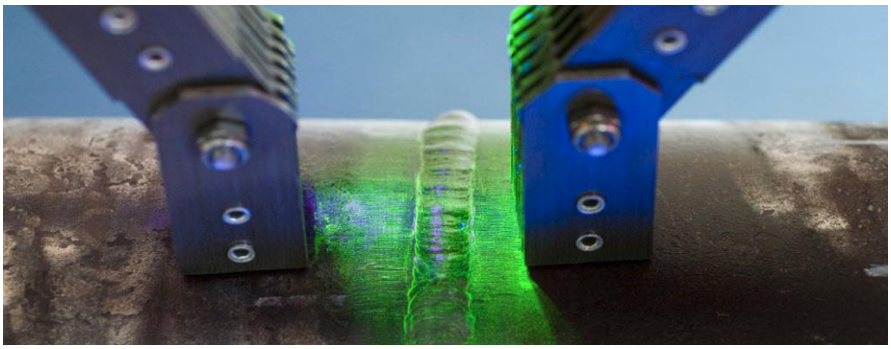


FIGURA 107. PARTICULAS MAGNETICAS HUMEDAS

4.4 Inspección

1. Iluminar la pieza con la luz apropiada (blanca o UV).
2. Observar las acumulaciones de partículas, que indicarán la presencia de discontinuidades.
3. Rotar o reorientar la pieza para inspeccionar en distintas direcciones.
4. Registrar las indicaciones encontradas.

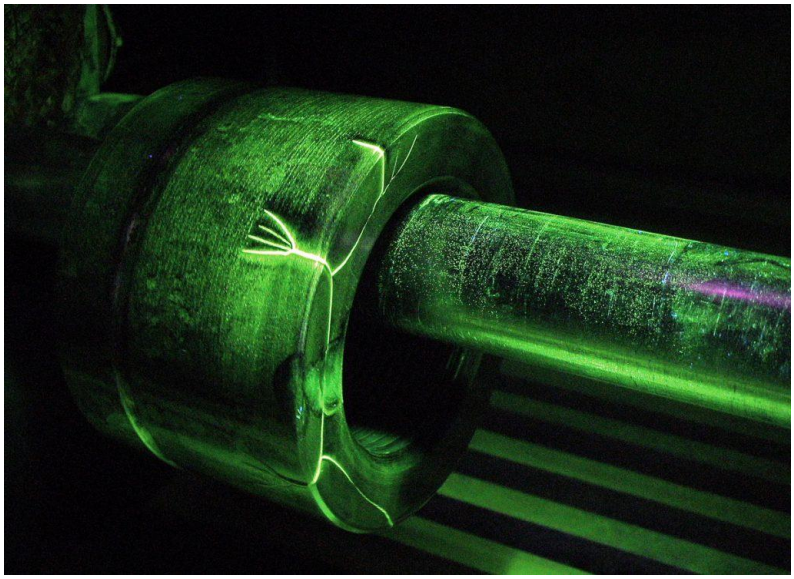


FIGURA 108. ILUMINACION DE PARTICULAS MAGNETICAS FLUORECENTES BAJO LUZ UV

4.5 Interpretación de indicaciones

Las indicaciones encontradas se clasifican en:

- **Indicaciones relevantes:** Indican posibles defectos estructurales que requieren evaluación adicional.
- **Indicaciones no relevantes:** No representan defectos reales, pero pueden deberse a imperfecciones superficiales.
- **Indicaciones falsas:** Causadas por contaminación o malas condiciones de aplicación.

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los resultados de la inspección deben evaluarse según los siguientes estándares:

- **ASME Sección V**: Pruebas No Destructivas
- **ASTM E709**: Inspección con Partículas Magnéticas
- **AWS D1.1**: Criterios para soldaduras estructurales

6. REGISTRO DE RESULTADOS

Los resultados de la inspección deben documentarse en un reporte que incluya:

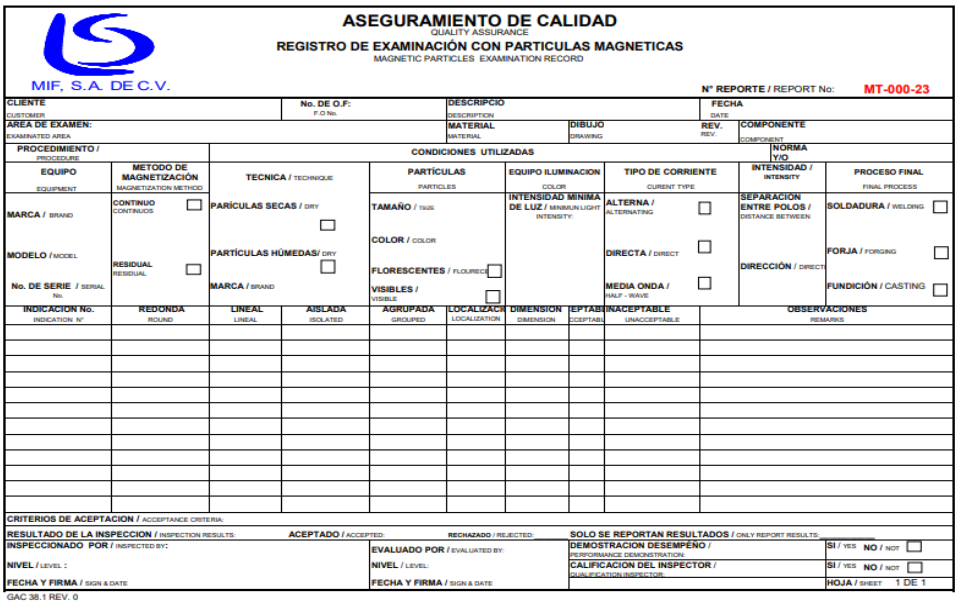
1. Fecha y nombre del inspector.
2. Procedimiento utilizado.
3. Identificación de la pieza inspeccionada.
4. Ubicación y descripción de las indicaciones encontradas.
5. Fotografías de los defectos detectados.
6. Conclusión y recomendaciones.

7. SEGURIDAD Y PRECAUCIONES

1. Utilizar equipo de protección personal adecuado.
2. Evitar exposición prolongada a la luz ultravioleta.
3. Garantizar una ventilación adecuada al manipular partículas en aerosol.
4. Inspeccionar los equipos periódicamente para asegurar su correcto funcionamiento.

8. CONCLUSIÓN

La inspección con partículas magnéticas es una técnica confiable y efectiva para la detección de discontinuidades en materiales ferromagnéticos. La correcta aplicación del procedimiento garantiza la identificación precisa de defectos, contribuyendo a la seguridad y confiabilidad de los componentes inspeccionados.



MIF, S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REGISTRO DE EXAMINACIÓN CON PARTICULAS MAGNETICAS
MAGNETIC PARTICLES EXAMINATION RECORD

N° REPORTE / REPORT No: MT-000-23

CLIENTE / CUSTOMER | No. DE O.F: / F.O No. | DESCRIPCIÓ / DESCRIPTION | FECHA / DATE
AREA DE EXAMEN: / EXAMINATED AREA | MATERIAL / MATERIAL | DIBUJO / DRAWING | REV. / REV. | COMPONENTE / COMPONENT
PROCEDIMIENTO / PROCEDURE | CONDICIONES UTILIZADAS | NORMA Y/O

EQUIPO / EQUIPMENT	METODO DE MAGNETIZACIÓN / MAGNETIZATION METHOD	TECNICA / TECHNIQUE	PARTÍCULAS / PARTICLES	EQUIPO ILUMINACION / COLOR	TIPO DE CORRIENTE / CURENT TYPE	INTENSIDAD / INTENSITY	PROCESO FINAL / FINAL PROCESS
MARCA / BRAND	CONTINUO / CONTINUOS ☐	PARÍCULAS SECAS / DRY ☐	TAMAÑO / TIZE	INTENSIDAD MINIMA DE LUZ / MINIMUN LIGHT INTENSITY:	ALTERNA / ALTERNATING ☐	SEPARACIÓN ENTRE POLOS / DISTANCE BETWEEN	SOLDADURA / WELDING ☐
MODELO / MODEL	RESIDUAL / RESIDUAL ☐	PARTÍCULAS HÚMEDAS/ DRY ☐	COLOR / COLOR		DIRECTA / DIRECT ☐	DIRECCIÓN / DIRECT	FORJA / FORGING ☐
No. DE SERIE / SERIAL No.		MARCA / BRAND	FLORESCENTES / FLOURECE ☐		MEDIA ONDA / HALF - WAVE ☐		FUNDICIÓN / CASTING ☐
			VISIBLES / VISIBLE ☐				

INDICACION No. / INDICATION N°	REDONDA / ROUND	LINEAL / LINEAL	AISLADA / ISOLATED	AGRUPADA / GROUPED	LOCALIZACIÓN / LOCALIZATION	DIMENSION / DIMENSION	ACEPTABLE / ACEPTABLE	INACEPTABLE / UNACEPTABLE	OBSERVACIONES / REMARKS

CRITERIOS DE ACEPTACION / ACCEPTANCE CRITERIA:
RESULTADO DE LA INSPECCION / INSPECTION RESULTS: ACEPTADO / ACCEPTED: RECHAZADO / REJECTED: SOLO SE REPORTAN RESULTADOS / ONLY REPORT RESULTS:
INSPECCIONADO POR / INSPECTED BY: | EVALUADO POR / EVALUATED BY: | DEMOSTRACION DESEMPEÑO / PERFORMANCE DEMONSTRATION: SI / YES ☐ NO / NOT ☐
NIVEL / LEVEL : | NIVEL / LEVEL: | CALIFICACION DEL INSPECTOR / QUALIFICATION INSPECTOR: SI / YES ☐ NO / NOT ☐
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE | FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE | HOJA / SHEET 1 DE 1
GAC 38.1 REV. 0

FIGURA 109. FORMATO DE REPORTE DE INSPECCION CON PARTICULAS MAGNETICAS

3.2.4.-Procedimiento de Inspección por ultrasonido

1. OBJETIVO

Este documento establece los requisitos mínimos y criterios de aceptación para la inspección por ultrasonido en soldaduras de ranura de acero al carbón y de baja aleación en juntas con penetración completa. Se busca detectar y evaluar discontinuidades internas como grietas, falta de fusión, poros e inclusiones, conforme a UW-52 de la Sección VIII, Div. 1 del Código ASME.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a la inspección por ultrasonido en soldaduras a tope y en la zona afectada por el calor de acero al carbón y de baja aleación en tuberías con espesores de 3/16" a 8.0" de cualquier diámetro. También cubre el dimensionado de indicaciones y su evaluación conforme al estándar de aceptación descrito en PW-52 de la Sección I del Código ASME.

3. DOCUMENTOS APLICABLES

- Código ASME, Sección V, Artículo 4 (Ed. 2021).
- Código ASME, Sección VIII, Div. 1, Apéndice Mandatorio 12.
- Norma ASNT-SNT-TC-2020 (Calificación y certificación de personal).
- Manual del Sistema de Control de Calidad, Capítulo 9.

4. RESPONSABILIDADES

- **Gerencia General:** Autoriza la aplicación del procedimiento.
- **Gerencia de Aseguramiento de Calidad:** Revisa y aprueba el procedimiento.
- **Inspectores de Calidad:** Realizan la inspección por ultrasonido y documentan los resultados.
- **Técnico Nivel II:** Verifica que la inspección se realice conforme al procedimiento y firma el reporte final.

- **Técnico Nivel III:** Supervisa la ejecución de la prueba y valida la metodología aplicada.

5. DEFINICIONES

- **NDE (Pruebas No Destructivas):** Métodos de inspección sin afectar el material evaluado.
- **Discontinuidad:** Irregularidad en el material, que puede o no ser un defecto.
- **Defecto:** Discontinuidad que excede los criterios de aceptación establecidos.
- **Indicación:** Evidencia de una discontinuidad detectada durante la inspección.
- **Zona Afectada por el Calor (HAZ):** Área adyacente a la soldadura alterada térmicamente.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Preparación del material

1. La superficie a inspeccionar debe estar libre de óxido, escoria, pintura, grasa y contaminantes.
2. Se limpiará la superficie con solventes adecuados y se asegurará que esté seca.

FIGURA 110. VERIFICACION QUE EL AREA A INSPECCIONAR SE ENCUENTRE LIMPIO

6.2 Preparación del equipo

1. Se utilizará un equipo de ultrasonido con frecuencia de 1-5 MHz.
2. Se verificará la calibración del equipo antes de la inspección.
3. Se seleccionarán transductores adecuados:
    - **Haz recto:** Para inspección del material base.
    - **Haz angular:** Para inspección de soldaduras y zonas afectadas por el calor.

6.3 Calibración del equipo

1. Se calibrará el rango de barrido con un bloque patrón tipo IIW o V2.
2. Se ajustará la corrección distancia-amplitud (DAC) para asegurar la precisión en la detección de discontinuidades.
3. Se verificará la respuesta del equipo cada 4 horas o ante cualquier cambio de operador o transductor.

FIGURA 111. EL EQUIPO DE ULTRASONIDO CALIBRADO CON UN BLOCK PATRON

6.4 Inspección de soldaduras

1. Se inspeccionará la soldadura con el transductor de haz angular.
2. Se registrarán todas las indicaciones y se evaluarán conforme a la tabla de aceptación del Código ASME.
3. Se clasificará cada indicación en:
    - **Indicaciones relevantes:** Discontinuidades que requieren análisis detallado.
    - **Indicaciones no relevantes:** No representan defectos.
    - **Indicaciones falsas:** Causadas por interferencias o problemas del equipo.

FIGURA 112. INSPECCION DE SOLDADURA POR ULTRASONIDO

6.5 Evaluación de resultados

1. Se aplicarán los criterios de aceptación de ASME Sección VIII, Div. 1, UW-52.
2. Se determinará si las discontinuidades detectadas requieren reparación o si la soldadura es aceptable.
3. Se generará un reporte con la ubicación, tamaño y características de cada indicación.

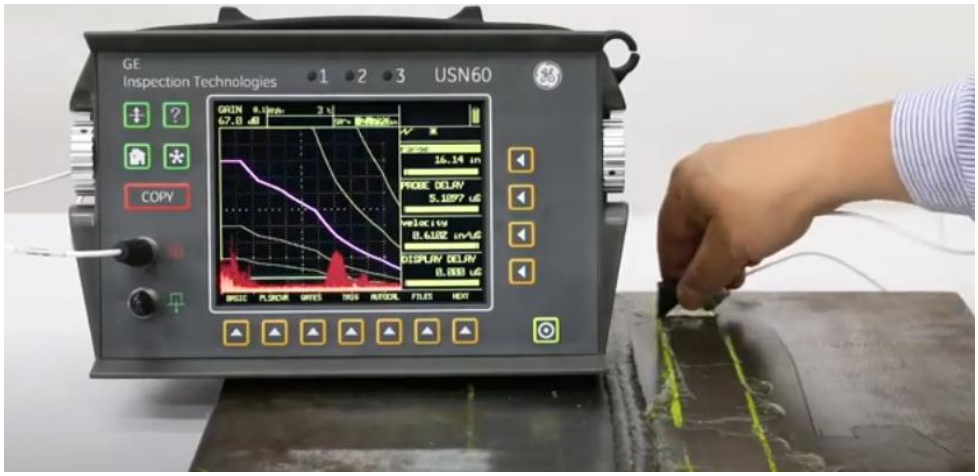


FIGURA 113. ASI SE VE UNA INDICACION EN LA PANTALLA DEL ULTRASONIDO

7. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los resultados de la inspección se evaluarán conforme a los siguientes criterios:

- No se permiten grietas en ninguna condición.
- Incompletitud de fusión o penetración es inaceptable.
- La porosidad excesiva debe evaluarse con base en la longitud y densidad de las indicaciones.
- Se permiten indicaciones redondeadas menores a 1.5 mm si están espaciadas adecuadamente.

8. REGISTROS

El inspector debe documentar:

- Fecha, identificación de la pieza y método de inspección.
- Resultados con evidencia fotográfica y ubicación de indicaciones.
- Firma del inspector y del técnico responsable.

9. SEGURIDAD

- Uso de equipo de protección personal (EPP).
- Manipulación segura del equipo de ultrasonido y acoplantes.
- Trabajo en áreas bien ventiladas para evitar acumulación de vapores de acoplantes.

MIF, S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE

REPORTE DE INSPECCION ULTRASONICA

ULTRASONIC TEST REPORT

N°

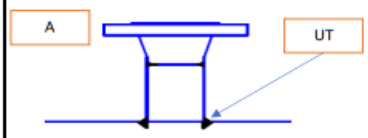
CLIENTE: CUSTOMER				FECHA DATE
DESCRIPCION: DESCRIPTION		SUB ENSAMBLE: SUB ASEMBLY		HOJA SHEET DE OF
No. PLANO: DRAWING	REV REV.	MATERIAL: MATERIAL	CANT.: QUANTITY	O. F.: WORK ORDER

DATOS GENERALES/ GENERAL INFORMATION

EQUIPO: EQUIPMENT	TRANSDUCTOR: TRANSDUCER	PROCEDIMIENTO APLICABLE: APPLICABLE SPECIFICATION
CALIBRACION Db.: CALIBRATION	PATRON DE REF.: CALIBRATION BLOCK	TECNICA: TECHNICAL INSPECTION
INSPECCION Db: INSPECTION	ACOPLANTE: COUPLING	ACABADO SUP.: SURFACE TEXTURE

EXAMEN DE SOLDADURAS/WELDING TEST

SOLDADURA: WELD	PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA: WELDING PROCEDURE	TEMPERATURA SUP.: SUPERFICIAL TEMPERATURE
METAL BASE: BASE METAL	CONDICION SUPERFICIAL: SURFACE TEXTURE	TRANSDUCTOR: TRANDUCER
TECNICA ULTRASONICA: ULTRASONIC TECHNICAL	ESPECIFICACION: ESPECIFICATION	ANGULO: ANGLE
BLOCK DE CALIBRACION: CALIBRATION BLOCK	REFLECTOR REFLECTOR	T. B. E.: SIZE HOLE CALIBRATION
ACOPLANTE: COUPLING	LONG. A EXPLORAR: ESCAN LENGTH	



PERFIL DE LA SOLDADURA
WELDING SHAPE

GAS (GAS)	A
INCLUSION DE ESCORIA (SLAG INCLUSION)	B
LINEA DE ESCORIA (SLAG LINE)	B
ESCORIA DISPERSA (SLAG SCATTERED)	B
SOCABADO (UNDER CUT)	F
FALTA DE FUSION (LACK OF FUSION)	C
FALTA DE PENETRACION (INCOMPLETE PENETRATION)	D
PENETRACION EXESIVA (EXECESSIVE PENETRATION)	P
FISURA (CRACK)	E
DEFECTO PLANO NO IDENTIFICADO (PLANAR DEFET. NOT IDENT.)	X
DEFECTO NO IDENTIRCADO (DEFECT. NOT IDENTIEFED)	Y

LONGITUD DE LA SOLDADURA: DE mm
WELDING LENGHT FROM

OBSERVACIONES/ REMARCKS

ADENDA DE REFERENCIA (ASME)/ REFERENCE ADENDA (ASME):

RESULTADO DE LA INSPECCION / OUTCOME INSPECTION

INSPECCIONADO POR/ INSPECTED BY:	INSPECCIONADO POR/ INSPECTED BY:
NIVEL / LEVEL	NIVEL / LEVEL
FECHA FIRMA/ SIGN & DATE	FECHA FIRMA/ SIGN & DATE

GAC-027.1 REV.1.

FIGURA 114. FORMATO DE REPORTE DE INSPEECION CON ULTRASONIDO

CAPITULO IV

4.1.1-PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

En este recipiente a presión se realiza un plan de control de calidad el cual debe de contener el paso a paso de cada PND. Por lo que es primordial que este se haga desde el inicio de la fabricación.

MIF, S.A. DE C.V.

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD (PCC)

QUALITY CONTROL PLAN (QCP)

No. PCC-012-24
REV. 0
FECHA/ DATE 17/07/2024
HOJA/SHEET 1 DE/OF 3

CLIENTE: CUSTOMER ALPCO MEXICO S.A DE C.V
DESCRIPCIÓN: DESCRIPCION: SUMINSTRO Y FABRICACIÓN DE FILTRO CANSTA
FABRICANTE: MANUFACTURER MECATRÓNICA INGENIERÍA Y FABRICACIÓN S.A DE C.V
OF: P.O 024/24
No. DE PLANO: DRAWING ME-024-24-001 REV. 0
EQUIPO: ITEM FILTRO CANSTA SIMPLEX TAG-C318
MATERIAL: MATERIAL SA-516-70

No.	ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO/ PROCEDURE ESPECIFICACIÓN /SPECIFICATION	INSPECCIÓN INSPECTION	PUNTOS DE INSPECCIÓN/ INSPECTION POINTS MIF	FECHA/DATE FIRMA/ SIGN	CLIENTE	FECHA/DATE FIRMA/ SIGN	OBSERVACIONES REMARKS
1	REVISIÓN DE DOCUMENTOS							
1.1	ÓRDEN DE COMPRA	GIP-02 REV. 0	REVISIÓN	V		V		
1.2	MEMORIA DE CÁLCULO	GIP-06 REV. 0	REVISIÓN	V		V		
1.3	DIBUJOS APROBADOS PARA FABRICACIÓN	GIP-07 REV. 0	REVISIÓN	V		V		
1.4	NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES	GIP-02 REV. 0	REVISIÓN	V		V		
1.5	ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS Y PQR)	ASME SECC. IX ED. 2023	REVISIÓN	V		V		
1.6	CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPQ)	ASME SECC. IX ED. 2023	REVISIÓN	V		V		
1.7	CALIFICACIÓN DE INSPECTORES END Y OTRAS PRUEBAS	ASME SECC. V ED. 2023 / SNT TC-1A	REVISIÓN	V		V		
1.8	PROCEDIMIENTOS DE END							
1.8.1	LIQUIDOS PENETRANTES	GAC. 26 REV. 1	REVISIÓN	V		V		
1.8.2	INSPECCIÓN VISUAL	GAC. 18 REV. 1	REVISIÓN	V		V		
1.8.3	RADIOGRAFIA	PSGT-RT-01 REV. 16	REVISIÓN	V		V		
1.8.4	ULTRASONIDO	PSGT-UT-02 Rev. 04	REVISIÓN	V		V		
1.9	PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS							
1.9.1	PRUEBA HIDROSTÁTICA	JIM-15 REV. 1 / JIM 25 REV. 0	REVISIÓN	V		V		
1.9.2	PRUEBA DE BUIRBUJA	JIM 25 REV. 0	REVISION	V		V		
2	RECEPCIÓN DE MATERIALES							
2.1	VERIFICACIÓN DE QUINTADO Y MARCAJE DE ORIGEN	GAC 14 REV. 0	DOCUMENTAL	V/R		V		
2.2	REVISIÓN DE CERTIFICADOS DE MATERIALES (MEDIDAS, ESPECIFICACIÓN, TIPO DE MATERIA, ANÁLISIS QUÍMCO Y PROPIEDADES MECÁNICAS)	GAC- 04 REV. 0	REVISIÓN	V/R		V		

ELABORADO POR/ ELABORATED BY: J.ALBERTO MENDEZ ZAMORA
DATE / DATE: 07 DE JULIO DE 2024
APROBADO POR/ APPROVED BY: ING. ÁLVARO GUTIÉRREZ CARPIO
DATE / DATE: 07 DE JULIO DE 2024

V VERIFICACIÓN R REPORTE/ REPORT W TESTIGO / WITNESS H PUNTO E ESPERA / HOLD POINT

FIGURA 115. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD HOJA 1

MIF, S.A. DE C.V.

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD (PCC)

QUALITY CONTROL PLAN (QCP)

No. PCC-012-24
REV. 0
FECHA/ DATE 17/07/2024
HOJA/SHEET 2 DE/OF 3

CLIENTE: CUSTOMER ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V
DESCRIPCIÓN: DESCRIPCION: SUMINSTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANSTA
FABRICANTE: MANUFACTURER MECATRÓNICA INGENIERÍA Y FABRICACIÓN S.A DE C.V
OF: F.O 024/24
No. DE PLANO: DRAWING ME-024-24-001 REV. A
EQUIPO: ITEM FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318
MATERIAL: MATERIAL SA-516-70

No.	ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO/ PROCEDURE ESPECIFICACIÓN /SPECIFICATION	INSPECCIÓN INSPECTION	PUNTOS DE INSPECCIÓN/ INSPECTION POINTS MIF	FECHA/DATE FIRMA/ SIGN	CLIENTE	FECHA/DATE FIRMA/ SIGN	OBSERVACIONES REMARKS
2.3	VERIFICACIÓN DE TRAZABILIDAD DE MATERIALES (MAPA DE MATERIALES)	GAC. 14 REV. 0	REVISIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
3	**INSPECCIÓN DURANTE LA FABRICACIÓN**							
3.1	INSPECCIÓN DIMENSIONAL DE HABILITADO DE CUERPO Y TAPAS	GAC. 11 REV. 0	MEDICIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.2	INSPECCIÓN DIMENSIONAL DE FORMADO DE CUERPO Y TAPAS	GAC. 11 REV. 0	MEDICIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.3	MEDICION DE ESPESORES DE TAPAS	GAC. 28 REV	MEDICIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.4	INSPECCIÓN DIMENSIONAL DE ARMADO DE CUERPO	GAC. 11 REV. 0	MEDICIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.5	INSPECCIÓN DE ARMADO DE BOQUILLAS CON CUELLO	GAC. 11 REV. 0	MEDICIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.6	INSPECCIÓN DE TRAZO Y CALAVEREADO DE BOQUILLAS A CUERPO	GAC. 11 REV. 0	MEDICIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.7	INSPECCIÓN DE ARMADO DE BOQUILLAS A CUERPO	ASME SECC. IX ED. 2021	MEDICIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.8	INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA	ASME SECC. IX ED. 2021	VISUAL / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.9	VERRIFICACIÓN DE MAPEO DE SOLDADORES	E SECC. V ED. 2021 / SNT T	VISUAL / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.10	INSPECCIÓN CON LÍQUIDOS PENETRANTES	GAC. 26 REV. 1	VISUAL / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.11	INSPECCION CON RADIOGRAFIA	PSGT-RT-01 REV.13	VISUAL / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.12	INSPECCION CON ULTRASONIDO	GAC. 11 REV. 0	VISUAL / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.13	INSPECCIÓN DIMENSIONAL FINAL	GAC. 11 REV. 0	MEDICIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.14	RELEVADO DE ESFUERZOS	JIM 15 REV. 2	MEDICIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
3.15	PRUEBA DE DUREZA	GAC-29 REV 0	MEDICIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
4	**PRUEBAS DE FUGA**							
4.1	PRUEBA HIDROSTÁTICA	JIM-15 REV. 1	VISUAL / DOCUMENTAL	W		W		
4.2	PRUEBA DE BURBUJA A PARCHES DE REFUERZO	JIM-25 REV. 2	VISUAL / DOCUMENTAL	W		W		

J.ALBERTO MENDEZ ZAMORA — 17 DE ENERO DE 2024
ING. ÁLVARO GUTIÉRREZ CARPIO — 17 DE ENERO DE 2024

V VERIFICACIÓN R REPORTE/ REPORT W TESTIGO / WITNESS H PUNTO E ESPERA / HOLD POINT

FIGURA 116. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD HOJA 2

MIF, S.A. DE C.V.

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD (PCC)

QUALITY CONTROL PLAN (QCP)

No. PCC-012-24
REV. 0
FECHA/ DATE 17/07/2024
HOJA/SHEET 3 DE/OF 3

CLIENTE: CUSTOMER ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V
DESCRIPCIÓN: DESCRIPCION: SUMINSTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANSTA
FABRICANTE: MANUFACTURER MECATRÓNICA INGENIERÍA Y FABRICACIÓN S.A DE C.V
OF: F.O 024/24
No. DE PLANO: DRAWING ME-024-24-001 REV. A
EQUIPO: ITEM FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318
MATERIAL: MATERIAL SA-516-70

No.	ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO/ PROCEDURE ESPECIFICACIÓN /SPECIFICATION	INSPECCIÓN INSPECTION	PUNTOS DE INSPECCIÓN/ INSPECTION POINTS MIF	FECHA/DATE FIRMA/ SIGN	CLIENTE	FECHA/DATE FIRMA/ SIGN	OBSERVACIONES REMARKS
5	**ESTAMPADO ASME**							
5.1	COLOCACIÓN DE PLACA DE DATOS	ASME SECC. VIII DIV. 1	REVISIÓN	V		V		
5.2	FIRMA DE MDR POR INSPECTOR AUTORIZADO	ASME SECC. VIII DIV. 1	REVISIÓN / DOCUMENTAL	V		V		
6	**SAND BLAST Y PINTURA**	GAC-24 REV. 1	REVISIÓN / DOCUMENTAL	V/R		V		
7	**EMBALAJE Y TRANSPORTE**	JIM. 19 REV. 0	REVISÓN	V		V		
8	**DOSSIER DE CALIDAD**	GAC. 08 REV. 0	DOCUMENTAL	V/R		V		

J.ALBERTO MENDEZ ZAMORA — 17 DE ENERO DE 2024
ING. ÁLVARO GUTIÉRREZ CARPIO — 17 DE ENERO DE 2024

V VERIFICACIÓN R REPORTE/ REPORT W TESTIGO / WITNESS H PUNTO E ESPERA / HOLD POINT

FIGURA 117. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD HOJA 3

4.1.2.-HOJA VIAJERA

Una vez terminado nuestro plan de control de calidad será necesario hacer la “hoja viajera”, esta contiene todas las juntas de soldadura que previamente se habían denominado. En esta hoja viajera firmaran las siguientes áreas: producción, calidad y el IA (inspector autorizado) este ultimo es el encargado de liberar el equipo y viene de una agencia certificada ante ASME.

MIF, S.A. DE C.V.

Hoja Viajera
Traveler Sheet

No. O.F. / F.O. No.: 024/24
Cliente / Customer: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V
Fecha / Date: 29/ JUL. / 24
Equipo / Equipment: FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318
Cantidad / Quantity: 1
Partida / Item: 1
No. de Dibujo / Drawing No.: ME-024-24-001
Aprobado C.C. / Q.C. Approved: ING. ÁLVARO GUTIÉRREZ CARPIO
A. I. Reviewed
HOJA / Sheet 1 DE / Of 7

Actividad No. / No. Activity	Descripción de Actividad / Activity Description	Punto de Espera / Hold Point: I. A. / A. I.	Punto de Espera / Hold Point: Cliente / Customer	Producción / Production: Fecha / Date	Producción / Production: Firma / Sign	Control de Calidad / Quality Control: Fecha / Date	Control de Calidad / Quality Control: Firma / Sign	Puntos de Inspección I. A. / Hold Point A. I.: Fecha / Date	Puntos de Inspección I. A. / Hold Point A. I.: Firma / Sign	Inspección Cliente / Customer Inspection: Fecha / Date	Inspección Cliente / Customer Inspection: Firma / Sign
1	**Ingeniería**										
1.1.	Calculo del diseño	R		20/08/24		20/08/24		02/09/2024			
1.2	Dibujos de fabricación	R		20/08/24		20/08/24		02/09/2024			
1.3	Requisición de materiales			15/09/24		15/07/24					
2	**Compras**										
2.1	Placas	R		15/07/24		15/07/24		09/08/2024			
2.2.	Tuberias	R		15/07/24		15/07/24		09/08/2024			
2.3	Bridas	R		27/07/24		27/07/24		09/08/2024			
2.4	Acessorios										
2.5	Tapas	R		30/07/24		30/07/24		09/08/2024			
3	**WPS y WPQ aplicables**										

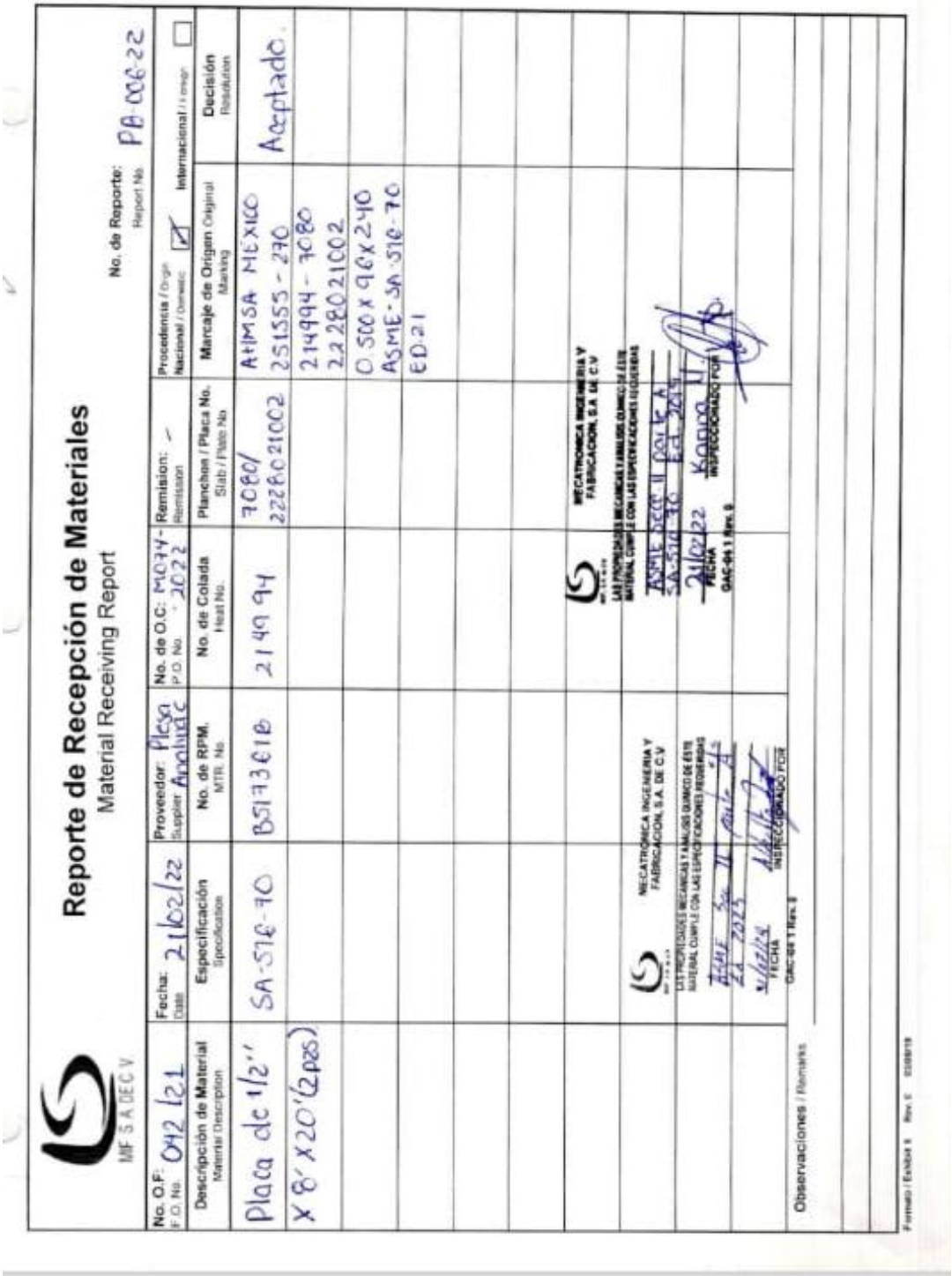
* Punto de espera / Hold Point — R= Punto de revisión / Review Point — W= Puntos de atestiguamiento / Witnessed Points
NOTA: Todas las actividades paso por paso son puntos de espera para el fabricante. / All the activities step by step are hold points for manufacturer.

Formato / Exhibit 9 Rev. 2 10/01/23

FIGURA 118 HOJA VIAJERA DEL FILTRO CANSTA SIMPLEX

4.1.3.-CERTIFICADO DE MATERIALES

Cuando ya se tienen la hoja viajera y se tiene claro todo lo que se realizara, será necesario verificar que los materiales utilizados en la fabricación, cumplan con los requisitos de ASME sección II. Por lo que cada uno de estos debe de tener un certificado junto con su reporte de recepción de material, como se muestra a continuación.



MF S.A. DE C.V.

Reporte de Recepción de Materiales
Material Receiving Report

No. de Reporte: Report No. PB-006-22

No. O.F. / F.O. No.	Fecha: Date	Proveedor: Supplier	No. de RPM. MTR. No.	No. de Colada Heat No.	No. de O.C. / P.O. No.	Remisión: Remission	Procedencia / Origin: Nacional / Domestic ☐ Internacional / Foreign ☑
042 121	21/02/22	Placa Analuiz	B5173E18	214994	M044-2022	–	

Descripción de Material Material Description	Especificación Specification	Planchon / Placa No. Slab / Plate No.	Marcaje de Origen Original Marking	Decisión Resolution
Placa de 1/2" x 8' x 20' (2 pzs)	SA-516-70	7080/ 22280 21002	ARMSA MEXICO 251555-290 214994-7080 22280 21002 0.500 x 96 x 240 ASME-SA-516-70 ED-21	Aceptado

MECATRÓNICA INGENIERÍA Y FABRICACIÓN, S.A. DE C.V.
LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y ANÁLISIS QUÍMICO DE ESTE MATERIAL CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS

ASME SECC. II PARTE A SA-516-70 Ed. 2021

21/02/22 FECHA

Xavier INSPECCIONADO POR

GAC-04-1 Rev. 0

MECATRÓNICA INGENIERÍA Y FABRICACIÓN, S.A. DE C.V.
LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y ANÁLISIS QUÍMICO DE ESTE MATERIAL CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS

ASME Sec. II Part. A Ed. 2015

21/02/22 FECHA

INSPECCIONADO POR

GAC-04-1 Rev. 0

Observaciones / Remarks

Formato / Exhibit 8 Rev. E 03/08/18

FIGURA 119. REPORTE 8.1.1 PB-006-22

PB-006-22

ALTOS HORNOS DE MEXICO

CERTIFICADO DE MOLINO **AHMSA:CALIDAD CON VOLUNTAD DE ACERO**

PROLONGACION JUAREZ SIN NUMERO COLONIA LA LOMA MONCLOVA COAHUILA 25770

TELEFONO CONMUTADOR +52 1 - 866 649 3400

B517361B

CLIENTE	PLESA ANAHUAC Y CIAS, S.A. DE C.V.	FECHA EMISION 18.12.2021	PAGINA 1
DIRECCION	AV. VALLE DE LAS ALAMEDAS No. 66-D .		
PRODUCTO	PLACA STEEL		

NOSOTROS CERTIFICAMOS QUE LOS ANALISIS Y/O PRUEBAS MOSTRADAS EN ESTE REPORTE SON CORRECTOS Y ESTAN CONTENIDOS EN LOS REGISTROS DE LA EMPRESA

ING. EMMANUEL DE JESUS AGUILAR LUNA
PRUEBAS MECANICAS Y CERTIFICACION
EXT. 11520

COMPOSICION QUIMICA

COLADA	ESPECIFICACION	C	Mn	P	S	Si	Cu	Cr	Ni	Mo	Alt	V	Nb/Cb	Ti
114972	ASME SA 516-70 ED21	0.210	1.130	0.014	0.003	0.300	0.031	0.025	0.035	0.006	0.034	0.006	0.0010	0.020
214994	ASME SA 516-70 ED21	0.200	1.110	0.012	0.005	0.290	0.032	0.038	0.020	0.006	0.040	0.004	0.0010	0.016

COLADA	Als	B
114972	0.034	0.0003
214994	0.038	0.0003

PRUEBAS AL PRODUCTO

COLADA	PLANCHON.	NO.PLACA	ESPESOR(Plg.)	L.ELASTICO	R.TENSION	%ELON.	T.ELONG.
114972	7020	2228069002	0.5000	55.321(KSI)	81.697(KSI)	28(%)	8
114972	7020	2228069003	0.5000	55.321(KSI)	81.697(KSI)	28(%)	8
114972	7020	2228069004	0.5000	55.321(KSI)	81.697(KSI)	28(%)	8
114972	7020	2228069005	0.5000	55.321(KSI)	81.697(KSI)	28(%)	8
114972	7040	2228068002	0.5000	57.378(KSI)	79.565(KSI)	28(%)	8
114972	7040	2228068005	0.5000	57.378(KSI)	79.565(KSI)	28(%)	8
214994	7080	2228021001	0.5000	53.123(KSI)	81.402(KSI)	27(%)	8
214994	7080	2228021002	0.5000	53.123(KSI)	81.402(KSI)	27(%)	8
214994	7080	2228021003	0.5000	53.123(KSI)	81.402(KSI)	27(%)	8
214994	7080	2228021004	0.5000	53.123(KSI)	81.402(KSI)	27(%)	8
214994	7080	2228021005	0.5000	53.123(KSI)	81.402(KSI)	27(%)	8
214994	7080	2228021006	0.5000	53.123(KSI)	81.402(KSI)	27(%)	8

COLADA	PLANCHON.	NO.PLACA	DIR.
114972	7020	2228069002	T
114972	7020	2228069003	T
114972	7020	2228069004	T
114972	7020	2228069005	T
114972	7040	2228068002	T
114972	7040	2228068005	T
214994	7080	2228021001	T
214994	7080	2228021002	T
214994	7080	2228021003	T
214994	7080	2228021004	T
214994	7080	2228021005	T
214994	7080	2228021006	T

MECATRONICA INGENIERIA Y FABRICACION, S.A. DE C.V.
LAS PROPIEDADES MECANICAS Y ANALISIS QUIMICO DE ESTE MATERIAL CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES REQUERIDAS
ASME SECC II PARTE A SA-516-70 ED 2019
21/02/22 FECHA
INSPECCIONADO POR
GAC-04 1 Rev. 0

☑ Reviewed
☐ Witnessed
Hartford Steam Boiler
15442
HSB
01/02/2022

MECATRONICA INGENIERIA Y FABRICACION, S.A. DE C.V.
LAS PROPIEDADES MECANICAS Y ANALISIS QUIMICO DE ESTE MATERIAL CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES REQUERIDAS
FECHA
INSPECCIONADO POR
GAC-04 1 Rev. 0

03/14/22
☑ Reviewed
☐ Witnessed
Hartford Steam Boiler
14441
HSB
2019ed

EMITIO : S118542

EL COMPROMISO DE AHMSA ES SOLO CON EL CLIENTE INDICADO EN ESTE CERTIFICADO Y SOLO ACEPTAMOS EL DOCUMENTO ORIGINAL.

CC-03-F-02-A

FIGURA 119.1 REPORTE 8.1.1 PB-006-22

4.1.3-REPORTES DE INSPECCION

En el momento en el que se termina la soldadura se procede inmediatamente a realizar las pruebas no destructivas iniciando con inspección visual y continuando con líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido y por último radiografía.

En el punto 4.2 podremos observar los reportes de la inspección visual.

4.2.-REPORTE DE EVIDENCIA DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCIÓN VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

1.- GENERAL

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-169-24	**FECHA** /DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024	**HOJA** / SHEET: 1 **DE**/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	**ORDEN DE FABRICACIÓN**/ FABRICATION ORDEN: 024/24	

2.- PRODUCTO/ PRODUCT

IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA O COMPONENTE EXAMINADO / IDENTIFICATION OF PART OR COMPONENT EXAMINED: FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318

MEDIDAS /MEASURES: ——— | **MATERIAL** / MATERIAL: SA-516-70

No. DE PARTE/ PART No: LONGITUDINAL

PROCESO DE FABRICACIÓN / FABRICATION PROCESS: SOLDADURA

PLANO DE REFERENCIA/ DRAWING REFERENCE: ME-024-24-001 REV. 1

MÉTODO O HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES / METHOD OR TOOLS USED FOR SURFACE PREPARATION: ESMERIL Y CARDA

AREA INSPECCIONADA/ INSPECTIONED AREA: CORONA DE SOLDADURA EXTERIOR E INTERIOR L2, L3 Y L4

3.- TÉCNICA DE INSPECCIÓN/ INSPECTION TECHNIQUE

No. DE PROCEDIMIENTO / PROCEDURE No: GAC- 18 " INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA" **REVISIÓN** / REVISION: 0

TÉCNICA DE INSPECCIÓN VISUAL/ INSPECTION VISUAL TECHNIQUE:	**DIRECTO**/ DIRECT [X]	**REMOTA**/ REMOTE [ ]	**TRANSLÚCIDO**/ TRASLUCENT [ ]
DISTANCIA MÁXIMA EN EL PUNTO/ MAXIMUM DISTANCE AT POINT:		**ÁNGULO APROXIMADO DE LA SUPERFICIE**/ ANGLE APROX. TO SURFACE	30° A 45°

4.- AYUDAS VISUALES REMOTAS / REMOTE VISUALS AIDS. NO APLICA

AMPLIFICADOR (LENTES)/ LENGES: [ ] LIFIER	**POTENCIA DE AMPLIFICADOR**/ AMPLIFIER POWER	**ESPEJO** / MIRROR [ ]
EQUIPO DE ILUMINACIÓN/ LIGHTING EQUIPMENT: LÁMPARA DE MANO	**INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN**/ LIGHTING INTENSITY: 1196 LX	

HERRAMIENTAS DE MEDIDAS LINEAS/ LINEAL MEASURES TOOLS: FLEXOMETRO

CALIBRADOR DE SOLDADURA/ CALIPERS OF WELD: BRIDE CAM GAGE

6.- EQUIPO PARA INSPECCIÓN VISUAL REMOTA/ EQUIPMENT FOR REMOTE VISUAL INSPECTION NO APLICA

TIPO/ TYPE: **BOROSCOPIO**/ BOROSCOPE [ ]	**FIBROSCOPIO**/ FIBROSCOPE [ ]	**VIDEOSCOPIO** / VIDEOSCOPE [ ]
MARCA COMERCIAL/ TRADEMARK:	**MODELO**/ MODEL:	**No. DE SERIE**/ SERIE No:

7.- SECUENCIA DE EXAMINACIÓN/ SECUENCE OF EXAMINATION :

LA SOLDADURA NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES, POR LO TANTO LA INSPECCIÓN ES ACEPTADA

RESULTADOS DE EXAMINACIÓN/ RESULTS OF THE EXAMINATION **ACEPTADO**/ ACCEPTED [X] **RECHAZADO**/ REJECTED [ ]	**ESTANDARES DE ACEPTACIÓN**/ ACCEPTANCE STANDARDS: ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 ED 2023
ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ**/ APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ Tec. nivel II
FECHA/ DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA**/ DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 120. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIP, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCION VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-169-24	FECHA /DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024	HOJA / SHEET: 2	DE/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	ORDEN DE FABRICACIÓN/ FABRICATION ORDEN: 024/24		

CROQUIS/DIBUJO O FOTOGRAFÍA

ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ**/ APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ tec. nivel II
FECHA/ DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA**/ DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 120.1. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCIÓN VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

1.- GENERAL

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-173-24 | **FECHA /**DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024 | **HOJA /** SHEET: 1 **DE/**OF 2

CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V | **ORDEN DE FABRICACIÓN/** FABRICATION ORDEN: 024/24

2.- PRODUCTO/ PRODUCT

IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA O COMPONENTE EXAMINADO / IDENTIFICATION OF PART OR COMPONENT EXAMINED: FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318

MEDIDAS /MEASURES: —— | **MATERIAL /** MATERIAL: SA-516-7

No. DE PARTE/ PART No: LONGITUDINAL

PROCESO DE FABRICACIÓN / FABRICATION PROCESS: SOLDADURA

PLANO DE REFERENCIA/ DRAWING REFERENCE: ME-024-24-001 REV. 1

MÉTODO O HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES / METHOD OR TOOLS USED FOR SURFACE PREPARATION: ESMERIL Y CARDA

AREA INSPECCIONADA/ INSPECTIONED AREA: CORONA DE SOLDADURA EXTERIOR PAD 1, 2 Y 3 - CUERPO

3.- TÉCNICA DE INSPECCIÓN/ INSPECTION TECHNIQUE

No. DE PROCEDIMIENTO / PROCEDURE No: GAC- 18 " INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA" **REVISIÓN /** REVISION: 0

TÉCNICA DE INSPECCIÓN VISUAL/ INSPECTION VISUAL TECHNIQUE: **DIRECTO/** DIRECT [X] **REMOTA/** REMOTE [ ] **TRANSLÚCIDO/** TRASLUCENT [ ]

DISTANCIA MÁXIMA EN EL PUNTO/ MAXIMUM DISTANCE AT POINT: **ÁNGULO APROXIMADO DE LA SUPERFICIE/** ANGLE APROX. TO SURFACE 30° A 45°

4.- AYUDAS VISUALES REMOTAS / REMOTE VISUALS AIDS. NO APLICA

AMPLIFICADOR (LENTES)/ (LENSES) [ ] LIFIER **POTENCIA DE AMPLIFICADOR/** AMPLIFIER POWER **ESPEJO /** MIRROR [ ]

EQUIPO DE ILUMINACIÓN/ LIGHTING EQUIPMENT: LÁMPARA DE MANO **INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN/** LIGHTING INTENSITY: 1196 LX

5.- HERRAMIENTAS DE MEDIDAS/ MEASURES TOOLS.

HERRAMIENTAS DE MEDIDAS LINEAS/ LINEAL MEASURES TOOLS: FLEXOMETRO

CALIBRADOR DE SOLDADURA/ CALIPERS OF WELD: BRIDE CAM GAGE

6.- EQUIPO PARA INSPECCIÓN VISUAL REMOTA/ EQUIPMENT FOR REMOTE VISUAL INSPECTION NO APLICA

TIPO/ TYPE: **BOROSCOPIO/** BOROSCOPE [ ] **FIBROSCOPIO/** FIBROSCOPE [ ] **VIDEOSCOPIO /** VIDEOSCOPE [ ]

MARCA COMERCIAL/ TRADEMARK: **MODELO/** MODEL: **No. DE SERIE/** SERIE No:

7.- SECUENCIA DE EXAMINACIÓN/ SECUENCE OF EXAMINATION :

LA SOLDADURA NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES, POR LO TANTO LA INSPECCIÓN ES ACEPTADA

RESULTADOS DE EXAMINACIÓN/ RESULTS OF THE EXAMINATION

ACEPTADO/ ACCEPTED [X] **RECHAZADO/** REJECTED [ ]

ESTANDARES DE ACEPTACIÓN/ ACCEPTANCE STANDARDS:

ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 ED.2023

ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA

FECHA/ DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024

APROBÓ/ APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ Ter. nivel II

FECHA/ DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 121. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCION VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-173-24	FECHA /DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024	HOJA / SHEET: 2 DE/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	ORDEN DE FABRICACIÓN/ FABRICATION ORDEN: 024/24	

CROQUIS/DIBUJO O FOTOGRAFÍA

ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	APROBÓ/ APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ Tec. nivel II
FECHA/ DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024	FECHA/ DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 121.1. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCIÓN VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

1.- GENERAL

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-172-24	**FECHA /**DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024	**HOJA /** SHEET: 1 **DE/**OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	**ORDEN DE FABRICACIÓN/** FABRICATION ORDEN: 024/24	

2.- PRODUCTO/ PRODUCT

IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA O COMPONENTE EXAMINADO / IDENTIFICATION OF PART OR COMPONENT EXAMINED: FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318

MEDIDAS /MEASURES: ——— **MATERIAL /** MATERIAL: SA-516-7

No. DE PARTE/ PART No.: LONGITUDINAL

PROCESO DE FABRICACIÓN / FABRICATION PROCESS: SOLDADURA

PLANO DE REFERENCIA/ DRAWING REFERENCE: ME-024-24-001 REV. 1

MÉTODO O HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES / METHOD OR TOOLS USED FOR SURFACE PREPARATION: ESMERIL Y CARDA

AREA INSPECCIONADA/ INSPECTIONED AREA: CORONA DE SOLDADURA EXTERIOR SOPORTE PLACA DE DATOS - CUERPO

3.- TÉCNICA DE INSPECCIÓN/ INSPECTION TECHNIQUE

No. DE PROCEDIMIENTO / PROCEDURE No: GAC- 18 " INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA" **REVISIÓN /** REVISION: 0

TÉCNICA DE INSPECCIÓN VISUAL/ INSPECTION VISUAL TECHNIQUE:	**DIRECTO/** DIRECT [X]	**REMOTA/** REMOTE [ ]	**TRANSLÚCIDO/** TRASLUCENT [ ]
DISTANCIA MÁXIMA EN EL PUNTO/ MAXIMUM DISTANCE AT POINT:		**ÁNGULO APROXIMADO DE LA SUPERFICIE/** ANGLE APROX. TO SURFACE	30° A 45°

4.- AYUDAS VISUALES REMOTAS / REMOTE VISUALS AIDS. NO APLICA

AMPLIFICADOR (LENTES)/ (LENSES) [ ] LIFIER	**POTENCIA DE AMPLIFICADOR/** AMPLIFIER POWER	ESPEJO / MIRROR [ ]
EQUIPO DE ILUMINACIÓN/ LIGHTING EQUIPMENT: LÁMPARA DE MANO	**INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN/** LIGHTING INTENSITY: 1196 LX	

5.- HERRAMIENTAS DE MEDIDAS/ MEASURES TOOLS.

HERRAMIENTAS DE MEDIDAS LINEAS/ LINEAL MEASURES TOOLS: FLEXOMETRO

CALIBRADOR DE SOLDADURA/ CALIPERS OF WELD: BRIDE CAM GAGE

6.- EQUIPO PARA INSPECCIÓN VISUAL REMOTA/ EQUIPMENT FOR REMOTE VISUAL INSPECTION NO APLICA

TIPO/ TYPE: **BOROSCOPIO/** BOROSCOPE [ ]	**FIBROSCOPIO/** FIBROSCOPE [ ]	**VIDEOSCOPIO /** VIDEOSCOPE [ ]
MARCA COMERCIAL/ TRADEMARK:	**MODELO/** MODEL:	**No. DE SERIE/** SERIE No:

7.- SECUENCIA DE EXAMINACIÓN/ SECUENCE OF EXAMINATION :

LA SOLDADURA NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES, POR LO TANTO LA INSPECCIÓN ES ACEPTADA

RESULTADOS DE EXAMINACIÓN/ RESULTS OF THE EXAMINATION **ACEPTADO/** ACCEPTED [X] **RECHAZADO/** REJECTED [ ]	**ESTANDARES DE ACEPTACIÓN/** ACCEPTANCE STANDARDS: ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 ED 2023
ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ/** APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ Tec. nivel II
FECHA/ DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA/** DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 122. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIP, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

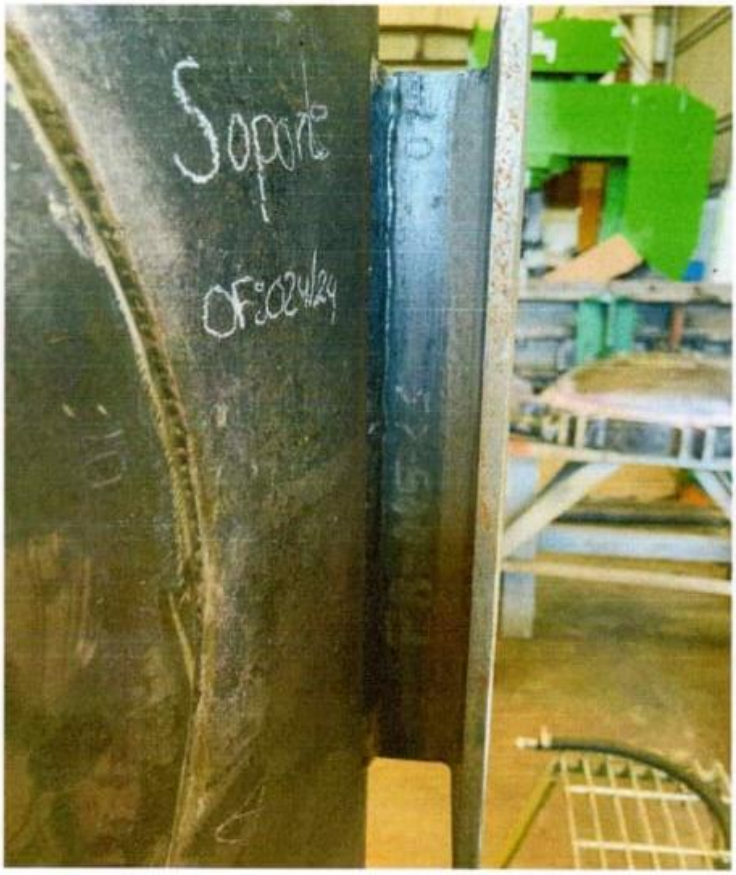
QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCION VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-172-24	**FECHA** /DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024	**HOJA** / SHEET: 2	**DE**/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	**ORDEN DE FABRICACIÓN**/ FABRICATION ORDEN: 024/24		

CROQUIS/DIBUJO O FOTOGRAFÍA



ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ**/ APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ Tec. nivel II
FECHA/ DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA**/ DATE: 31 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 122.1. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCIÓN VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

1.- GENERAL

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-183-24	**FECHA** /DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024	**HOJA /** SHEET: 1 **DE**/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	**ORDEN DE FABRICACIÓN/** FABRICATION ORDEN: 024/24	

2.- PRODUCTO/ PRODUCT

IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA O COMPONENTE EXAMINADO / IDENTIFICATION OF PART OR COMPONENT EXAMINED: FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318

MEDIDAS /MEASURES: ——— **MATERIAL /** MATERIAL: SA-516-7

No. DE PARTE/ PART No: LONGITUDINAL

PROCESO DE FABRICACIÓN / FABRICATION PROCESS: SOLDADURA

PLANO DE REFERENCIA/ DRAWING REFERENCE: ME-024-24-001 REV. 1

MÉTODO O HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES / METHOD OR TOOLS USED FOR SURFACE PREPARATION: ESMERIL Y CARDA

AREA INSPECCIONADA/ INSPECTIONED AREA: CORONA DE SOLDADURA EXTERIOR COPORTE CANASTA - CUERPO

3.- TÉCNICA DE INSPECCIÓN/ INSPECTION TECHNIQUE

No. DE PROCEDIMIENTO / PROCEDURE No: GAC- 18 " INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA"			**REVISIÓN /** REVISION: 0
TÉCNICA DE INSPECCIÓN VISUAL/ INSPECTION VISUAL TECHNIQUE	**DIRECTO/** DIRECT [X]	**REMOTA/** REMOTE [ ]	**TRANSLÚCIDO/** TRASLUCENT [ ]
DISTANCIA MÁXIMA EN EL PUNTO/ MAXIMUM DISTANCE AT POINT:		**ÁNGULO APROXIMADO DE LA SUPERFICIE/** ANGLE APROX. TO SURFACE: 30° A 45°	

4.- AYUDAS VISUALES REMOTAS / REMOTE VISUALS AIDS: NO APLICA

AMPLIFICADOR (LENTES)/ (LENSES) [ ] LIFIER	**POTENCIA DE AMPLIFICADOR/** AMPLIFIER POWER:	ESPEJO / MIRROR [ ]
EQUIPO DE ILUMINACIÓN/ LIGHTING EQUIPMENT: LÁMPARA DE MANO	**INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN/** LIGHTING INTENSITY: 1198 LX	

5.- HERRAMIENTAS DE MEDIDAS/ MEASURES TOOLS.

HERRAMIENTAS DE MEDIDAS LINEAS/ LINEAL MEASURES TOOLS: FLEXOMETRO

CALIBRADOR DE SOLDADURA/ CALIPERS OF WELD: BRIDE CAM GAGE

6.- EQUIPO PARA INSPECCIÓN VISUAL REMOTA/ EQUIPMENT FOR REMOTE VISUAL INSPECTION: NO APLICA

TIPO/ TYPE: **BOROSCOPIO/** BOROSCOPE [ ]	**FIBROSCOPIO/** FIBROSCOPE [ ]	**VIDEOSCOPIO /** VIDEOSCOPE [ ]
MARCA COMERCIAL/ TRADEMARK:	**MODELO/** MODEL:	**No. DE SERIE/** SERIE No:

7.- SECUENCIA DE EXAMINACIÓN/ SECUENCE OF EXAMINATION :

LA SOLDADURA NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES, POR LO TANTO LA INSPECCIÓN ES ACEPTADA

RESULTADOS DE EXAMINACIÓN/ RESULTS OF THE EXAMINATION **ACEPTADO/** ACCEPTED [X] **RECHAZADO/** REJECTED [ ]	**ESTANDARES DE ACEPTACIÓN/** ACCEPTANCE STANDARDS: ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 ED 2023
ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ/** APPROVED: KARINA MENDEZ NUÑEZ
FECHA/ DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA/** DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 123. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

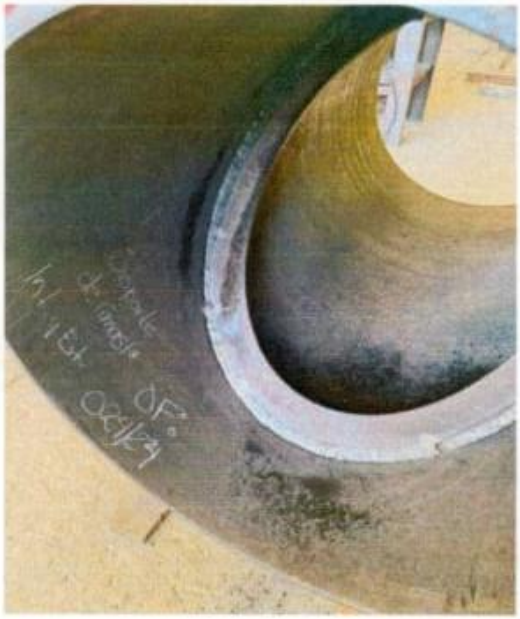
QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCION VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-183-24	FECHA /DATE: 09/08/24	HOJA / SHEET: 2	DE/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	ORDEN DE FABRICACIÓN/ FABRICATION ORDEN: 024/24		

CROQUIS/DIBUJO O FOTOGRAFÍA



ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ/** APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ
FECHA/ DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA/** DATE: 09 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 123.1 REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCIÓN VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

1.- GENERAL

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-166-24	**FECHA** /DATE: 29 DE AGOSTO DE 2024	**HOJA** / SHEET: 1 **DE**/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	**ORDEN DE FABRICACIÓN**/ FABRICATION ORDEN: 024/24	

2.- PRODUCTO/ PRODUCT

IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA O COMPONENTE EXAMINADO / IDENTIFICATION OF PART OR COMPONENT EXAMINED: FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318

MEDIDAS /MEASURES: ——— **MATERIAL** / MATERIAL: SA-106-B/SA-105

No. DE PARTE/ PART No: CIRCULAR

PROCESO DE FABRICACIÓN / FABRICATION PROCESS: SOLDADURA

PLANO DE REFERENCIA/ DRAWING REFERENCE: ME-024-24-001 REV. 1

MÉTODO O HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES / METHOD OR TOOLS USED FOR SURFACE PREPARATION: ESMERIL Y CARDA

AREA INSPECCIONADA/ INSPECTIONED AREA: CORONA DE SOLDADURA EXTERIOR E INTERIOR COPLE C1-BOQUILA A, COPLE C2-BOQUILA B

3.- TÉCNICA DE INSPECCIÓN/ INSPECTION TECHNIQUE

No. DE PROCEDIMIENTO / PROCEDURE No: GAC- 18 " INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA"			**REVISIÓN** / REVISION: 0
TÉCNICA DE INSPECCIÓN VISUAL/ INSPECTION VISUAL TECHNIQUE:	**DIRECTO**/ DIRECT [X]	**REMOTA**/ REMOTE [ ]	**TRANSLÚCIDO**/ TRASLUCENT [ ]
DISTANCIA MÁXIMA EN EL PUNTO/ MAXIMUM DISTANCE AT POINT:		**ÁNGULO APROXIMADO DE LA SUPERFICIE**/ ANGLE APROX. TO SURFACE	30° A 45°

4.- AYUDAS VISUALES REMOTAS / REMOTE VISUALS AIDS. NO APLICA

AMPLIFICADOR (LENTES)/ (LENSES) [ ]	**POTENCIA DE AMPLIFICADOR**/ AMPLIFIER POWER	ESPEJO / MIRROR [ ]
EQUIPO DE ILUMINACIÓN/ LIGHTING EQUIPMENT: LÁMPARA DE MANO	**INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN**/ LIGHTING INTENSITY: 1196 LX	

5.- HERRAMIENTAS DE MEDIDAS/ MEASURES TOOLS.

HERRAMIENTAS DE MEDIDAS LINEAS/ LINEAL MEASURES TOOLS: FLEXOMETRO

CALIBRADOR DE SOLDADURA/ CALIPERS OF WELD: BRIDE CAM GAGE

6.- EQUIPO PARA INSPECCIÓN VISUAL REMOTA/ EQUIPMENT FOR REMOTE VISUAL INSPECTION NO APLICA

TIPO/ TYPE: **BOROSCOPIO**/ BOROSCOPE [ ]	**FIBROSCOPIO**/ FIBROSCOPE [ ]	**VIDEOSCOPIO** / VIDEOSCOPE [ ]
MARCA COMERCIAL/ TRADEMARK:	**MODELO**/ MODEL:	**No. DE SERIE**/ SERIE No:

7.- SECUENCIA DE EXAMINACIÓN/ SECUENCE OF EXAMINATION :

LA SOLDADURA NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES, POR LO TANTO LA INSPECCIÓN ES ACEPTADA

RESULTADOS DE EXAMINACIÓN/ RESULTS OF THE EXAMINATION **ACEPTADO**/ ACCEPTED [X] **RECHAZADO**/ REJECTED [ ]	**ESTANDARES DE ACEPTACIÓN**/ ACCEPTANCE STANDARDS ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 ED 2023
ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ**/ APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ
FECHA/ DATE: 28 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA**/ DATE: 28 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 124. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCION VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-166-24	**FECHA** /DATE: 28 DE AGOSTO DE 2024	**HOJA /** SHEET: 2	**DE**/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V		**ORDEN DE FABRICACIÓN/** FABRICATION ORDEN: 024/24	

CROQUIS/DIBUJO O FOTOGRAFÍA

ELABORÓ / ELABORATED: JOSÉ ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ/** APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ
FECHA/ DATE: 28 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA/** DATE: 28 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 124.1. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCIÓN VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

1.- GENERAL

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-184-24	**FECHA /**DATE: 30 DE AGOSTO DE 2024	**HOJA /** SHEET: 1 **DE/**OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	**ORDEN DE FABRICACIÓN/** FABRICATION ORDEN: 024/24	

2.- PRODUCTO/ PRODUCT

IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA O COMPONENTE EXAMINADO / IDENTIFICATION OF PART OR COMPONENT EXAMINED: FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318

MEDIDAS /MEASURES: ——— **MATERIAL /** MATERIAL: SA-516-70

No. DE PARTE/ PART No: CIRCULAR

PROCESO DE FABRICACIÓN / FABRICATION PROCESS: SOLDADURA

PLANO DE REFERENCIA/ DRAWING REFERENCE: ME-024-24-001 REV. 1

MÉTODO O HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES / METHOD OR TOOLS USED FOR SURFACE PREPARATION: ESMERIL Y CARDA

AREA INSPECCIONADA/ INSPECTIONED AREA: CORONA DE SOLDADURA EXTERIOR E INTERIOR C1 (TAPA INF - CUERPO) C2 (CUERPO-ANILLO INF) C3 (ANILLO SUP- TAPA SUP)

3.- TÉCNICA DE INSPECCIÓN/ INSPECTION TECHNIQUE

No. DE PROCEDIMIENTO / PROCEDURE No: GAC- 18 " INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA" **REVISIÓN /** REVISION: 0

TÉCNICA DE INSPECCIÓN VISUAL/ INSPECTION VISUAL TECHNIQUE:	**DIRECTO/** DIRECT [X]	**REMOTA/** REMOTE [ ]	**TRANSLÚCIDO/** TRASLUCENT [ ]
DISTANCIA MÁXIMA EN EL PUNTO/ MAXIMUM DISTANCE AT POINT:		**ÁNGULO APROXIMADO DE LA SUPERFICIE/** ANGLE APROX. TO SURFACE	30° A 45°

4.- AYUDAS VISUALES REMOTAS / REMOTE VISUALS AIDS. NO APLICA

AMPLIFICADOR (LENTES)/ (LENSES) [ ] LIFIER	**POTENCIA DE AMPLIFICADOR/** AMPLIFIER POWER	ESPEJO / MIRROR [ ]
EQUIPO DE ILUMINACIÓN/ LIGHTING EQUIPMENT: LÁMPARA DE MANO	**INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN/** LIGHTING INTENSITY: 1196 LX	

5.- HERRAMIENTAS DE MEDIDAS/ MEASURES TOOLS.

HERRAMIENTAS DE MEDIDAS LINEAS/ LINEAL MEASURES TOOLS: FLEXOMETRO

CALIBRADOR DE SOLDADURA/ CALIPERS OF WELD: BRIDE CAM GAGE

6.- EQUIPO PARA INSPECCIÓN VISUAL REMOTA/ EQUIPMENT FOR REMOTE VISUAL INSPECTION NO APLICA

TIPO/ TYPE: **BOROSCOPIO/** BOROSCOPE [ ]	**FIBROSCOPIO/** FIBROSCOPE [ ]	**VIDEOSCOPIO /** VIDEOSCOPE [ ]
MARCA COMERCIAL/ TRADEMARK:	**MODELO/** MODEL:	**No. DE SERIE/** SERIE No:

7.- SECUENCIA DE EXAMINACIÓN/ SECUENCE OF EXAMINATION :

LA SOLDADURA NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES. POR LO TANTO LA INSPECCIÓN ES ACEPTADA

RESULTADOS DE EXAMINACIÓN/ RESULTS OF THE EXAMINATION **ACEPTADO/** ACCEPTED [X] **RECHAZADO/** REJECTED [ ]	**ESTANDARES DE ACEPTACIÓN/** ACCEPTANCE STANDARDS: ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 ED.2023
ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ/** APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ
FECHA/ DATE: 30 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA/** DATE: 30 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 125. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

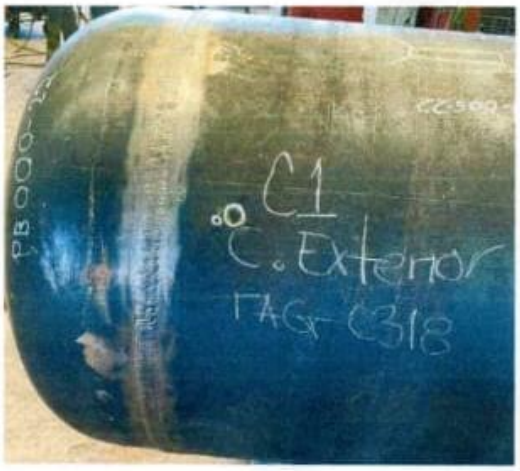
QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

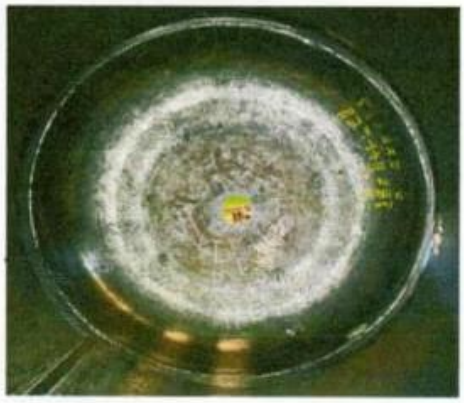
REPORTE INSPECCION VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-154-24	FECHA /DATE: 30/08/2024	HOJA / SHEET: 2	DE/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V.	ORDEN DE FABRICACIÓN/ FABRICATION ORDEN: 024/24		

CROQUIS/DIBUJO O FOTOGRAFÍA





ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO HERNANDEZ ZAMORA	**APROBÓ**/ APPROVED: KARIN MENDEZ PEREZ
FECHA/ DATE: 30 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA**/ DATE: 30 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 125.1. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCIÓN VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

1.- GENERAL

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-164-24	**FECHA /**DATE: 30 DE AGOSTO DE 2024	**HOJA /** SHEET: 1 **DE/**OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	**ORDEN DE FABRICACIÓN/** FABRICATION ORDEN: 024/24	

2.- PRODUCTO/ PRODUCT

IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA O COMPONENTE EXAMINADO / IDENTIFICATION OF PART OR COMPONENT EXAMINED: FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318

MEDIDAS /MEASURES: ——— **MATERIAL /** MATERIAL: SA-516-70

No. DE PARTE/ PART No: CIRCULAR

PROCESO DE FABRICACIÓN / FABRICATION PROCESS: SOLDADURA

PLANO DE REFERENCIA/ DRAWING REFERENCE: ME-024-24-001 REV. 1

MÉTODO O HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES / METHOD OR TOOLS USED FOR SURFACE PREPARATION: ESMERIL Y CARDA

AREA INSPECCIONADA/ INSPECTIONED AREA: CORONA DE SOLDADURA EXTERIOR E INTERIOR C1 (TAPA INF - CUERPO) C2 (CUERPO-ANILLO INF) C3 (ANILLO SUP- TAPA SUP)

3.- TÉCNICA DE INSPECCIÓN/ INSPECTION TECHNIQUE

No. DE PROCEDIMIENTO / PROCEDURE No: GAC- 18 " INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA" **REVISIÓN /** REVISION: 0

TÉCNICA DE INSPECCIÓN VISUAL/ INSPECTION VISUAL TECHNIQUE:	**DIRECTO/** DIRECT [X]	**REMOTA/** REMOTE [ ]	**TRANSLÚCIDO/** TRASLUCIENT [ ]
DISTANCIA MÁXIMA EN EL PUNTO/ MAXIMUM DISTANCE AT POINT:		**ÁNGULO APROXIMADO DE LA SUPERFICIE/** ANGLE APROX. TO SURFACE	30° A 45°

4.- AYUDAS VISUALES REMOTAS / REMOTE VISUALS AIDS. NO APLICA

AMPLIFICADOR (LENTES)/ (LENSES) [ ] UFIER	**POTENCIA DE AMPLIFICADOR/** AMPLIFIER POWER ,	**ESPEJO /** MIRROR [ ]
EQUIPO DE ILUMINACIÓN/ LIGHTING EQUIPMENT: LÁMPARA DE MANO	**INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN/** LIGHTING INTENSITY: 1196 LX	

5.- HERRAMIENTAS DE MEDIDAS/ MEASURES TOOLS.

HERRAMIENTAS DE MEDIDAS LINEAS/ LINEAL MEASURES TOOLS: FLEXOMETRO

CALIBRADOR DE SOLDADURA/ CALIPERS OF WELD: BRIDE CAM GAGE

6.- EQUIPO PARA INSPECCIÓN VISUAL REMOTA/ EQUIPMENT FOR REMOTE VISUAL INSPECTION NO APLICA

TIPO/ TYPE: **BOROSCOPIO/** BOROSCOPE [ ]	**FIBROSCOPIO/** FIBROSCOPE [ ]	**VIDEOSCOPIO /** VIDEOSCOPE [ ]
MARCA COMERCIAL/ TRADEMARK:	**MODELO/** MODEL:	**No. DE SERIE/** SERIE No:

7.- SECUENCIA DE EXAMINACIÓN/ SECUENCE OF EXAMINATION :

LA SOLDADURA NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES, POR LO TANTO LA INSPECCIÓN ES ACEPTADA

RESULTADOS DE EXAMINACIÓN/ RESULTS OF THE EXAMINATION **ACEPTADO/** ACCEPTED [X] **RECHAZADO/** REJECTED [ ]	**ESTANDARES DE ACEPTACIÓN/** ACCEPTANCE STANDARDS: ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 ED.2023
ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ/** APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ 1er. nivel II
FECHA/ DATE: 30 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA/** DATE: 30 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 126. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIF, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

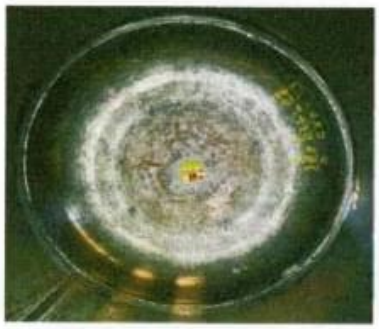
QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCION VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-184-24	FECHA /DATE: 30/08/2024	HOJA / SHEET: 2	DE/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	ORDEN DE FABRICACIÓN/ FABRICATION ORDEN: 024/24		

CROQUIS/DIBUJO O FOTOGRAFÍA



ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	APROBÓ/ APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ Tec. nivel II
FECHA/ DATE: 30 DE AGOSTO DE 2024	FECHA/ DATE: 30 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 126.1. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

MIP, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCIÓN VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

1.- GENERAL

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-165-24	**FECHA** /DATE: 23 DE AGOSTO DE 2024	**HOJA** / SHEET: 1 **DE**/OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	**ORDEN DE FABRICACIÓN**/ FABRICATION ORDEN: 024/24	

2.- PRODUCTO/ PRODUCT

IDENTIFICACIÓN DE LA PIEZA O COMPONENTE EXAMINADO / IDENTIFICATION OF PART OR COMPONENT EXAMINED: FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318

MEDIDAS /MEASURES: ——— | **MATERIAL** / MATERIAL: SA-516-70

No. DE PARTE/ PART No: CIRCULAR

PROCESO DE FABRICACIÓN / FABRICATION PROCESS: SOLDADURA

PLANO DE REFERENCIA/ DRAWING REFERENCE: ME-024-24-001 REV. 1

MÉTODO O HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES / METHOD OR TOOLS USED FOR SURFACE PREPARATION: ESMERIL Y CARDA

AREA INSPECCIONADA/ INSPECTIONED AREA: CORONA DE SOLDADURA EXTERIOR E INTERIOR BRIDA -CUELLO,BOQUILLA A-CUERPO BRIDA B-CUELLO Y BOQUILLA B-CUERPO

3.- TÉCNICA DE INSPECCIÓN/ INSPECTION TECHNIQUE

No. DE PROCEDIMIENTO / PROCEDURE No: GAC- 18 " INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA" **REVISIÓN** / REVISION: 0

TÉCNICA DE INSPECCIÓN VISUAL/ INSPECTION VISUAL TECHNIQUE	**DIRECTO**/ DIRECT [X]	**REMOTA**/ REMOTE [ ]	**TRANSLÚCIDO**/ TRASLUCENT [ ]
DISTANCIA MÁXIMA EN EL PUNTO/ MAXIMUN DISTANCE AT POINT:		**ÁNGULO APROXIMADO DE LA SUPERFICIE**/ ANGLE APROX. TO SURFACE: 30° A 45°	

4.- AYUDAS VISUALES REMOTAS / REMOTE VISUALS AIDS: NO APLICA

AMPLIFICADOR (LENTES)/ (LENSES) [ ] LIFER	**POTENCIA DE AMPLIFICADOR**/ AMPLIFIER POWER	**ESPEJO** / MIRROR [ ]
EQUIPO DE ILUMINACIÓN/ LIGHTING EQUIPMENT: LÁMPARA DE MANO	**INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN**/ LIGHTING INTENSITY: 1196 LX	

5.- HERRAMIENTAS DE MEDIDAS/ MEASURES TOOLS.

HERRAMIENTAS DE MEDIDAS LINEAS/ LINEAL MEASURES TOOLS: FLEXOMETRO

CALIBRADOR DE SOLDADURA/ CALIPERS OF WELD: BRIDE CAM GAGE

6.- EQUIPO PARA INSPECCIÓN VISUAL REMOTA/ EQUIPMENT FOR REMOTE VISUAL INSPECTION: NO APLICA

TIPO/ TYPE: **BOROSCOPIO**/ BOROSCOPE [ ]	**FIBROSCOPIO**/ FIBROSCOPE [ ]	**VIDEOSCOPIO** / VIDEOSCOPE [ ]
MARCA COMERCIAL/ TRADEMARK:	**MODELO**/ MODEL:	**No. DE SERIE**/ SERIE No:

7.- SECUENCIA DE EXAMINACIÓN/ SECUENCE OF EXAMINATION :

LA SOLDADURA NO PRESENTA INDICACIONES RELEVANTES. POR LO TANTO LA INSPECCIÓN ES ACEPTADA

RESULTADOS DE EXAMINACIÓN/ RESULTS OF THE EXAMINATION **ACEPTADO**/ ACCEPTED [X] **RECHAZADO**/ REJECTED [ ]	**ESTANDARES DE ACEPTACIÓN**/ ACCEPTANCE STANDARDS: ASME SECCIÓN VIII DIV. 1 ED.2023
ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ**/ APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ TEC. NIVEL II
FECHA/ DATE: 22 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA**/ DATE: 22 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 127. REPORTE 12.2 DE INSPECCION VISUAL

MIP, S.A. DE C.V.

GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

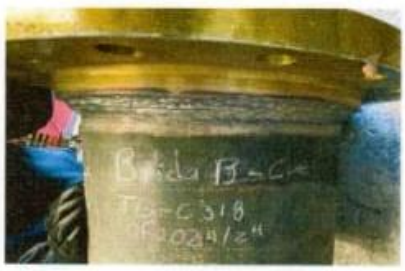
QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT

REPORTE INSPECCION VISUAL

VISUAL INSPECTION REPORT

No. DE REPORTE / REPORT No.: IV-165-24	**FECHA** /DATE: 22 DE AGOSTO DE 2024	**HOJA /** SHEET: 2 **DE/**OF 2
CLIENTE/ CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	**ORDEN DE FABRICACIÓN/** FABRICATION ORDEN: 024/24	

CROQUIS/DIBUJO O FOTOGRAFÍA



ELABORÓ / ELABORATED: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	**APROBÓ/** APPROVED: KARINA MENDEZ PEREZ Tec. nivel II
FECHA/ DATE: 22 DE AGOSTO DE 2024	**FECHA/** DATE: 22 DE AGOSTO DE 2024

FIGURA 127.1. REPORTE DE INSPECCION VISUAL

4.3.-REPORTE DE EVIDENCIA DE INSPECCION VISUAL

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REGISTRO DE EXAMINACIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT EXAMINATION RECORD

MIF. S.A. DE C.V.

N° REPORTE / REPORT No: PT-182-24

CLIENTE / CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V.	No. DE O.F: / F.O No.: 024/24	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION: SUMINISTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANASTA	FECHA / DATE: 09/08/2024
ÁREA DE EXAMEN: / EXAMINATED AREA: CORONA DE SOLDADURA INTERIOR Y EXTERIOR L2 (ANILLO - ANILLO) L3 (ANILLO - ANILLO) L4 (ANILLO-ANILLO)	MATERIAL / MATERIAL: SA-516-70	DIBUJO / DRAWING: ME-024-24-001	REV. / REV.: A
		COMPONENTE / COMPONENT: TAG-C318	

CONDICIONES UTILIZADAS

TIPO / TYPE	TÉCNICA / TECHNIQUE	PRE LIMPIEZA / PRE CLEANING	PENETRANTE / PENETRANT	REMOVEDOR / CLEANER	REVELADOR / DEVELOPER	EQUIPO ILUMINACIÓN / LIGHTING EQUIPMENT
I. VISIBLE / I. VISIBLE [X]	A. REMOV. AGUA / WATER REMOVE [ ]	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	INTENSIDAD MÍNIMA DE LUZ / MINIMUM LIGHT INTENSITY:
		TIPO / TYPE: C101-A	TIPO / TYPE: P101S-A	TIPO / TYPE: C101-A	TIPO / TYPE: D101-A	
I. FLUORESCENTE / I. FLUORESCENT [ ]	C. REMOV. SOLV. / SOLV. REMOVE [X]	LOTE / BATCH: 2023080005	LOTE / BATCH: 2023080056	LOTE / BATCH: 202308005	LOTE / BATCH: 2023120132	1198 LX LUXOMETRO STEREN HER-410
		HORA DE INICIO / START TIME: 11:15	HORA DE INICIO / START TIME: 11:30	HORA DE INICIO / START TIME: 11:45	HORA DE INICIO / START TIME: 12:00	
		HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 11:30	HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 11:45	HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 12:00	HORA INTERPRETACIÓN / INTERPRETATION TIME: 12:15	

TEMPERATURA / TEMPERATURE: 18°C	PREPARACIÓN SUPERFICIE / SURFACE PREPARATION: BURDO	TÉCNICA PRE-LIMPIEZA / PRE-CLEANING TECHNIQUE: MECANICA	TÉCNICA APLICACIÓN PENETRANTE / PENETRANT APLICATION METHOD: BROCHA	TÉCNICA REMOCIÓN PENETRANTE / PENETRANT REMOVE TECHNIQUE: TRAPO Y LIMPIADOR	TÉCNICA POST-LIMPIEZA / POST-CLEANING TECHNIQUE: MECANICA
PROCEDIMIENTO No: / PROCEDURE No.: GAC-26	REV. DE PROCEDIMIENTO / REV. PROCEDURE: 0	CARACTERIZACIÓN DE INDICACIONES / CHARACTERIZATION OF INDICATIONS		TÉCNICA APLICACIÓN REVELADOR / DEVELOPER APLICATION METHOD: SPRAY	NORMA Ó CÓDIGO APLICABLE / CODE OR APLICABLE NORM: ASME SECCION V ART. 6 ED. 2023

INDICACIÓN No. / INDICATION N°	REDONDA / ROUND	LINEAL / LINEAL	AISLADA / ISOLATED	AGRUPADA / GROUPED	LOCALIZACIÓN / LOCALIZATION	DIMENSIÓN / DIMENSION	ACEPTABLE / ACCEPTABLE	INACEPTABLE / UNACCEPTABLE	OBSERVACIONES / REMARKS
									NO SE ENCONTRARON INDICACIONES RELEVANTES EN LA INSPECCIÓN DE LA SOLDADURA INSPECCIÓN ACEPTADA

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN / ACCEPTANCE CRITERIA: ASME BPVC SEC. VIII DIV. 1 APÉNDICE 8 ED 2023

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN / INSPECTION RESULTS: ACEPTADO / ACCEPTED: X RECHAZADO / REJECTED: ( ) SOLO SE REPORTAN RESULTADOS / ONLY REPORT RESULTS: ____

INSPECCIONADO POR / INSPECTED BY: JOSE ALBERTO MÉNDEZ ZAMORA
NIVEL / LEVEL:
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 09/08/2024

EVALUADO POR / EVALUATED BY: KARINA MÉNDEZ PÉREZ
NIVEL / LEVEL:
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 09/08/2024

DEMOSTRACIÓN DESEMPEÑO / PERFORMANCE DEMONSTRATION: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR / QUALIFICATION INSPECTOR: SI / YES [X] NO / NOT [ ]

HOJA / SHEET: 1 DE 2

GAC 26.1 REV. 0

FIGURA 128. REPORTE DE INSPECCION CON LIQUIDOS PENETRANTES

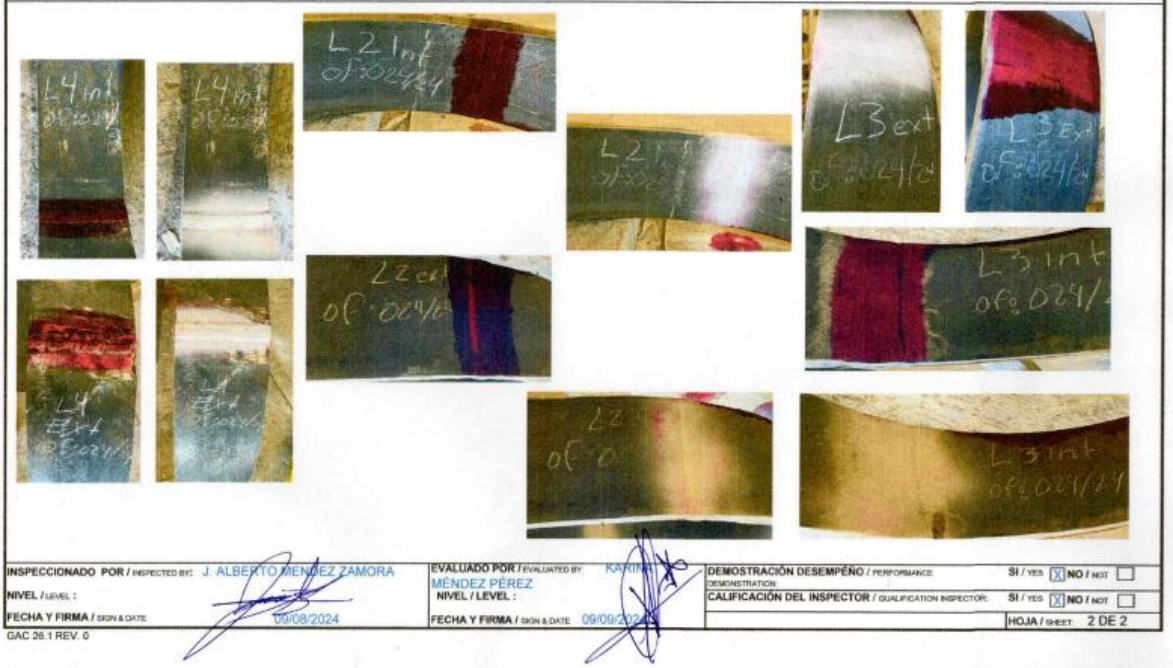
ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REGISTRO DE EXAMINACIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT EXAMINATION RECORD

MIF. S.A. DE C.V.

N° REPORTE / REPORT No: PT-182-24

CLIENTE / CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	No. DE O.F: / F.O No.: 024/24	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION: SUMINISTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANASTA SIMPLEX	FECHA / DATE: 09/08/2024
ÁREA DE EXAMEN: / EXAMINATED AREA: CORONA DE SOLDADURA INTERIOR Y EXTERIOR L2 (ANILLO - ANILLO) L3 (ANILLO - ANILLO) L4 (ANILLO-ANILLO)	MATERIAL / MATERIAL: SA-516-70	DIBUJO / DRAWING: ME-024-24-001	REV. / REV.: 1
		COMPONENTE / COMPONENT: TAG-C318	

REGISTRO DE INDICACIONES ENCONTRADAS (CROQUIS, DIBUJO Y/O FOTOGRAFÍA)



INSPECCIONADO POR / INSPECTED BY: J. ALBERTO MÉNDEZ ZAMORA
NIVEL / LEVEL:
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 09/08/2024

EVALUADO POR / EVALUATED BY: KARINA MÉNDEZ PÉREZ
NIVEL / LEVEL:
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 09/09/2024

DEMOSTRACIÓN DESEMPEÑO / PERFORMANCE DEMONSTRATION: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR / QUALIFICATION INSPECTOR: SI / YES [X] NO / NOT [ ]

HOJA / SHEET: 2 DE 2

GAC 26.1 REV. 0

FIGURA 129.1 REPORTE DE INSPECCION CON LIQUIDOS PENETRANTES

MIF, S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REGISTRO DE EXAMINACIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT EXAMINATION RECORD

N° REPORTE / REPORT No. PT-181-24

CLIENTE / CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V.	No. DE O.F.: F.O No. 024/24	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION: SUMINISTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANASTA	FECHA / DATE: 05/08/2024
ÁREA DE EXAMEN: / EXAMINATED AREA: CORONA DE SOLDADURA INTERIOR Y EXTERIOR L1 (CUERPO - CUERPO)	MATERIAL / MATERIAL: SA-516-70	DIBUJO / DRAWING: ME-024-24-001	REV. / REV.: A
COMPONENTE / COMPONENT: TAG-C318			

CONDICIONES UTILIZADAS

TIPO / TYPE	TÉCNICA / TECHNIQUE	PRE LIMPIEZA / PRE CLEANING	PENETRANTE / PENETRANT	REMOVEDOR / CLEANER	REVELADOR / DEVELOPER	EQUIPO ILUMINACIÓN / LIGHTING EQUIPMENT
II. VISIBLE / II. VISIBLE [X]	A. REMOV. AGUA / WATER REMOVE [ ]	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	INTENSIDAD MÍNIMA DE LUZ / MINIMUM LIGHT INTENSITY:
		TIPO / TYPE: C101-A	TIPO / TYPE: P101S-A	TIPO / TYPE: C101-A	TIPO / TYPE: D101-A	
I. FLUORESCENTE / I. FLUORESCENT [ ]	C. REMOV. SOLV. / SOLV. REMOVE [X]	LOTE / BATCH: 2023080005	LOTE / BATCH: 2023080056	LOTE / BATCH: 202308005	LOTE / BATCH: 2023120132	1198 LX LUXOMETRO STEREN HER-410
		HORA DE INICIO / START TIME: 11:15	HORA DE INICIO / START TIME: 11:30	HORA DE INICIO / START TIME: 11:45	HORA DE INICIO / START TIME: 12:00	
		HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 11:30	HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 11:45	HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 12:00	HORA INTERPRETACIÓN / INTERPRETATION TIME: 12:15	

TEMPERATURA / TEMPERATURE: 18°C	PREPARACIÓN SUPERFICIE / SURFACE PREPARATION: BURDO	TÉCNICA PRE-LIMPIEZA / PRE-CLEANING TECHNIQUE: MECANICA	TÉCNICA APLICACIÓN PENETRANTE / PENETRANT APLICATION METHOD: BROCHA	TÉCNICA REMOCIÓN PENETRANTE / PENETRANT REMOVE TECHNIQUE: TRAPO Y LIMPIADOR	TÉCNICA POST-LIMPIEZA / POST-CLEANING TECHNIQUE: MECANICA
PROCEDIMIENTO No: / PROCEDURE No. GAC-26	REV. DE PROCEDIMIENTO / REV. PROCEDURE: 0	CARACTERIZACIÓN DE INDICACIONES / CHARACTERIZATION OF INDICATIONS		TÉCNICA APLICACIÓN REVELADOR / DEVELOPER APLICATION METHOD: SPRAY	NORMA Ó CÓDIGO APLICABLE / CODE OR APLICABLE NORM: ASME SECCION V ART. 6 ED. 2023

INDICACIÓN No. / INDICATION Nº	REDONDA / ROUND	LINEAL / LINEAL	AISLADA / ISOLATED	AGRUPADA / GROUPED	LOCALIZACIÓN / LOCALIZATION	DIMENSIÓN / DIMENSION	ACEPTABLE / ACCEPTABLE	INACEPTABLE / UNACCEPTABLE	OBSERVACIONES / REMARKS
									NO SE ENCONTRARON INDICACIONES RELEVANTES EN LA INSPECCIÓN DE LA SOLDADURA INSPECCIÓN ACEPTADA

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN / ACCEPTANCE CRITERIA: ASME BPVC SEC. VIII DIV. 1 APENDICE 8 ED 2023

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN / INSPECTION RESULTS: ACEPTADO / ACCEPTED: X RECHAZADO / REJECTED: SOLO SE REPORTAN RESULTADOS / ONLY REPORT RESULTS:

INSPECCIONADO POR / INSPECTED BY: JOSE ALBERTO MÉNDEZ ZAMORA	EVALUADO POR / EVALUATED BY: KARINA MENDEZ PÉREZ	DEMOSTRACIÓN DESEMPEÑO / PERFORMANCE DEMONSTRATION: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
NIVEL / LEVEL:	NIVEL / LEVEL:	CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR / QUALIFICATION INSPECTOR: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 05/08/2024	FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 05/08/24	HOJA / SHEET: 1 DE 2

GAC 26.1 REV. 0

FIGURA 130. REPORTE DE INSPECCION CON LIQUIDOS PENETRANTES

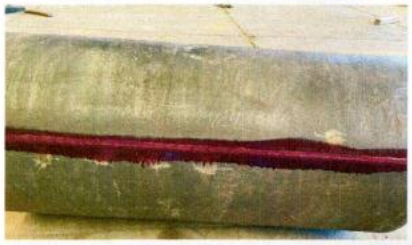
MIF, S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REGISTRO DE EXAMINACIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT EXAMINATION RECORD

N° REPORTE / REPORT No. PT-181-24

CLIENTE / CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	No. DE O.F.: F.O No. 024/24	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION: SUMINISTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANASTA SIMPLEX	FECHA / DATE: 05/08/2024
ÁREA DE EXAMEN: / EXAMINATED AREA: CORONA DE SOLDADURA INTERIOR Y EXTERIOR L1 (CUERPO - CUERPO)	MATERIAL / MATERIAL: SA-516-70	DIBUJO / DRAWING: ME-024-24-001	REV. / REV.: 1
COMPONENTE / COMPONENT: TAG-C318			

REGISTRO DE INDICACIONES ENCONTRADAS (CROQUIS, DIBUJO Y/O FOTOGRAFÍA)



INSPECCIONADO POR / INSPECTED BY: J. ALBERTO MÉNDEZ ZAMORA	EVALUADO POR / EVALUATED BY: KARINA MÉNDEZ PÉREZ	DEMOSTRACIÓN DESEMPEÑO / PERFORMANCE DEMONSTRATION: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
NIVEL / LEVEL:	NIVEL / LEVEL:	CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR / QUALIFICATION INSPECTOR: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 05/08/2024	FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 05/08/24	HOJA / SHEET: 2 DE 2

GAC 26.1 REV. 0

FIGURA 130.1 REPORTE DE INSPECCION CON LIQUIDOS PENETRANTES

MIF, S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REGISTRO DE EXAMINACIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT EXAMINATION RECORD

N° REPORTE / REPORT No. PT-176-24

CLIENTE / CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V.	No. DE O.F: / F.O No. 024/24	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION: SUMINISTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANASTA	FECHA / DATE: 03/08/2024
ÁREA DE EXAMEN: / EXAMINATED AREA: RAÍZ L1	MATERIAL / MATERIAL: SA-516-70	DIBUJO / DRAWING: ME-024-24-001	REV. / REV.: A — COMPONENTE / COMPONENT: TAG-C318

CONDICIONES UTILIZADAS

TIPO / TYPE	TÉCNICA / TECHNIQUE	PRE LIMPIEZA / PRE CLEANING	PENETRANTE / PENETRANT	REMOVEDOR / CLEANER	REVELADOR / DEVELOPER	EQUIPO ILUMINACIÓN / LIGHTING EQUIPMENT
F. VISIBLE / F. VISIBLE [X]	A. REMOV. AGUA / WATER REMOVE [ ]	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	INTENSIDAD MÍNIMA DE LUZ / MINIMUM LIGHT INTENSITY: 1198 LX LUXOMETRO STEREN HER-410
		TIPO / TYPE: C101-A	TIPO / TYPE: P101S-A	TIPO / TYPE: C101-A	TIPO / TYPE: D101-A	
F. FLUORESCENTE / F. FLUORESCENT [ ]	C. REMOV. SOLV. / SOLV. REMOVE [X]	LOTE / BATCH: 2023080005	LOTE / BATCH: 2023080056	LOTE / BATCH: 202308005	LOTE / BATCH: 2023120132	
		HORA DE INICIO / START TIME: 10:00	HORA DE INICIO / START TIME: 10:15	HORA DE INICIO / START TIME: 10:30	HORA DE INICIO / START TIME: 10:45	
		HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 10:15	HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 10:30	HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 10:45	HORA INTERPRETACIÓN / INTERPRETATION TIME: 11:00	

TEMPERATURA / TEMPERATURE: 18°C	PREPARACIÓN SUPERFICIE / SURFACE PREPARATION: BURDO	TÉCNICA PRE-LIMPIEZA / PRE-CLEANING TECHNIQUE: MECANICA	TÉCNICA APLICACIÓN PENETRANTE / PENETRANT APLICATION METHOD: BROCHA	TÉCNICA REMOCIÓN PENETRANTE / PENETRANT REMOVE TECHNIQUE: TRAPO Y LIMPIADOR+	TÉCNICA POST-LIMPIEZA / POST-CLEANING TECHNIQUE: MECANICA
PROCEDIMIENTO No: / PROCEDURE No. GAC-26	REV. DE PROCEDIMIENTO / REV. PROCEDURE 0	CARACTERIZACIÓN DE INDICACIONES / CHARACTERIZATION OF INDICATIONS		TÉCNICA APLICACIÓN REVELADOR / DEVELOPER APLICATION METHOD: SPRAY	NORMA Ó CÓDIGO APLICABLE / CODE OR APLICABLE NORM: ASME SECCION V ART. 6 ED. 2023

INDICACIÓN No. / INDICATION N°	REDONDA / ROUND	LINEAL / LINEAL	AISLADA / ISOLATED	AGRUPADA / GROUPED	LOCALIZACIÓN / LOCALIZATION	DIMENSIÓN / DIMENSION	ACEPTABLE / ACCEPTABLE	INACEPTABLE / UNACCEPTABLE	OBSERVACIONES / REMARKS
									NO SE ENCONTRARON INDICACIONES RELEVANTES EN LA INSPECCIÓN DE LA SOLDADURA INSPECCIÓN ACEPTADA

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN / ACCEPTANCE CRITERIA: ASME BPVC SEC. VIII DIV. 1 APÉNDICE 8 ED 2023

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN / INSPECTION RESULTS: ACEPTADO / ACCEPTED: X RECHAZADO / REJECTED: ____ SOLO SE REPORTAN RESULTADOS / ONLY REPORT RESULTS: ____

INSPECCIONADO POR / INSPECTED BY: JOSE ALBERTO MENDEZ ZAMORA	EVALUADO POR / EVALUATED BY: KARINA MENDEZ PÉREZ	DEMOSTRACIÓN DESEMPEÑO / PERFORMANCE DEMONSTRATION: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
NIVEL / LEVEL:	NIVEL / LEVEL:	CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR / QUALIFICATION INSPECTOR: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 03/08/2024	FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 7/08/24	HOJA / SHEET: 1 DE 2

GAC 26.1 REV. 0

FIGURA 131. REPORTE DE INSPECCION CON LIQUIDOS PENETRANTES

MIF, S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REGISTRO DE EXAMINACIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT EXAMINATION RECORD

N° REPORTE / REPORT No. PT-176-24

CLIENTE / CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	No. DE O.F: / F.O No. 024/24	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION: SUMINISTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANASTA SIMPLEX	FECHA / DATE: 03/08/2024
ÁREA DE EXAMEN: / EXAMINATED AREA: RAÍZ L1	MATERIAL / MATERIAL: SA-516-70	DIBUJO / DRAWING: ME-024-24-001	REV. / REV.: 1 — COMPONENTE / COMPONENT: TAG-C318

REGISTRO DE INDICACIONES ENCONTRADAS (CROQUIS, DIBUJO Y/O FOTOGRAFÍA)

INSPECCIONADO POR / INSPECTED BY: J. ALBERTO MENDEZ ZAMORA	EVALUADO POR / EVALUATED BY: KARINA MENDEZ PÉREZ	DEMOSTRACIÓN DESEMPEÑO / PERFORMANCE DEMONSTRATION: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
NIVEL / LEVEL:	NIVEL / LEVEL:	CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR / QUALIFICATION INSPECTOR: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 19/03/2024	FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 19/03/24	HOJA / SHEET: 2 DE 2

GAC 26.1 REV. 0

FIGURA 131.1 REPORTE DE INSPECCION CON LIQUIDOS PENETRANTES

MIF, S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REGISTRO DE EXAMINACIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT EXAMINATION RECORD

N° REPORTE / REPORT No: PT-183-24

CLIENTE / CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V.	No. DE O.F: / F.O No. 024/24	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION: SUMINISTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANASTA	FECHA / DATE: 23/08/2024
ÁREA DE EXAMEN: / EXAMINATED AREA: CORONA DE SOLDADURA INTERIOR Y EXTERIOR (BRIDA A-CUELLO), (BOQUILLA A-CUERPO) (COPLE C1-CUERPO)	MATERIAL / MATERIAL: SA-516-70 /SA-105	DIBUJO / DRAWING: ME-024-24-001	REV. / REV.: A
COMPONENTE / COMPONENT: TAG-C318			

CONDICIONES UTILIZADAS

TIPO / TYPE	TÉCNICA / TECHNIQUE	PRE LIMPIEZA / PRE CLEANING	PENETRANTE / PENETRANT	REMOVEDOR / CLEANER	REVELADOR / DEVELOPER	EQUIPO ILUMINACIÓN / LIGHTING EQUIPMENT
V. VISIBLE / V. VISIBLE [X]	A. REMOV. AGUA / WATER REMOVE [ ]	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	MARCA / TRADEMARK: CANTESCO	INTENSIDAD MÍNIMA DE LUZ / MINIMUM LIGHT INTENSITY:
		TIPO / TYPE: C101-A	TIPO / TYPE: P101S-A	TIPO / TYPE: C101-A	TIPO / TYPE: D101-A	
		LOTE / BATCH: 2023080005	LOTE / BATCH: 2023080056	LOTE / BATCH: 202308005	LOTE / BATCH: 2023120132	1198 LX LUXOMETRO STEREN HER-410
F. FLUORESCENTE / F. FLUORESCENT [ ]	C. REMOV. SOLV. / SOLVENT REMOVE [X]	HORA DE INICIO / START TIME: 13:15	HORA DE INICIO / START TIME: 13:30	HORA DE INICIO / START TIME: 13:45	HORA DE INICIO / START TIME: 14:00	
		HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 13:30	HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 13:45	HORA TERMINACIÓN / TERMINATION TIME: 14:00	HORA INTERPRETACIÓN / INTERPRETATION TIME: 14:15	

TEMPERATURA / TEMPERATURE: 18°C	PREPARACIÓN SUPERFICIE / SURFACE PREPARATION: BURDO	TÉCNICA PRE-LIMPIEZA / PRE-CLEANING TECHNIQUE: MECANICA	TÉCNICA APLICACIÓN PENETRANTE / PENETRANT APLICATION METHOD: BROCHA	TÉCNICA REMOCIÓN PENETRANTE / PENETRANT REMOVE TECHNIQUE: TRAPO Y LIMPIADOR	TÉCNICA POST-LIMPIEZA / POST-CLEANING TECHNIQUE: MECANICA
PROCEDIMIENTO No: / PROCEDURE No. GAC-26	REV. DE PROCEDIMIENTO / REV. PROCEDURE: 0	CARACTERIZACIÓN DE INDICACIONES / CHARACTERIZATION OF INDICATIONS		TÉCNICA APLICACIÓN REVELADOR / DEVELOPER APLICATION METHOD: SPRAY	NORMA Ó CÓDIGO APLICABLE / CODE OR APLICABLE NORM: ASME SECCION V ART. 6 ED. 2023

INDICACIÓN No. / INDICATION N°	REDONDA / ROUND	LINEAL / LINEAL	AISLADA / ISOLATED	AGRUPADA / GROUPED	LOCALIZACIÓN / LOCALIZATION	DIMENSIÓN / DIMENSION	ACEPTABLE / ACCEPTABLE	INACEPTABLE / UNACCEPTABLE	OBSERVACIONES / REMARKS
									NO SE ENCONTRARON INDICACIONES RELEVANTES EN LA INSPECCIÓN DE LA SOLDADURA INSPECCIÓN ACEPTADA

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN / ACCEPTANCE CRITERIA: ASME BPVC SEC. VIII DIV. 1 APÉNDICE 8 ED 2023

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN / INSPECTION RESULTS: ACEPTADO / ACCEPTED: X RECHAZADO / REJECTED: ____ SOLO SE REPORTAN RESULTADOS / ONLY REPORT RESULTS: ____

INSPECCIONADO POR / INSPECTED BY: JOSE ALBERTO MÉNDEZ ZAMORA	EVALUADO POR / EVALUATED BY: KARINA MÉNDEZ PÉREZ	DEMOSTRACIÓN DESEMPEÑO / PERFORMANCE DEMONSTRATION: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
NIVEL / LEVEL:	NIVEL / LEVEL:	CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR / QUALIFICATION INSPECTOR: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 23/08/2024	FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 23/08/2024	HOJA / SHEET: 1 DE 2

GAC 26.1 REV. 0

FIGURA 132. REPORTE DE INSPECCION CON LIQUIDOS PENETRANTES

MIF, S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REGISTRO DE EXAMINACIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT EXAMINATION RECORD

N° REPORTE / REPORT No: PT-183-24

CLIENTE / CUSTOMER: ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	No. DE O.F: / F.O No. 024/24	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION: SUMINISTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANASTA SIMPLEX	FECHA / DATE: 23/08/2024
ÁREA DE EXAMEN: / EXAMINATED AREA: CORONA DE SOLDADURA INTERIOR Y EXTERIOR (BRIDA B-CUELLO), (BOQUILLA B-CUERPO) (COPLE C2-CUERPO)	MATERIAL / MATERIAL: SA-516-70 /SA-105	DIBUJO / DRAWING: ME-024-24-001	REV. / REV.: 1
COMPONENTE / COMPONENT: TAG-C318			

REGISTRO DE INDICACIONES ENCONTRADAS (CROQUIS, DIBUJO Y/O FOTOGRAFÍA)

INSPECCIONADO POR / INSPECTED BY: J. ALBERTO MÉNDEZ ZAMORA	EVALUADO POR / EVALUATED BY: KARINA MÉNDEZ PÉREZ	DEMOSTRACIÓN DESEMPEÑO / PERFORMANCE DEMONSTRATION: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
NIVEL / LEVEL:	NIVEL / LEVEL:	CALIFICACIÓN DEL INSPECTOR / QUALIFICATION INSPECTOR: SI / YES [X] NO / NOT [ ]
FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 23/08/2024	FECHA Y FIRMA / SIGN & DATE: 23/08/2024	HOJA / SHEET: 2 DE 2

GAC 26.1 REV. 0

FIGURA 132.1 REPORTE DE INSPECCION CON LIQUIDOS PENETRANTES

REPORTE DE EVIDENCIA DE INSPECCION POR ULTRASONIDO

NOVO CONTROL

Consultoría | Inspección y Pruebas

Amores 616, Colonia Del Valle Norte, Alcaldía Benito Juárez Ciudad de México, C.P.03100
Telefonos: (55) 5639-4942; 5639-8708; 5639-8711; 55.2955.0531
email: jlanio@novo-control.com.mx; www.novo-control.com.mx

EXAMINACIÓN POR ULTRASONIDO INDUSTRIAL / ULTRASONIC TESTING

DATOS GENERALES / GENERAL DATA

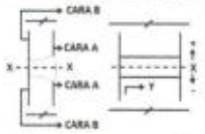
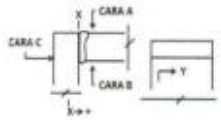
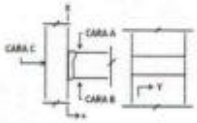
Reporte No. / Report No.:	UT-MECAT-005-2024	Folio:	N/A
Fecha / Date:	29 de agosto del 2024	Hoja / Page:	1 de / of: 3
Cliente / Client:	MECATRONICA INGENIERIA Y FABRICACION, S.A. DE C.V.		
Dirección / Adress:	Calle Fresnos #2, Santa Barbara Xaltocan, Tlaxcala		
Proyecto / Project:	FILTRO CANASTA SIMPLEX OF: 024/24		
Ubicación / Location:	Santa Bárbara, Tlaxcala	Componente / Component:	Boquillas y cople
Material / Material:	SA-516-70 / SA-105 / SA-106B	Ranura / Groove:	Bisel sencillo
Proceso de soldadura / Weld process:	GTAW	Identificación de soldadura / Weld identification:	N/A
Procedimiento / Procedure	PSGT-UT-02 ASME Rev. 04	Código de evaluación /Evaluation code	ASME Secc. VIII Div. 1 edición 2023

PARÁMETROS DE PRUEBA / TEST PARAMETERS

Equipo / Equipment Marca / Brand:	SONATEST	Modelo / Model:	250s	No. de serie / Serial No.:	I003625
Transductor / Transducer:	Angular	Frecuencia / Frecquency:	2.25 MHz	Tamaño / Size:	0.375"
No. de serie / Serial No.:	QOS2525	Block de calibración / Reference block:	ASME		
Acoplante / Couplant:	GEL	Rango de pantalla / Screen range:	5"		

AJUSTE DE EQUIPO / EQUIPMENT ADJUSTMENT

Transductor / Transducer	Reflectores de referencia / Reflectors reference:	Ref. Atp (%)	Db	Pérdida por transferencia / Lost by transfer
Angular 70°	1/16"	80%	50dB	

JUNTA A TOPE (✓)	JUNTA EN ESQUINA ( )	JUNTA EN T ( )
		

Personal técnico / Technicians		Cliente / Client
Realizado por / Performed by	Aprobado por / Approved by	Recibido por / Received by
Juan Flores Osorio	Juan Flores Osorio	Karina Mendez
Nombre / Name	Nombre / Name	Nombre / Name
II	II	06/09/24
Nivel / Level SNT-TC-1 A	Nivel / Level SNT-TC-1 A	Fecha / Date
Firma / Signature	Firma / Signature	Firma / Signature

IMPORTANTE: QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE REPORTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE NOVO CONTROL, S.A. DE C.V.

FIGURA 133 REPORTE DE INSPECCIO POR ULTRASONIDO

NOVO CONTROL
Consultoría | Inspección y Pruebas
Amores 616, Colonia Del Valle Norte, Alcaldía Benito Juárez Ciudad de México, C.P.03100
Teléfonos: (55) 5639-4942; 5639-8708; 5639-8711; 55.2955.0531
email: jlanzo@novo-control.com.mx; www.novo-control.com.mx

DATOS GENERALES / GENERAL DATA

Reporte No. / Report No.:	UT-MECAT-005-2024	Folio:	N/A
Fecha / Date:	29 de agosto del 2024	Hoja / Page: 2	de / of: 3
Proyecto / Project:	FILTRO CANASTA SIMPLEX OF:024/24		
Unidad de medición / Measurement unit:	Milímetro (mm)		

RESULTADOS / RESULTS

AWS /ASME						AWS				AWS / ASME					AWS	INTERPRETACIÓN ASME			AWS / ASME	
						ECIBELES				DISCONTINUIDAD (mm)									EVALUACIÓN	
No. DE JUNTA	ESPESOR	NÚMERO DE INDICACIÓN	ÁNGULO DE REFRACCIÓN	CARA DE UNIÓN	NÚMERO DE PIERNA	NIVEL DE INDICACIÓN	FACTOR DE ATENUACIÓN	NIVEL DE REFERENCIA	VALOR DE LA INDICACIÓN	LONGITUD	DISTANCIA ANGULAR	PROF. DESDE LA CARA	DISTANCIA DESDE X	DISTANCIA DESDE Y	FALLA CLASE	PLANAR	ESFÉRICA	CILÍNDRICA	ACEPTABLE	INACEPTABLE
OF: 024/24 FILTRO DE CANASTA SIMPLEX TAG: C318																				
Copie C1 Ø 12.7	12.7		70°	A				50											✓	
Couple C2 Ø 12.7	12.7		70°	A				50											✓	
Couple D Ø 38.1	12.7		70°	A				50											✓	
Couple V Ø 19.05	12.7		70°	A				50											✓	
Boquilla A Ø 406.4																				
Union boquilla-Cuerpo	12.7		70°	A				50											✓	
Boquilla B Ø 406.4																				
Union boquilla-Cuerpo	12.7		70°	A				50											✓	
Longitudinal 1 (Sector 1-2, 100mm)	12.7		70°	A				50											✓	
FIN DE DATOS																				

IMPORTANTE: QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE REPORTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE NOVO CONTROL, S.A. DE C.V.

FIGURA 133.1 REPORTE DE INSPECCIO POR ULTRASONIDO

NOVO CONTROL
Consultoría | Inspección y Pruebas
Amores 616, Colonia Del Valle Norte, Alcaldía Benito Juárez Ciudad de México, C.P.03100
Telefonos: (55) 5639-4942; 5639-8708; 5639-8711; 55.2955.0531
email: jlanzo@novo-control.com.mx; www.novo-control.com.mx

DATOS GENERALES / GENERAL DATA

Reporte No. / Report No.:	UT-MECAT-005-2024	Folio:	N/A
Fecha / Date:	29 de agosto del 2024	Hoja / Page:	3 de / of: 3

REGISTRO FOTOGRAFICO / PHOTOGRAPHIC RECORD

Fotografía 1

En la imagen se muestra la inspección en una sección de 100 mm, debido a que fue posible radiografiar dicha sección debido a que por el interior tiene un anillo que impide color la fuente radiográfica, el resultado fue aceptable

Fotografía 2

En esta fotografía se muestra la inspección de la boquilla A en su unión del cuello con el cuerpo del filtro. El resultado fue aceptable.

IMPORTANTE: QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE REPORTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE NOVO CONTROL, S.A. DE C.V.

FIGURA 133.2. REPORTE DE INSPECCIO POR ULTRASONIDO

REPORTE DE EVIDENCIA DE INSPECCION POR RADIOGRAFIA

NOVO CONTROL

Consultoría I Inspección y Pruebas

Alicante No.104, Col. Álamos, Alcaldía Benito Juárez C.P. 03400, CDMX.

Tel. 55 5639 4942, 55 5639 8708 Cel. 55 2955 0531 Email: jlanzo@novo-control.com.mx web: www.novo-control.com.mx

REPORTE RADIOGRÁFICO / RADIOGRAPHIC REPORT

DATOS GENERALES / GENERAL DATA

Reporte No. / Report No.: RT-MIF-COS-2024 Folio / folio: N/A Fecha de emisión / Date of Issue: AGOSTO 14,2024 Hoja / Page: 1 de / of: 2

Cliente / Client: MECATRONICA INGENIERIA Y FABRICACION S.A DE C.V.

Lugar y fecha donde se realizó el ensayo / place and date of perfomance: CALLE FRESNOS #4 STA. BARBARA, XALTOCAN, TLAXCALA.

Proyecto / Project: OF: 024/24 TAG C318 FILTRO CANASTA SIMPLEX.

No. Películas - Tamaño / Quantity - Size films: 4 PEL. DE 89mm x 216mm, 8 PEL. DE 89mm x 432 mm.

Unidad de medición / Measurement unit: MILIMETROS (mm)

DATOS DEL EQUIPO O COMPONENTE / EQUIPMENT OR COMPONENT DATA

Elemento / Component: CIRCULAR / LONGITUDINAL Espec. Metal base / Base metal Spec.: SA-516-70

Proceso de soldadura / Welding process: FCAW / GTAW Diseño de junta / Joint design: "V" SENCILLA.

Acabado superficial / Surface condition: SOLDADURA BURDO

DATOS DEL EXAMEN / EXAMINATION DATA

Procedimiento No. / Procedure No.: PSGT-RT-01 REV. 16 Código de Evaluación / evaluation code: ASME SECC VIII DIV. 1 ED. 2023

Fuente / Source: Ir-192 No. Serie / Serial Number: TT5838 Actividad - Max. Voltaje / Activity - Max. Voltage: 58.3 Ci Tamaño fuente / Source size: 3.5mm

Marca - Tipo Película / Brand - Film Type: CARESTREAM AA-400 CLASE II Numero de películas por chasis / Number of films per chassis: UNA

Tipo y espesor de Pantallas / Type and thickness Screen: PLOMO 0.127mm / 0.254mm Técnica de exposición / Exposure Technique: SIMPLE PARED - VISTA UNA PARED.

Distancia / Distance: Fuente-Objeto / Source-Object: 292.1mm / 584.2 mm Objeto-Película / Object-Film: 16.7 mm / 29.4mm

Espesores / Thickness: Metal base / Base metal: 12.7 mm / 25.4mm Soldadura / Weld: 16.7mm / 29.4mm Refuerzo / Reinforcement: 4 mm

NOMENCLATURA DE INDICACIONES / INDICATIONS NOMENCLATURE

Pe	Porosidad esférica / Spherical porosity	Ef	Falta de fusión / Incomplete fusion	Sc	Socavado entre cordones / Undercut over weld
Pv	Porosidad vermicular / Vermicular porosity	Fp	Falta de penetración / Incomplete penetration	Sm	Socavado entre metal base y soldadura / Undercut between weld and base metal
Ea	Escoria amorfa / Amorphe slag	Fl	Fisura longitudinal / Longitudinal crack		
El	Escoria lineal / Slag liner	Ft	Fisura transversal / Transverse crack	Rc	Rechupe en cráter / Crater crack
Eal	Escoria alternada / Slag alternation	Cr	Concavidad en raíz/ Concavity root	Od	Otras indicaciones / Other indications
A	Aceptable / Acceptable	R	Rechazada / Rejected		

Personal técnico / Technicians	Control de calidad / Quality Control	Cliente / Client
Realizado por / Performed by	Evaluado por / Evaluated by	Recibido por / Received by
LUIS FELIPE HERNANDEZ T	JULIO CESAR MERCADO M.	Karina Méndez
Nombre / Name	Nombre / Name	Nombre / Name
II	II	08/24
Nivel / Level SNT-TC-1A	Nivel / Level SNT-TC-1A	Fecha / Date
Firma / Signature	Firma / Signature	Firma / Signature

☑ Reviewed ☐ Witnessed Hartford Steam Boiler 15442 HSB

IMPORTANTE: QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE REPORTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE NOVO CONTROL, S.A. DE C.V.

FSGT-Reporte Radiografía Rev. 00 Departamento de Inspección y PND

FIGURA 134 REPORTE DE INSPECCIÓN CON RADIOGRAFIA

NOVO CONTROL

Consultoría I Inspección y Pruebas

Alicante No.104, Col. Álamos, Alcaldía Benito Juárez C.P. 03400, CDMX.

Tel. 55 5639 4942, 55 5639 8708 Cel. 55 2955 0531 Email: jlanzo@novo-control.com.mx web: www.novo-control.com.mx

DATOS GENERALES / GENERAL DATA

Reporte No. / Report No.:	RT-MIF-005-2024	Folio / folio:	N/A	Fecha de emisión / Date of Issue:	AGOSTO 14, 2024	Hoja / Page: 2	de / of: 2
Proyecto / Project:	OF: 024/24 TAG C318 FILTRO CANASTA SIMPLEX.						

RESULTADOS / RESULTS

Identificación de Película / Film identification	Espesor / Thickness	IQI	Indicaciones / Indications	Localización de Defectos / Defects Location	Evaluación / Evaluation
CIRCULAR 1					
0 – 1	12.7mm	1B			A
1 – 2	12.7mm				A
2 – 3	12.7mm	1B	S.m.		A
3 – 4	12.7mm				A
4 – 5	12.7mm	1B			A
5 – 0	12.7mm		Inclusion de Tungsteno		A
LONGITUDINAL 1					
0 – 1	12.7mm	1B	Pe.		A
1 – 2	12.7mm	1B			A
2 – 3	12.7mm	1B			A
LONGITUDINAL 2					
0 – 1	25.4mm	1B			A
LONGITUDINAL 3					
0 – 1	25.4mm	1B			A
LONGITUDINAL 4					
0 – 1	25.4mm	1B			A

Personal técnico / Technicians	Control de calidad / Quality Control	Cliente / Client
Realizado por / Performed by	Evaluado por / Evaluated by	Recibido por / Received by
LUIS FELIPE HERNANDEZ T.	JULIO CESAR MERCADO M.	Karina Méndez
Nombre / Name	Nombre / Name	Nombre / Name
II	II	☑ Reviewed ☐ Witnessed 14/08/24
Nivel / Level SNT-TC-1A	Nivel / Level SNT-TC-1A	Fecha / Date
Firma / Signature	Firma / Signature	Hartford Steam Boiler 15442 HSB Firma / Signature

IMPORTANTE: QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE REPORTE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE NOVO CONTROL, S.A. DE C.V.

FIGURA 134.1 REPORTE DE INSPECCIÓN CON RADIOGRAFIA

EVIDENCIA REPORTE DE INSPECCION DIMENSIONAL

MIF, S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REPORTE DE INSPECCION DIMENSIONAL EN PROCESO Y FINAL
DIMENSIONAL INSPECTION REPORT IN PROCESS AND FINAL

No. RD-061-24

CLIENTE: CUSTOMER:	ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	O. F.: F. O.: 024/24	FECHA: DATE 03/09/2024
DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	SUMINISTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANASTA SIMPLEX	EQUIPO: ITEM: TAG-C318	HOJA: SHEET 1 DE: TO 2
No. PLANO: DRAWING ME-024-24-001	REV. REV. A	MAT.: MATERIAL SA-516-70	No. PARTE: ITEM: FILTROCANASTA SIMPLEX

POS ITEM	DIMENSION NOMINAL NOMINAL	TOL. TOLERANCE	DIMENSION MINIMA MINIMUM	DIMENSION MAXIMA MAXIMUM	LECTURA REAL (DE LA PIEZA) REAL DIMENSION (PIECE WORK) 1	2	3	4	5	CONFORME APPROVED SI/YES	NO
1	1222	± 2	1220	1224	1251					OK	
2	742	+ 3	739	745	740					OK	
3	51	± 2	49	53	50					OK	
4	585	± 6	579	591	584					OK	
5	609.6	± 6	603.6	615.6	609					OK	
6	200	± 2	198	202	200					OK	
7	1066.8	± 4	1062.8	1070.8	1068					OK	
8	36.5	± 2	34.5	38.5	36					OK	
9	203.2	± 3	200.2	206.2	204					OK	
10	516	± 3	513	519	515					OK	
11	350	± 3	347	353	350					OK	

COMENTARIOS Y OBSERVACIONES:COMMENTS AND OBSERVATION:

INSPECCION EN PROCESO/COURSE INPECTION INSPECCION FINAL/FINAL INSPECCTION	ELABORÓ: ELABORATED J. Alberto Mendez Zamora	REVISÓ REVIEW: Alvaro Gutierrez Ortiz	
ACEPTACION EXCEPCIONAL/OUTSTANDING ACCEPTANCE		DEPTO DEPARTAMENT	FIRMA/ SIGNATURE
		GAC	

FIGURA 135. REPORTE DE INSPECCIÓN DIMENSIONAL

MIF, S.A. DE C.V.

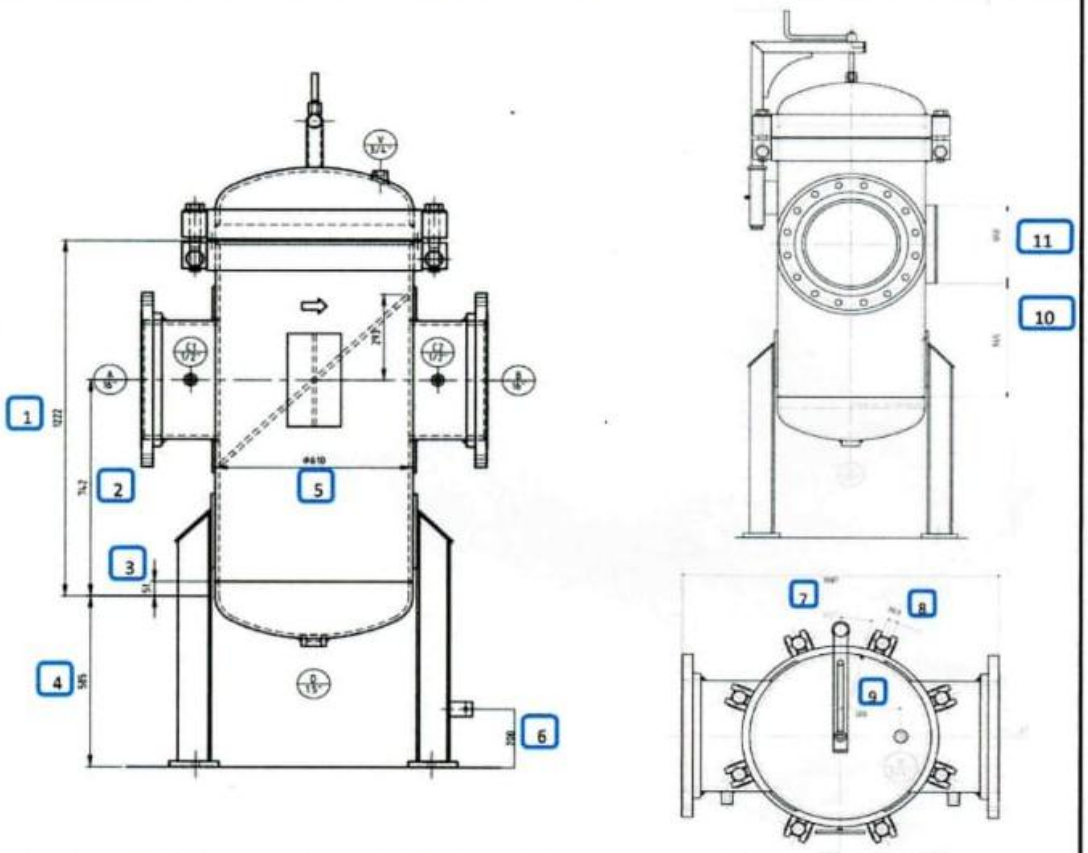
ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE

REPORTE DE INSPECCION DIMENSIONAL EN PROCESO Y FINAL
DIMENSIONAL INSPECTION REPORT IN PROCESS AND FINAL

No. RD-061-24

CLIENTE: CUSTOMER:	ALPCO DE MEXICO S.A DE C.V	O. F.: F. O.: 024/24	FECHA: DATE 03/09/2024
DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	SUMINISTRO Y FABRICACION DE FILTRO CANASTA SIMPLEX	EQUIPO: ITEM: TAG-C318	HOJA: SHEET 2 DE: TO 2
No. PLANO: DRAWING ME-024-24-001	REV.: REV. A / MAT.: MATERIAL SA-516-70	No. PARTE: ITEM: FILTRO CANASTA SIMPLEX	

CROQUIS



COMENTARIOS Y OBSERVACIONES:COMMENTS AND OBSERVATION:

INSPECCION EN PROCESO/COURSE INPECTION INSPECCION FINAL/FINAL INSPECCTION	ELABORÓ: ELABORATED J. Alberto Méndez Zamora	REVISÓ REVIEW: Alvaro Gutierrez Cárdenas	
ACEPTACION EXCEPCIONAL/OUTSTANDING ACCEPTANCE		DEPTO DEPARTAMENT	FIRMA/ SIGNATURE
		GAC	

FIGURA 135.1. REPORTE DE INSPECCIÓN DIMENSIONAL

EVIDENCIA REPORTE DE PRUEBA DE DUREZA 12.9

MIF. S.A. DE C.V.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
QUALITY ASSURANCE
REPORTE DE INSPECCIÓN DE DUREZAS
INSPECTION REPORT

No. DU-001-24

Cliente : ALPCO DE MÉXICO S.A DE C.V (Customer)
O. F. : 024/24
W. O.
Nº de plano: ME-024-24-001 (Drawing) Rev. 1
Descripción: SUMINISTRO Y FABRICACIÓN DE FILTRÒ CANASTA SIMPLEX TAG-C318 (Description)
Referencia: FILTRO CANASTA SIMPLEX TAG-C318 (Item)
Fecha: 02-sep-24 (Date)
Hoja 1 de 1 (Sheet to)
Cantidad : 1 (Quantity)

PROCEDIMIETO: GAC-29 COMPONENTE: SOLDADURA C2 Y L1 MARCA-MODELO: AMTAST -HBX-0.5 UBICACIÓN: CALIDAD

POS	DIMENSIÓN	TOL.	DIMENSION MAXIMA		LECTURA REAL (DE LA PIEZA) REAL DIMENSION (PIECE WORK)			CONFORME APPROVED	
ITEM	NOMINAL	TOLERANCE	MAX. HAZ	MAX. WELD	HAZ	WELDING	HAZ	SI/YES	NO
1	200 HB	—	236 HB	200 HB	169	169	131	X	
1	200 HB	—	236 HB	200 HB	161	200	191	X	

Conforme: X No conforme: ___ Información: ___

Inspeccionó (Inspected): J. Alfredo Díaz Zamora

Revisó (Review): Ing. Álvaro Gutiérrez Carpio

R.D.I. (NCR) SI/yes ☐ No ☐ No : ___

FIGURA 136. REPORTE DE PRUEBA DE DUREZA

Una vez terminadas las inspecciones se realizó un análisis defectos de soldadura por soldador permite:

- Evaluar el desempeño individual: Identificar qué soldadores presentan más defectos y qué tipos de fallas son recurrentes.
- Detectar problemas en los procesos: Si un tipo de defecto aparece con frecuencia en varios soldadores, puede ser un problema del procedimiento de soldadura, equipo o materiales.
- Mejorar la calidad del producto: Reducir defectos en soldaduras mejora la integridad estructural de los componentes, evita fallas en servicio y reduce costos de reprocesos.
- Optimizar la capacitación: Si un soldador presenta defectos recurrentes en una categoría específica (por ejemplo, falta de fusión), se le puede brindar capacitación enfocada en mejorar su técnica.
- Reducir costos de retrabajo: Detectar y corregir errores a tiempo disminuye el desperdicio de materiales, el tiempo de reparación y los costos de producción.

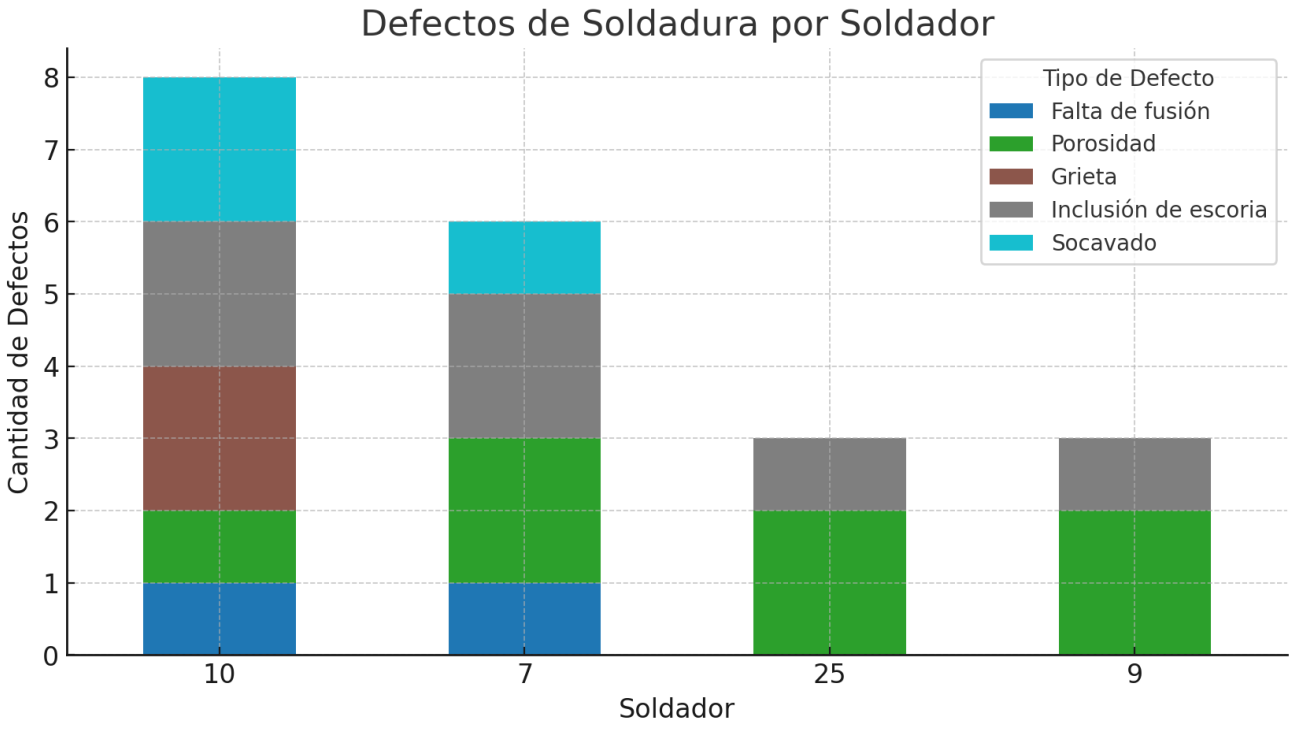


FIGURA 137. GRAFICA DE DEFECTOS POR SOLDADRO

Acciones para reducir defectos

- Capacitación y certificación: Entrenar a los soldadores en técnicas adecuadas y certificarlos en los procesos específicos.
- Revisión de parámetros de soldadura: Ajustar voltaje, amperaje y velocidad de soldadura según las especificaciones.
- Mantenimiento del equipo: Asegurar que los equipos de soldadura estén calibrados y en buen estado.
- Control de materiales: Usar electrodos, gases y materiales limpios y de buena calidad.
- Supervisión y retroalimentación: Revisar regularmente las soldaduras, dar retroalimentación a los soldadores y hacer pruebas de calidad en cada etapa del proceso.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

La implementación de pruebas no destructivas (PND) en recipientes a presión en la empresa Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S.A. de C.V. ha demostrado ser una estrategia fundamental para garantizar la integridad estructural y la seguridad operativa de estos equipos. A través de la aplicación de técnicas como inspección visual, líquidos penetrantes y ultrasonido, se logró identificar y evaluar defectos que podrían comprometer el rendimiento de los recipientes a presión, permitiendo una intervención temprana y reduciendo riesgos operativos.

El análisis de defectos en soldaduras permitió detectar irregularidades recurrentes y asociarlas con las condiciones del proceso de fabricación. Gracias a la recopilación de datos sobre los errores de soldadura, se identificaron las causas más frecuentes y se propusieron soluciones específicas, como la optimización de parámetros de soldadura, la capacitación del personal y el mantenimiento de equipos.

Este proyecto no solo permitió fortalecer los procedimientos de aseguramiento de calidad dentro de la empresa, sino que también promovió una cultura de mejora continua y cumplimiento normativo basado en estándares internacionales como ASME Sección V. La aplicación sistemática de estos ensayos contribuirá a la reducción de costos por fallas, retrabajos y posibles incidentes en la planta, asegurando la confiabilidad de los productos y la satisfacción del cliente.

En conclusión, la incorporación de las pruebas no destructivas como parte del proceso de fabricación y mantenimiento en la empresa representa un avance significativo en la seguridad industrial, optimización de recursos y calidad de los productos, consolidando a Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S.A. de C.V. como una empresa comprometida con la excelencia y la innovación en la ingeniería mecánica.

IMÁGENES DE EVIDENCIA

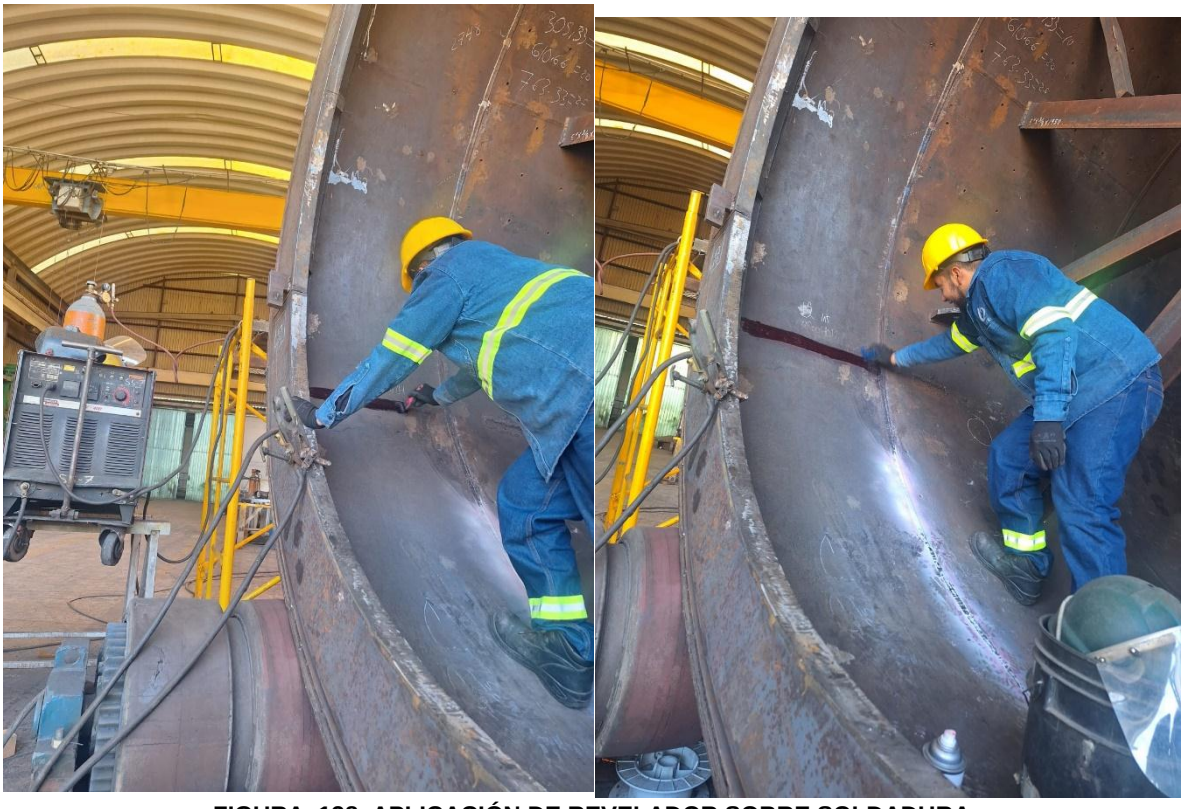


FIGURA 138. APLICACIÓN DE REVELADOR SOBRE SOLDADURA

FIGURA 138.1. INSPECCION VISUAL Y POR LIQUIDOS PENETRANTES

Como evidencia adjunta se presenta un procedimiento operacional de **INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO SEGÚN CODIGO ASME VIII DIV. 1 Y 2 EN JUNTAS DE PENETRACION** como vinculo en la parte de anexos.

FUENTES DE INFORMACION

- American Petroleum Institute (API). (2021). API 510: Pressure Vessel Inspection Code. API Publishing Services.
- American Society of Mechanical Engineers (ASME). (2023). ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section V: Nondestructive Examination. ASME.
- American Society for Nondestructive Testing (ASNT). (2011). Introduction to Nondestructive Testing. ASNT.
- Hellier, C. (2013). Handbook of Nondestructive Evaluation. McGraw-Hill.
- Miller, R. (2012). Radiographic Testing Handbook. Wiley.
- Bernaldo, A. (2024, 11 enero). *¿Qué es la porosidad en la soldadura: causas comunes y prevención?* Arccaptain. https://www.arccaptain.com/es/blogs/article/what-is-porosity-in-welding#:~:text=Una%20causa%20com%C3%BAn%20de%20porosidad%20en%20la%20soldadura%20por%20arco,soldaduras%20sean%20fuertes%20y%20confiables.
- *La realidad sobre la porosidad de la soldadura*. (2022, 25 julio). https://www.thefabricator.com/thefabricatorenespanol/article/arcwelding/la-realidad-sobre-la-porosidad-de-la-soldadura
- *#TITLE# || KOBELCO - KOBE STEEL, LTD. -*. (s. f.). https://www.kobelco-welding.jp/espanol/education-center/abc/ABC_2004-04.html
- Javier. (2023, 30 enero). *Líquidos penetrantes: Inspección en INMAPA Aeronáutica*. Inmapa. https://www.inmapa.com/inspeccion-liquidos-penetrantes-inmapa-aeronautica/#:~:text=La%20Inspecci%C3%B3n%20por%20l%C3%ADquidos%20penetrantes,vanguardia%20en%20nuestras%20diferentes%20verticales.

- Samanez, K. D. M. (2025, 3 enero). *PROCEDIMIENTO DE LÍQUIDOS PENETRANTES EN SOLDADURAS*. Comunidad Marítima Internacional. https://marineandnavalengineering.com/articulos/procedimiento-liquidos-penetrantes-barco/
- User, S. (s. f.-a). *Líquidos penetrantes*. http://iita.com.mx/index.php/end/lp#:~:text=Ventajas%20y%20Limitaciones%20de%20la,puede%20aplicar%20a%20materiales%20porosos.
- User, S. (s. f.-b). *Pruebas de líquidos penetrantes (Inspección por líquidos penetrantes fluorescentes) - Kemet International*. https://www.kemet-international.com/mx/productos/limpieza-de-precision/inspeccion-por-liquidos-penetrantes-fluorescentes#:~:text=Inspecci%C3%B3n%20con%20Penetrantes%20de%20Color,y%20la%20superficie%20de%20fondo.
- *rheonics :: viscosímetro y densímetro*. (2022, 24 febrero). Rheonics :: Viscometer And Density Meter. https://es.rheonics.com/viscosidad/
- Valverde, M., Schwarz, Z. &., & Valverde, M. (2023, 30 marzo). *¿Qué es la viscosidad de un fluido y cómo se mide?* ZS España. https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-es-la-viscosidad-de-un-fluido-y-como-se-mide/
- Admin. (2023, 4 agosto). *Detectando defectos en materiales: la importancia del ultrasonido industrial*. Eymisonic. https://eymisonic.com/detectando-defectos-en-materiales-la-importancia-del-ultrasonido-industrial/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20ultrasonido%20industrial,afectar%20la%20integridad%20del%20material.
- Fernández, Á. L. (2022, 23 octubre). Los polos magnéticos - Jot Down Kids. *Jot Down Kids*. https://kids.jotdown.es/2022/04/27/los-polos-magneticos/
- Jin, J. (2023, 2 septiembre). *Understanding Magnetic Permeability: A Comprehensive guide*. Tengye: Magnet Materials & Magnetic Solutions. https://tymagnets.com/es/comprendiendo-la-permeabilidad-magn%C3%A9tica-una-gu%C3%ADa-completa/
- *Magnetic permeability*. (s. f.). https://paktechpoint.com/magnetic-permeability/

- Matan. (2023, 21 septiembre). *¿Qué es la permeabilidad magnética?* Electricity - Magnetism. https://www.electricity-magnetism.org/es/que-es-la-permeabilidad-magnetica/
- *Partículas magnéticas – PIESADEC*. (s. f.). https://www.piesadec.net/?page_id=592
- SA, S. (2023, 14 marzo). *Ensayos por Partículas Magnéticas | SCI*. SCI SERVICIOS DE CONTROL E INSPECCIÓN S.A. https://scisa.es/ensayos-no-destructivos-y-laboratorio-metalurgico/ensayo-no-destructivos/ensayos-por-particulas-magneticas/#:~:text=VENTAJAS%20DE%20ESTOS%20ENSAYOS,tama%C3%B1o%20como%20de%20peque%C3%B1o%20tama%C3%B1o.
- Saavedra, D. S. M. (2022, 28 noviembre). *GoConqr - Materiales magnéticos*. GoConqr. https://www.goconqr.com/mapamental/38328898/materiales-magneticos
- *Ultrasonido industrial | TELSONIC Ultrasonics*. (s. f.). https://www.telsonic.com/es/footer-menu/procesos/ultrasonido-industrial-una-breve-explicacion/#:~:text=En%20la%20industria%2C%20los%20ultrasonidos,imperceptibles%20para%20el%20o%C3%ADdo%20humano.

ANEXOS

MIF, S.A. DE C.V.	GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD / *QUALITY ASSURANCE MANAGEMENT* PROCEDIMIENTO OPERACIONAL / *OPERATIONAL PROCEDURE* INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES REMOVIBLES CON SOLVENTE/*LIQUID PENETRANT EXAMINATION SOLVENT REMOVABLE*	REF. Nº GAC-26 REV. 2 CAMBIO/ *EDITION* FECHA/ *DATE* 18 JUL 2022/ *18 JULY 2022* HOJA/*SHEET* 1 DE/ *OF* 20

PROCEDIMIENTO OPERACIONAL
OPERATIONAL PROCEDURE

TITULO: INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES REMOVIBLES CON SOLVENTE.

TITLE: LIQUID PENETRANT EXAMINATION SOLVENT REMOVABLE

REFERENCIA: GAC–26
REFERENCE: GAC-26

FECHA DE VIGENCIA: DICIEMBRE 2025
DUE DATE: DECEMBER 2025

☑ Reviewed
☐ Witnessed
Dec 26 2022
Hartford Steam Boiler
15306
HSB

ÁREAS RELACIONADAS / *RELATED AREAS*				
GERENCIA / *MANAGEMENT*	NOMBRE / *NAME*	PUESTO / *POSITION*	FIRMA / *SIGN*	FECHA / *DATE*
GAC	Álvaro Gutiérrez C.	Gte. Aseg. de Calidad		18/07/22
QCI	Karina Méndez P.	Inspector de Líquidos Penetrantes		18/07/22
GPR	Alfonso Torres G.	Producción		18/03/22
QIP	Jose Luis Velazquez	Gte. Ingeniería		18-VII-22

REV / *REV*	FECHA / *DATE*	HECHO POR / *ELABORATED BY*	PUESTO / *POSITION*	REVISADO Y AUTORIZADO POR LA GERENCIA / *REVISED AND AUTHORIZED BY THE MANAGEMENT*	AUTORIZO GERENCIA GENERAL / *AUTORIZED GENERAL MANAGEMENT*	OBSERVACIONES / *REMARKS*
0	26/08/19	Karina Méndez P.	Aseguramiento de Calidad	Álvaro Gutiérrez C.	Alfonso León T.	
1	28/09/20	Karina Méndez P.	Inspector PT	Álvaro Gutiérrez C.	Alfonso león T.	Cambios editoriales
2	18/07/22	Karina Méndez P.	Inspector PT	Álvaro Gutiérrez C.	Álvaro Gutiérrez C.	Cambios editoriales

18/07/22

MIF. S.A. de C.V.

MECATRÓNICA INGENIERÍA Y FABRICACIÓN, S.A. DE C.V.

INGENIERÍA, FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS INDUSTRIALES

Calle Fresnos No. 2 Sta. Bárbara Acuicuitzcatepec, Municipio de Xaltocan, Estado de Tlaxcala,
TEL. 241 415-4593 / 241 415-4154
E-mail: mif@mifingenieria.com.mx

ASEGURAMIENTO DE CALIAD

CARTA DE COMPETENCIA EN CASA

A QUIEN CORRESPONDA:

Esta carta es para verificar que JOSÉ ALBERTO MÉNDEZ ZAMORA es competente en seguir la técnica y el método de examinación para el cual está calificado, incluyendo la realización y la interpretación de la examinación:

LÍQUIDOS PENETRANTES REMOVIBLES CON SOLVENTE

Esta calificación está realizada de acuerdo con ASME sección VIII Div. 1 y el procedimiento GAC-26 "Inspección con líquidos penetrante removibles con solvente", basado en su habilidad, logro, experiencia y educación en el método anterior.

MIF. S.A. DE C.V.

Ing. Álvaro Gutiérrez Carpio
Gerente General

DATE: 10 de Marzo de 2023

Se presenta la porta de la evidencia adjuntando el vínculo para poder abrir el formato en PDF. D:\GAC-27 ULTRASONIDO REV 0.pdf

MIF, S.A. DE C.V.	GERENCIA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PROCEDIMIENTO OPERACIONAL INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO SEGÚN CODIGO ASME VIII DIV. 1 Y 2 EN JUNTAS DE PENETRACION	REF. Nº GAC-27 REV. Nº 0 CAMBIO FECHA 26 AGOSTO 2020 HOJA 1 DE 20

PROCEDIMIENTO OPERACIONAL

TITULO: INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO SEGÚN CODIGO ASME VIII DIV. 1 Y 2 EN JUNTAS DE PENETRACION

REFERENCIA: GAC–27

FECHA DE VIGENCIA: JUNIO 2022

ÁREAS RELACIONADAS				
GERENCIA	**NOMBRE**	**PUESTO**	**FIRMA**	**FECHA**
GGE	Alfonso León T.	Gte. General		
GAC	Álvaro Gutiérrez C.	Gte. Aseg. Calidad		
GAC	Adolfo Solórzano M.	Inspector de control de calidad		
GIP	José Luis Velázquez	Gte. de ingeniería		
ASNT	P.T. José Luis Ponce L.	Inspector nivel III		
HSB	Ing. Francisco Fernández de L.	Inspector autorizado ASME		

Rev.	FECHA	HECHO POR	PUESTO	REVISADO Y AUTORIZADO POR LA GERENCIA	AUTORIZO GERENCIA GENERAL	OBSERVACIONES
0	26/08/20	José Alberto Méndez Zamora	Gestión calidad	Álvaro Gutiérrez.	Alfonso León T.	