

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO
DE FABRICACIÓN DE CALDERAS PIROTUBULARES BASADA EN ASME
BPVC SEC. I EN TERMODINAMICA S.A.”
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO

AUTOR

JOSE MANUEL MONTENEGRO SOTO

ASESOR

DR. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDÁN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2024

PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Unidad de investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía.

TÍTULO:

Diseño de un sistema de control de calidad para el proceso de fabricación de calderas pirotubulares basada en ASME BPVC SEC I en TERMODINAMICA S.A

AUTOR 1: Montenegro Soto Jose Manuel

DNI: 48196833

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2573-0872>

ASESOR: Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldan-

DNI: 08434246

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0072-2413>

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Cercado de Lima-Lima-Lima

UNIDAD DE ANÁLISIS:

Sistema de Control de Calidad

TIPO:

Aplicada

ENFOQUE:

Cuantitativo

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

No experimental

Exploratoria

TEMA OCDE:

2.03.01 Ingeniería mecánica

HOJA DE REFERENCIA Y APROBACIÓN

MIEMBROS DE JURADO

PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS: Dr. Juan Manuel, Palomino Correa

SECRETARIO: Mg. Adolfo Orlando, Blas Zarzosa

MIEMBRO: Mg. Jose Luis, Yupanqui Perez

ASESOR: Dr. Felix Alfredo, Guerrero Roldan

N° DE LIBRO: 001

N° DE FOLIO: 206

N° DE ACTA: 180

FECHA DE APROBACIÓN DE TESIS: 16 de agosto del año 2024

RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD: 150-2023-CU

**ACTA N°180 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**LIBRO 001, FOLIO N°206, ACTA N°180 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE
TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO.**

A los 16 días del mes de agosto del año 2024, siendo las 17:20 horas, se reunieron en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, los miembros del **Jurado Evaluador de Sustentación del I Ciclo Taller de Tesis 2024**, designado con Resolución de Consejo de Facultad N° 110-2024-CF-FIME – Callao, 23 de abril de 2024, para la obtención de los **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

- | | | |
|-----------------------------------|---|------------|
| ▪ Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA | : | Presidente |
| ▪ Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA | : | Secretario |
| ▪ Mg. JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ | : | Vocal |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **JOSE MANUEL MONTENEGRO SOTO**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustenta la tesis "**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CALDERAS PIROTUBULARES BASADA EN ASME BPVC SEC. I EN TERMODINAMICA S.A**", cumpliendo con la sustentación en acto público de acuerdo al artículo 56° de la Resolución de Consejo Universitario N° 150 -2023-CU.- CALLAO, 15 de junio del 2023.

Con el quórum reglamentario, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición y la absolución de las preguntas formuladas por el jurado, y efectuada la deliberación pertinente, acordó por unanimidad: Dar por **APROBADO** en la escala de calificación cualitativa **MUY BUENO**, y con calificación cuantitativa de **16 (DIECISÉIS)** conforme a lo dispuesto en el Artículo 24° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU- CALLAO, 15 de junio de 2023.

Se dio por cerrada la Sesión a las 18:00 horas del día 16 de agosto de 2024.



Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente



Mg. Adolfo Orlando Blas Zarzosa
Secretario



Mg. José Luis Yupanqui Pérez
Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
Jurado Evaluador en las Sustentaciones de Tesis

I N F O R M E

Visto la *Tesis* titulado **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CALDERAS PIROTUBULARES BASADA EN ASME BPVC SEC. I EN TERMODINAMICA S.A”**, presentado por el(la) Bachiller de Ingeniería Mecánica **MONTENEGRO SOTO Jose Manuel**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El *Presidente del Jurado Evaluador en la Sustentación de Tesis*, manifiesta que la Tesis se realizó el viernes 16 de agosto del 2024 a las 17:20 horas. en el Auditorio “Ausberto Rojas Saldaña”, no habiendo observaciones ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado Evaluador, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

Se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 30 de setiembre del 2024



Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
Presidente de Jurado

INFORME FINAL DE TESIS - MONTENEGRO SOTO

11%
Textos
sospechosos



10% Similitudes
< 1% similitudes entre
comillas
0% entre las fuentes
mencionadas
< 1% Idiomas no
reconocidos

Nombre del documento: INFORME FINAL DE TESIS -MONTENEGRO SOTO.pdf
ID del documento: ed32bbb0cd88734589d967c2b428c66630091f1b
Tamaño del documento original: 27,61 MB

Depositante: FIME PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION
Fecha de depósito: 13/8/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 13/8/2024

Número de palabras: 66.747
Número de caracteres: 452.513

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cybertesis.uni.edu.pe http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/20.500.14076/14324/1/delacruz_nr.pdf	2%		Palabras idénticas: 2% (1334 palabras)
2	zdocs.mx 1.0 Procedimiento de Inspeccion de Tuberia Forzada de Acuerdo Al As... https://zdocs.mx/doc/10-procedimiento-de-inspeccion-de-tuberia-forzada-de-acuerdo-al-asme-viii-d...	2%		Palabras idénticas: 2% (1146 palabras)
3	www.asme.org https://www.asme.org/getmedia/b9a84720-5d0f-4f4d-93de-5f6f98073876/bpv-certification_form_ch... 4 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (910 palabras)
4	www.tssa.org https://www.tssa.org/sites/default/files/TSSADoc/BPV-Certification-of-Pressure-Relief-Valve-Repair-... 4 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (903 palabras)
5	www.tssa.org https://www.tssa.org/sites/default/files/2023-10/BPV-Accreditation-of-Manufacturers-Guideline-Rev-... 3 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (849 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	archives.lib.state.ma.us https://archives.lib.state.ma.us/bitstream/2452/857446/1/ocm04109606-1978-06-29S.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
2	repositorio.upci.edu.pe http://repositorio.upci.edu.pe/bitstream/upci/314/1/Tesis Final - Jaime Mayta.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
3	Documento de otro usuario #bbdd0a El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
4	www.asme.org https://www.asme.org/getmedia/1d2fce12-9ebd-46c0-bec6-64ebfcc3f1d3/BPVC_Form_2023.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)
5	Documento de otro usuario #1385bc El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	https://amarineblog.com/2019/09/07/back-gouging-in
2	https://www.emerson.com/documents/automation/pressure-relief-valve
3	https://www.youtube.com/watch?v=wgcxu1cquFs
4	https://archive.org/details/tqm-1-prologo-y-que
5	https://www.linkedin.com/pulse/con-estampa-o-sin-esa-es-la-cuestión

DEDICATORIA

A mi amada esposa Susana por darme ánimos y no dejarme caer durante esta difícil etapa de mi carrera profesional.

Y a nuestra valiente hija Aurora, por ser un ejemplo de lucha durante estos meses tan complicados.

Ustedes son mi mayor motivación y mi más grande bendición.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por proteger a mi familia durante este tiempo y darme la sabiduría para culminar este trabajo. A mis queridos padre y tía Violeta por su apoyo y comprensión durante la investigación. A la familia León-Leyva por su gran ayuda a pesar de todo. A mi jefe y compañeros de Termodinámica S.A. por su cooperación durante la investigación

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción de la realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos	18
1.4. Justificación.....	18
1.4.1. Justificación Práctica	18
1.4.2. Justificación tecnológica	18
1.4.3. Justificación económica	18
1.5. Delimitantes de la investigación.....	19
1.5.1. Delimitante teórico:	19
1.5.2. Delimitante temporal	19
1.5.3. Delimitante espacial.....	19
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes: Internacional y nacional.	20
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes Nacionales	24
2.2. Bases teóricas	29
2.2.1. Calidad	29
2.2.2. Control de calidad	29
2.2.3. Poka Yoke	31
2.2.4. Inspección de origen.....	31
2.2.5. Control de calidad cero (Zero Quality Control).....	32

2.2.6. El proceso siguiente es su cliente	32
2.2.7. Gemba.....	32
2.2.8. Kaizen	33
2.2.9. Calidad Coste y Entrega (QCD).....	34
2.2.10. Caldera Piro tubular	35
2.2.11. Calderas marinas escocesa (SM).....	35
2.2.12. Esfuerzos en las calderas.....	37
2.2.13. Tensiones en las carcassas cilíndricas y tubos	38
2.3. Marco conceptual	41
2.3.1. Fabricación de calderas.....	41
2.3.2. Algunos detalles generales constructivos de las calderas	41
2.3.3. Requisitos de materiales según el código ASME.....	42
2.3.4. Fabricación por soldadura y técnicas NDT (no destructivas).....	43
2.3.5. Uniones Soldadas	43
2.3.6. Defectos de soldadura	44
2.3.7. SMAW	45
2.3.8. GTAW.....	46
2.3.9. GMAW.....	48
2.3.10. FCAW.....	49
2.3.11. Procedimiento de soldadura (WPS y PQR).....	51
2.3.12. Calificación del soldador (WPQ).....	52
2.3.13. Apuntalado (Tack weld)	53
2.3.14. Soldadura con procesos múltiples (Mixta).....	54
2.3.15 Ranurado de respaldo (Back Gouging)	55
2.3.16. Inspecciones de soldadura en campo	56
2.3.17. Pruebas y exámenes no destructivos.....	56
2.3.18. Inspección visual.....	57
2.3.19. Examen radiográfico	58
2.3.20. Inspección con líquidos penetrantes	58
2.3.21. Ensayos de pruebas y fugas.....	59
2.3.22. Válvula de seguridad	59
2.3.23. Personal NDT certificado	62

2.3.24. Simbología de soldadura	63
2.3.25. Costos de soldadura	64
2.3.26. Sistema de control de calidad.....	66
2.3.27. Auditoria de Control de calidad.....	67
2.4. Definición de términos básicos.....	67
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	70
3.1. Hipótesis (general y específicas).	70
3.1.1. Hipótesis General.....	70
3.1.2. Hipótesis Específicas	70
3.2. Operacionalización de variables	71
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	72
4.1. Diseño metodológico.....	72
4.1.1. Tipo de investigación	72
4.1.2. Enfoque de la investigación	72
4.1.3. Nivel de la investigación (Alcance o profundidad).....	73
4.1.4. Diseño de la investigación	73
4.2. Método de investigación.....	73
4.3. Población y muestra.....	74
4.4. Lugar de estudio y periodo de desarrollado.....	74
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.	74
4.6. Análisis y procesamiento de datos. ´	75
4.6.1. Etapa 1: Auditoria del cumplimiento de los requisitos de ASME.	75
4.6.2. Etapa 2: Determinación de acciones correctivas:	101
4.6.3. Etapa 3: Estimación de costos de inversión.....	102
4.6.4. Etapa 4: Diseño del sistema de control de calidad.....	102
4.6.4. Etapa 4: Estimación de Reducción de costos y días.....	103
4.7. Aspectos éticos en la investigación.....	107

V. RESULTADOS	108
5.1. Resultados descriptivos:	108
5.1.2. Diseño de Sistema de Control de Calidad	109
VI. DISCUSION DE RESULTADOS	110
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados:	110
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares:	110
6.3 Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes	111
VII. CONCLUSIONES.....	112
VIII. RECOMENDACIONES	113
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
X. ANEXOS.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Grafico de Pareto de las causas de las NC en taller de fabricación	16
Figura 2.1 Tipos de mejora: innovación y kaizen	33
Figura 2.2 Caldera piro tubular SM de cuatro pasos	35
Figura 2.3 Caldera piro tubular de espalda Seca	36
Figura 2.4 Caldera piro tubular de espalda húmeda	36
Figura 2.5 Pasos de una caldera piro tubular.....	37
Figura 2.6 Caldera con hogar colapsado.....	38
Figura 2.7 Tensiones en carcasas cilíndricas	39
Figura 2.8 Algunas formas permitidas por el condigo de fijación de tuberías...	42
Figura 2.9 Tipos de uniones soldadas.....	44
Figura 2.10 Tipos de uniones soldadas.....	45
Figura 2.11 Elementos del equipo de soldadura SMAW.....	46
Figura 2.12 Elementos del equipo de soldadura GTAW	48
Figura 2.13 Elementos del equipo de soldadura GMAW	49
Figura 2.14 Elementos del equipo de soldadura FCAW	50
Figura 2.15 Posiciones utilizadas para calificar soldadores.....	53
Figura 2.16 Apuntalado de recipiente a presión.....	54
Figura 2.17 Soldadura mixta.....	54
Figura 2.18. Falta de penetración en juntas a tope	55
Figura 2.19. Técnica del Backgouging	55
Figura 2.20 Galgas de soldadura para inspección visual.....	57
Figura 2.21 Inspección de una placa radiográfica de una junta soldada	58
Figura 2.22 Aplicación de tintes penetrantes a pase raíz de soldadura	59
Figura 2.23 Válvula de seguridad	60

Figura 2.24 Instalación válvula de seguridad según Sección I	61
Figura 2.25 Simbología de soldadura	63
Figura 2.26 Sistema de control de calidad	66
Figura 3.1 Caja Negra Sistema de control de calidad	70
Figura 4.1. Flujo de Análisis e interpretación de datos por etapas	75
Figura 4.2. Plan de auditoría a los elementos y subelementos del sistema de control de calidad	76
Figura 4.3. Nombramiento de Coordinador del Sistema de gestión de Calidad	76
Figura 4.4. Organigrama general de TERMODINAMICA S.A.	78
Figura 4.5. Requerimientos del cliente	79
Figura 4.6. Planos de fabricación	80
Figura 4.7. Planos Welding.....	80
Figura 4.8. Lista de Materiales.....	82
Figura 4.9. Plancha de acero para caldera.....	82
Figura 4.10. Certificado de calidad de la plancha	83
Figura 4.11. Material de aporte de soldadura.....	83
Figura 4.12. Válvula de seguridad para caldera.....	83
Figura 4.13. Flujograma del programa de inspección y examen	85
Figura 4.14. Corte de plancha de caldera	86
Figura 4.15. perforación de plancha de caldera	86
Figura 4.16. perforación de plancha de caldera usando machina	87
Figura 4.17. Soldadura de carcasa de la caldera.....	88
Figura 4.18. Técnica del Backgouging	88
Figura 4.19. Juntas a tope circulares y longitudinales.....	89
Figura 4.20. Examen Radiográfico a las juntas longitudinales de la caldera....	90

Figura 4.21. Inserción del Hogar a la caldera.....	91
Figura 4.22. Inserción de la placa porta tubos y los tubos a la caldera	91
Figura 4.23. Soldadura de accesorios	92
Figura 4.24. Prueba de hermeticidad hidrostática.....	93
Figura 4.25 Prueba de presión de válvula de seguridad.....	94
Figura 4.26 Generación de graficas de la prueba de presión de la válvula	94
Figura 4.27. Calificación del soldador.....	97
Figura 4.28. END de probeta de Soldador	98
Figura 4.29. Ensayo con líquidos penetrantes	100
Figura 5.1. Gráfico de Pareto de las NC de la auditoria.....	108
Figura 5.2. Caja blanca del sistema de control de calidad.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Espesores de plancha requeridos para las calderas	42
Tabla 2.2 Funciones de los inspectores ASNT	62
Tabla 2.3 Ecuaciones utilizadas para estimar los costos directos de la soldadura por arco	65
Tabla 3.1 Operacionalización de las variables.....	71
Tabla 4.1 Diferencias entre los enfoques cuantitativo y cualitativo	72
Tabla 4.2 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .	74
Tabla 4.3 Verificación de cumplimiento de autoridad y responsabilidad	77
Tabla 4.4 Verificación de cumplimiento de organización.....	78
Tabla 4.5 Verificación de cumplimiento de elaboración de diseño y planos	81
Tabla 4.6 Verificación de cumplimiento de elaboración de Control de materiales.....	84
Tabla 4.7 Verificación de cumplimiento de elaboración de programa de inspección y ensayos	94
Tabla 4.8 Verificación de cumplimiento de elaboración No Conformidades	96
Tabla 4.9 Verificación de cumplimiento de Soldadura	99
Tabla 4.10 Verificación de cumplimiento de Ensayos no destructivos	101
Tabla 4.11 Selección de atributos esenciales.....	102
Tabla 4.12 Costo de planilla de personal operativo	103
Tabla 4.13 Costo del servicio de examen radiográfico	103
Tabla 4.14 Costo del servicio de Calificación del soldador.....	104

Tabla 5.1. Porcentaje de cumplimiento de ASME BPVC sec I.....	108
Tabla 5.2. Reducción de costos y días en el proceso de fabricación	109

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ASME.	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.....	7
API.	Instituto Americano del Petróleo.....	7
GLP.	Gas Licuado de Petróleo.....	7
BPVC.	Código de Calderas y Recipientes a Presión.....	7
CC.	Control de Calidad.....	8
SCC.	Sistema de Control de Calidad.....	9
WPS.	Especificación del procedimiento de soldadura.....	18
AWS.	Sociedad Americana de Soldadura.....	18
ISO.	Organización Internacional de Normalización.....	19
QCD.	Calidad Coste y Entrega	24
NDT.	Ensayos No Destructivos.....	32
ASNT.	La Sociedad Americana de Ensayos No Destructivos....	33
SMAW.	Soldadura con Arco Metálico Protegido	33
GMAW.	Soldadura con Arco Metálico de Gas	33
GTAW.	Soldadura con Arco de Gas al Tungsteno.....	33
FCAW.	Soldadura con Arco con Núcleo Fundente	33
PQR.	Registro de Calificación de procedimiento.....	33
WPQ.	Calificación de rendimiento de soldadura.....	34

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la provisión global de equipos a presión para las industrias de gas, petróleo y otras ha crecido exponencialmente. En este contexto el código más usado para garantizar una construcción segura de estos equipos es por lejos, es el Código de calderas y recipientes a presión (BPVC) de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME). Sin embargo, pesar del uso generalizado del Código ASME, existe un concepto erróneo sobre cómo lograr el cumplimiento de los requisitos del Código, y, además, el valor agregado que implica una certificación formal (Estampa) ASME versus un requerimiento general de compra especificando que los equipos deben ser diseñados y construidos "según el Código ASME" (**Masters, 2017**).

Mackay y Pillow (2011) resumen que la construcción de las calderas y recipientes a presión bajo las reglas de ASME BPVC se lleva a cabo de la siguiente manera: El ASME certifica a un fabricante (es decir, después de la revisión y aceptación apropiadas de las instalaciones, la organización y el **Sistema de control de calidad** del fabricante, autoriza al fabricante a participar en la construcción del Código). A continuación, el fabricante construye, documenta, certifica y estampa la caldera de acuerdo con las reglas del ASME BPVC. Las actividades del fabricante son supervisadas e inspeccionadas por un tercero.

El **AWS (2018)** explica que el ASME BPVC tiene un requisito fundamental que lo hace único en la industria de la manufactura: la inspección de terceros (independiente del fabricante y del propietario) durante la construcción de los equipos para verificar el cumplimiento de los requisitos del código vigente.

El ASME BPVC también especifica que antes de construir una caldera o recipiente a presión, el fabricante debe tener un **Sistema de control de calidad** y un manual de calidad que lo describa. El sistema debe ser aceptable para el organismo de inspección autorizado. Con base en los resultados de una auditoría del **Sistema de calidad** del fabricante, ASME puede emitir al fabricante un Certificado de Autorización y un sello para estampar (**AWS, 2018**).

Para el caso de la fabricación de calderas, estas reglas se encuentran en PG-105.4 y Apéndice A-300 del ASME BPVC sección I, ambos titulados “**Sistema de Control de Calidad**” (Mackay Y Pillow, 2011).

En los países donde se exigen que las calderas sean certificadas (como Estados Unidos y Canadá), conceptos del ASME BPVC, como el **Sistema de Control de Calidad**, son bastante conocidos por los fabricantes. En cambio, son poco conocidos en países de la región, donde ninguno exige certificación ASME, y son prácticamente desconocidos en países como Perú donde no existe ningún tipo de exigencia o normativa para la fabricación de calderas.

Dentro de las investigaciones más recientes que traten el control de calidad en la fabricación de calderas la información es bastante limitada. La forma en la que los autores abordan sus investigaciones es diversa, estas tesis basan todos sus objetivos, análisis y desarrollo en el aspecto financiero, administrativo y productivo. Pero ninguna se enfoca en los temas centrales de la calidad como: reducción de defectos, reducción de reprocesos, mejoras del producto o cumplimiento del código.

La importancia de investigar sobre este tema es radica en que a nivel local no hay mucha información sobre el uso adecuado del ASME BPVC, casi todas las empresas locales constructoras de calderas fabrican sus equipos “según el código ASME” y no en cumplimiento de los requerimientos del ASME BPVC. El diseñar un sistema de control de calidad será el primer paso para empezar a conocer los beneficios de usar el ASME BPVC de forma correcta, de aprovechar la experiencia de más un siglo en fabricaciones que contiene el ASME BPVC para reducir los defectos en la fabricación de las calderas y garantizar la seguridad para los usuarios finales y la sociedad.

La presente tesis tuvo como objetivo principal diseñar un sistema de control de calidad para la fabricación de calderas piro-tubulares basada en ASME BPVC sección en la empresa TERMODINAMICA S.A.

Este trabajo se centró en estudiar el sistema de control de calidad en forma técnica y detallada, para lograr esto se seleccionó el método sistémico. Se verifico el cumplimiento del actual sistema de control con respecto al ASME BPVC mediante una auditoria, luego se determinaron las acciones correctivas y los costos de inversión que requerirán llevarlas a cabo. Con esta información se realizó el diseño de control de calidad a través de una caja blanca. Por último, se realizó un cálculo de la reducción de pérdidas por NC producto de aplicar el Sistema de control de calidad. Se usaron Técnicas e instrumentos tanto empíricas como documentales.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El ASME BPVC se utiliza ampliamente incluso en países del mundo donde no existe jurisdicción que exija certificación ASME (Estampa). En ese caso, generalmente es el propietario/usuario (cliente) de la caldera o recipiente a presión quien especifica que se utilizará el Código ASME, generalmente a través de un alcance o contrato en el que indica que el equipo debe construirse o diseñarse "de acuerdo con" ASME (**Masters, 2018**).

En estos casos es el mismo el único cliente verifica que se cumplan los requisitos, y dado que la mayoría de los clientes no son inspectores especializados muchas veces se pasan por alto verificar varios de los requisitos del código.

Según **Masters (2018)**, se ha estimado en base a un estudio de equipos instalados en un país de América del Sur, donde comúnmente se especifica que los equipos están contruidos "de acuerdo con" el Código ASME, que se puede verificar que menos del 5% de ese equipo cumple con todos los requisitos del Código.

Esto evidencia que para que el Código sea eficaz, debe existir algún medio para asegurar que se ha cumplido. Para esto el código contempla en su estructura la inspección de una tercera parte para el estampado (certificación) de forma clara y detallada. En contraste, no hay una definición clara sobre cuáles son las intenciones cuando un equipo es especificado como "diseñado y construido de acuerdo con el Código ASME" (**Masters, 2017**).

Ante esta realidad muchos clientes en la región prefieren las calderas y recipientes a presión certificadas ya que la estampa les asegura que los equipos que están comprando son seguros y confiables.

En el caso de Perú casi no existen empresas certificadas por ASME por lo que las empresas locales con mayor capacidad financiera optan por importar estos equipos.

Para comenzar el proceso de certificación se requiere que el fabricante diseñe una descripción escrita de su sistema de control de calidad de acuerdo con lo que indica el ASME BPVC (**Masters, 2017**).

Según **Gamarra (2019)** El 80% de los clientes opinan sobre La Implementación de un Sistema de Gestión de Calidad Basado en el Código ASME Sección VIII División 1, en Tanques a presión que, son excelentes, ya que obtendrán la Certificación ASME Estampa “U” en la Empresa MASPROD S.A.C. Mientras que el 18% piensan que son muy buenos y el 2% son buenos, ninguno de los encuestados considera que es regular o malo.

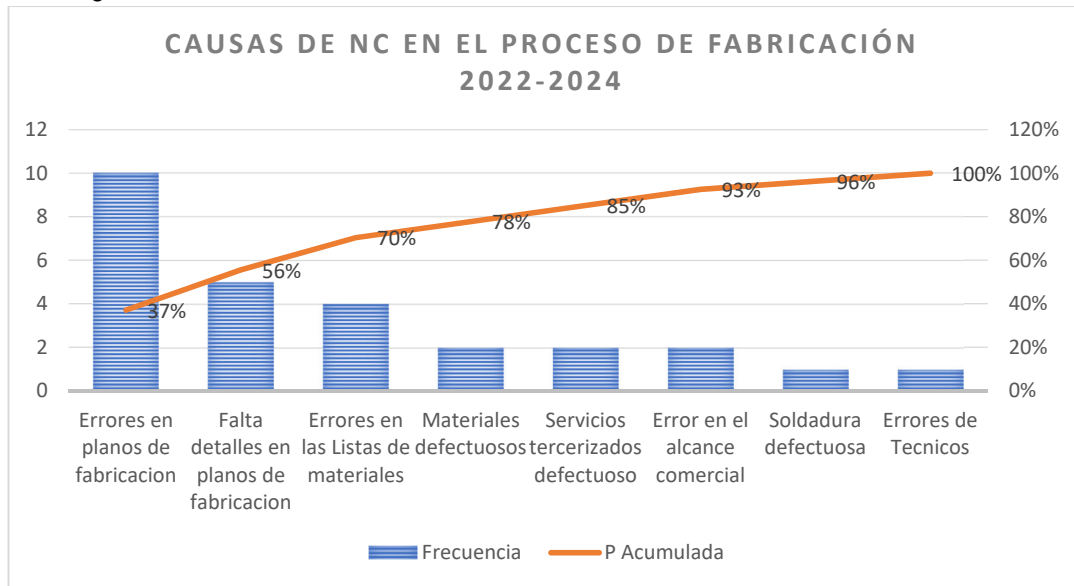
En el rubro de manufactura local aún predomina la creencia de que los controles de calidad son prácticas innecesarias que encarecen la producción, esto se puede deberse a que muchos creen que aplicar **Control de Calidad** significa aumentar la inspección. Esto sumado al hecho de que el ASME BPVC es un conjunto de reglas para consultas y no un manual de fabricación de fácil de entender, genera que existan muchas empresas que fabrican estos equipos de forma hechiza, esto quiere decir que su diseño y construcción no se basan ni en cálculos, ni en normas, ni han pasado por ningún proceso control de calidad, sino simplemente están construidas en base de la experiencia y el criterio de sus fabricantes. Son estos equipos los que protagonizan tragedias locales como explosiones y derrames.

En este rubro se encuentra desde hace varias décadas la empresa TERMODINAMICA S.A. una empresa que fabrica equipos que trabajan con fluidos industriales, una de sus principales líneas de negocios es el diseño, fabricación de calderas piro tubulares y recipientes a presión en base al ASME BPVC, y para cada fabricación entrega un dossier de calidad de fabricación como evidencia. TERMODINAMICA S.A. tiene un sistema de gestión de calidad basada en ISO 9001:2015 pero no cuenta con un sistema de control de calidad certificado por ASME que le permita estampar sus calderas y recipientes a presión.

Dentro del marco del control de calidad en la fabricación se detectaron un considerable número de No conformidades durante el periodo 2022-2024 tal como se aprecia en el gráfico. Muchas de las causas de las No

Conformidades, como los defectos de soldadura, fueron corregidas de forma temprana en el lapso indicado, pero muchas persistieron, como los errores en los planos, tal como se puede apreciar en el gráfico. Esto se debe que no se llegó a un consenso con los jefes de área sobre el tratamiento adecuado de estas NC. Y debido a que la norma ISO 9001:2015 solo proporciona directrices genéricas para tratar estos problemas, se corre el riesgo de no corregir estos problemas y de recaer en los problemas ya corregidos.

Figura 1.1 Grafico de Pareto de las causas de las NC en taller de fabricación



Ante esta problemática surgió la necesidad por diseñar un sistema de control de calidad que siga los lineamientos del ASME BPVC.

Se optó que el alcance de este sistema de control de calidad sea la fabricación de calderas piro tubulares en el rango de 60 a 250 BHP debido a que son los productos más competitivos de la empresa.

Se determinó necesario verificar que aspectos del control de calidad llevados hasta ahora cumplen con los requisitos del ASME BPVC sección I.

También es necesario determinar las acciones correctivas necesarias para cumplir con los requisitos del ASME BPVC I así como estimar los costos de inversión que requerirá aplicar dichas acciones correctivas.

También se determinó necesario estimar la reducción de pérdidas por NC al aplicar el Sistema de control de calidad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo diseñar el sistema de control de calidad para el proceso de fabricación de calderas piro tubulares basada en ASME BPVC SEC I en TERMODINAMICA S.A.?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo verificar el grado de cumplimiento de sistema del control de calidad con respecto al ASME BPVC SEC I?

¿Cómo determinar las acciones correctivas para solucionar los problemas de incumplimiento en el sistema de control de calidad con respecto a ASME BPVC I?

¿Cómo estimar el costo de inversión de cada acción correctiva a realizar en el sistema de control de calidad para lograr el cumplimiento con respecto a ASME BPVC I?

¿Cómo determinar la reducción de perdidas por NC al aplicar el Sistema de control de calidad basado en ASME BPVC I?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar el sistema de control de calidad para el proceso de fabricación de calderas pirotubulares basada en ASME BPVC SEC I en TERMODINAMICA S.A.

1.3.2. Objetivos específicos

- Verificar el grado de cumplimiento de sistema del control de calidad con respecto al ASME BPVC SEC I.
- Determinar las acciones correctivas para solucionar los problemas de incumplimiento en el sistema de control de calidad con respecto a ASME BPVC.
- Determinar el costo de inversión de cada acción correctiva a realizar en el sistema de control de calidad para lograr el cumplimiento con respecto a ASME BPVC
- Determinar la reducción de perdidas por NC al aplicar el Sistema de control de calidad basado en ASME BPVC I

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Práctica

La presente investigación se justificó prácticamente porque propuso la estandarización del proceso de fabricación de calderas piro tubulares en la empresa TERMODINAMICA S.A.

1.4.2. Justificación tecnológica

La presente investigación se justificó tecnológicamente debido a que el sistema de gestión busca mejoras tanto en los procesos de manufactura como en las características del equipo a fabricar.

1.4.3. Justificación económica

La presente investigación se justificó económicamente porque el diseño del sistema de control de calidad no representa un costo adicional significativo en comparación a los beneficios que este puede brindar.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitante teórico:

La investigación estuvo centrada en los formalismos de procesos de manufactura relacionados con diseñar el sistema control de la calidad que se usará en el proceso de fabricación de calderas piro tubulares.

1.5.2. Delimitante temporal

La investigación se desarrolló en el segundo trimestre del año 2024, periodo en el cual se diseñó el sistema de control de calidad en la empresa TERMODINAMICA S.A.

1.5.3. Delimitante espacial

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la empresa TERMODINAMICA S.A. ubicada en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de Lima.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacional y nacional.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Jurado y Bernales (2021) en su tesis titulada “Diseño de un plan de implementación de la certificación ASME en la línea de producción de recipientes a presión, calderas e intercambiadores de calor de la empresa HeatExchanger”, trabajo realizado para optar el Master en Gestion de Proyectos en la Escuela superior politecnica del Litoral, ESPAE Escuela de Negocios-Ecuador, tiene como objetivo evaluar un proyecto destinado a mejorar los procesos internos. la organización está certificada a través de la gestión de calidad. Esta medida es el resultado de identificar externalidades que se pueden lograr debido a componentes organizacionales faltantes o rotos que afectan los objetivos organizacionales que pueden medirse mediante indicadores del Cuadro de Mando Integral. El análisis anterior se llevó a cabo identificando las brechas en la empresa, primero utilizando la matriz FODA, que describe el impacto de estos factores externos, y teniendo en cuenta los estándares culturales y las limitaciones de la organización, prioricé las brechas que necesitaban ser dirigido. La organización pretende incrementar su participación de mercado e integrar diferentes elementos a su propuesta de valor, tratando de incluir un sistema de gestión que muestre la conformidad del producto terminado validando sus diferentes puntos de producción y diferentes soportes. el proceso involucrado. Una vez generadas las principales alternativas, se evalúan frente a diversos criterios y condicionantes internos y externos de carácter técnico, financiero, social, ambiental y regulatorio, y esta evaluación da como resultado la mejor alternativa según la estrategia. . Este trabajo es esencial para el estudio propuesto, ya que informará la viabilidad de implementar un sistema de control de calidad basado en ASME e informará la planificación desde una perspectiva de gestión. También se ha utilizado el trabajo de **Pillana y Masaquiza (2017)** titulado “Desarrollo del procedimiento de control de calidad para la construcción de un autotanque de gas de petróleo (GLP) de 8000 galones de capacidad de

cabeza semiesférica según las normas ASME”, trabajo realizado para optar el Título ingeniero Automotriz en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica -Ecuador, cuyo objetivo fue desarrollar procedimientos de control de calidad para la construcción de camiones cisterna hemisféricos de gas licuado de petróleo (GLP) de 8,000 galones de acuerdo con las normas ASME. Este trabajo se inició con el estudio de las normas que regulan este tipo de trabajos, seguido de un estudio de empresas certificadas que realizan este tipo de trabajos, como por ejemplo "Industria Acero de los Andes" en Quito, y algunas visitas para observar cómo funciona la construcción. proceso se lleva a cabo y qué tipo de inspección se realiza. Con base en la información recolectada se elaboró un manual de procedimientos que describe los pasos a seguir y controlar en cada etapa del proceso constructivo. Se desarrollaron entradas para probar varias etapas, se realizaron pruebas no destructivas y pruebas dimensionales al camión cisterna de GLP. Las empresas certificadas implementan manuales de procedimientos de control de calidad, y los resultados obtenidos demuestran que los camiones cisterna de GLP son fabricados de acuerdo a las especificaciones mencionadas en las normas ASME, satisfaciendo las necesidades de los clientes y garantizando seguridad y calidad. El estudio concluyó que la preparación del Manual de procedimientos de control de calidad de los buques cisterna de GLP ha contribuido en gran medida al mundo empresarial para que se puedan producir productos de calidad para los clientes mediante la implementación del manual. Se recomienda que el equipo utilizado para las pruebas esté calibrado adecuadamente para obtener datos seguros, precisos y confiables. Este estudio es relevante para el estudio propuesto porque los procedimientos de control de calidad desarrollados para los tanques de almacenamiento de GLP tienen casi los mismos principios que los sistemas de control de calidad de las calderas, ya que los tanques de almacenamiento de GLP se construyen utilizando ASME BPVC Sección VIII y yo uso el mismo para la construcción del código. Una pieza donde las diferencias en los requisitos de control de calidad entre las dos piezas son

mínimas porque se fabrican de manera similar, aunque el producto final sea diferente.

Por otra parte, **Thakur, Gebrelibanos y Gabrey (2019)** en su artículo titulado "Selección del proceso de soldadura por arco a través de una evaluación de calidad y costos", publicado en la International Journal of Current Engineering and Technology, presenta una metodología para comparar tres procesos de soldadura, a saber, SAW (soldadura por arco sumergido), SMAW (soldadura por arco metálico de protección) y GMAW (soldadura por arco metálico con gas) y seleccionar el mejor para una aplicación determinada. El estudio es la selección del proceso de soldadura por arco para mejorar la calidad y el caso de costo de soldadura en MIE y propone un método para determinar el proceso de soldadura comparando el tiempo, la calidad y el costo, contra uno sobre el otro de los tres tipos de soldadura por arco. Las soldaduras se ejecutaron en el centro de formación MIE. La selección se basó en un doble criterio: costes operativos y costes no cualitativos. El primero está relacionado con los costos normales evaluados en este tipo de decisiones, como el costo de los consumibles, el costo de la mano de obra, etc. Es la pérdida financiera sufrida por el cliente cada vez que la variable de respuesta se aleja de su valor objetivo o presenta variabilidad.

Los resultados indicaron que la no calidad y los costos operativos del proceso SAW son ligeramente menores en comparación con el GMAW y el SMAW. SAW es selectivo entre ellos en cuanto a calidad. Por lo tanto, es el mejor proceso para la aplicación dada. Sin embargo; el costo incurre en un poco alto para GMAW.

Esto puede ser complementado con el artículo de **Patrick y Newell (2014)** titulado "Comprendiendo el costo de la soldadura: uso de la soldadura por arco con núcleo fundente (FCAW) para la reducción de costos y la mejora de la productividad", publicado en Proceedings of the ASME 2014 Pressure Vessels & Piping Conference, California, USA, en donde señalan que La soldadura a menudo se enumera como una operación de producción que a

las empresas les gustaría reducir el costo general y mejorar la productividad; Sin embargo, la mayoría de las empresas simplemente implementan programas de reducción de costos enfocados en reducir los costos de los consumibles de soldadura. Aunque son significativos e importantes, estos costos de materiales asociados generalmente representan solo un pequeño porcentaje del costo total, es decir, del 10 al 20% (consumibles de soldadura del 8 al 15% y energía y equipo del 2 al 5%) del costo total de soldadura en una operación de soldadura típica de los EE. UU. Para reducir aún más los costos de soldadura, las empresas deben mirar más allá. Dado que la mano de obra y los gastos generales, que se relacionan directamente con la productividad, representan aproximadamente del 80 al 85% del costo total de cualquier operación de soldadura, también ofrecen las mayores oportunidades para una reducción significativa de costos. El simple cambio de la soldadura por arco metálico blindado (SMAW) a la soldadura por arco con núcleo fundente (FCAW) puede reducir el costo de mano de obra y aumentar la productividad. Debido al aumento de la eficiencia de deposición y el factor de funcionamiento de FCAW, la tasa de deposición de soldadura aumenta, lo que se traduce en un aumento de la productividad. El aumento de la productividad, a su vez, reduce el costo de mano de obra al reducir las horas-hombre requeridas para completar cualquier soldadura. Un beneficio adicional que se obtiene al usar FCAW es que también reduce significativamente el nivel de habilidad requerido por el soldador para producir soldaduras de igual calidad. Cuando todos estos beneficios se combinan, FCAW ofrece importantes oportunidades de ahorro de costos al reducir la mano de obra y, al mismo tiempo, mejorar la productividad.

Por último **PRAJAPATI, BADHEKA y MEHTA (2018)** en su artículo titulado “Una perspectiva sobre la comparación de soldaduras híbridas de diferentes pasadas de raíz y pasadas de relleno de FCAW y GMAW con soldaduras clásicas de pasadas de raíz y pasadas de relleno similares”, publicado en *Sādhanā: Academy Proceedings in Engineering Sciences*,

India, se aplicó soldadura por arco metálico con gas y soldadura por arco con núcleo fundente sobre material de acero al carbono SA516 Gr70 (Acero para calderas). Se aplicaron dos pasadas híbridas diferentes, en las que se aplicó alambre tubular y alambre sólido a la pasada de raíz y a la pasada de relleno una por una y viceversa. Además, se adquirieron dos soldaduras más de paso de raíz de electrodo similar y paso de relleno de soldadura por arco con núcleo de fundente y soldadura por arco metálico con gas. El análisis comparativo se llevó a cabo en términos de examen de macroestructura y microestructura, ensayos de tracción, variaciones de dureza y ensayos de impacto para estas soldaduras clásicas e híbridas. Los resultados revelan que las soldaduras híbridas conducen a mejores propiedades de impacto en relación con las soldaduras clásicas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Vilchez (2016) en su tesis titulada “Propuesta de mejora de calidad en los procesos para la fabricación de calderas a vapor en una empresa del sector metalmeccánico”, trabajo realizado para optar el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Peruana de ciencias aplicadas, se analizó cómo las mejoras en los procesos productivos impactan en los tiempos de entrega de una empresa dedicada a la fabricación de calderas a vapor por encargo, con potencias que varían entre 10 y 50 BHP. La investigación se centró en la necesidad de revisar y ajustar los tiempos debido a los retrasos en la entrega final.

Estos retrasos se produjeron en varias etapas, incluyendo el ensamblaje de las planchas, el diseño, y la instalación y conexión de instrumentos de medición y control, lo que llevó a demoras mayores a las previstas. También se identificó la falta de seguimiento en el proceso, así como deficiencias en el trabajo individual de los operarios y en el uso del área de trabajo.

Los resultados mostraron una reducción del 27% en el tiempo de fabricación, con un promedio que llegó a ser de 28 días, y una disminución

en el camino crítico de 7 días, pasando a 21 días. Sin embargo, algunas holguras no pudieron ser reducidas debido a las limitaciones del espacio, aunque se espera que esto se solucione con un nuevo diseño de distribución del área de trabajo.

Aunque tanto esta tesis como la investigación actual abordan la calidad en la fabricación de calderas, difieren en su enfoque. La tesis de **Vilchez (2016)** se centra en mejorar la productividad y los tiempos de producción, mientras que la investigación actual se enfoca en los defectos de calidad.

También se puede destacar el trabajo de **Gamarra (2019)** titulado “Implementación de un sistema de gestión de calidad basado en el código ASME SECCIÓN VIII, DIVISIÓN 1, para tanques a presión con el objetivo de obtener la certificación ASME estampa ‘U’ en la empresa MASPROD S.A.C. – 2018”, trabajo realizado para optar el Título de Ingeniero Metalúrgico en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. El propósito de esta investigación es aplicar un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) fundamentado en el Código ASME SECCIÓN VIII DIVISIÓN 1, para asegurar que los tanques a presión reciban la certificación ASME estampa ‘U’. Esta implementación tiene el potencial de fortalecer a la empresa MASPROD S.A.C. al establecer un modelo de calidad durante la construcción de los tanques a presión en sus talleres.

Según la opinión de los trabajadores, el 60% considera el modelo de calidad como excelente, el 25% lo califica como muy bueno y el 15% lo ve como bueno. Estos resultados se deben a la sólida base histórica en calidad, su relevancia, los beneficios que aporta, su aplicación en diversas empresas y su papel como estrategia competitiva. La investigación también facilitó la comprensión y diferenciación de las normas del Código ASME SECCIÓN VIII DIVISIÓN 1, lo que contribuyó a mejores resultados en el estudio.

La metodología utilizada para el diagnóstico organizacional, que abarca factores administrativos, operativos y de calidad, permitió evaluar los procedimientos, instructivos y métodos específicos para el control de

calidad. Los clientes evaluaron el servicio con un 72% de calificaciones como excelente, un 20% como muy bueno y un 8% como bueno, lo que apoya la obtención de la certificación ASME estampa 'U'. Además, se ha diseñado un plan de trabajo para cumplir con los requisitos y mantener el certificado ASME estampa 'U'. La empresa ha logrado cumplir entre el 80% y el 85% de los requisitos del cliente, con el desafío de implementar y alcanzar metas para consolidarse como una de las mejores a nivel nacional e internacional. El primer paso en este proceso es establecer un modelo de calidad, seguido de la elaboración de procedimientos, instructivos y métodos específicos para el control de calidad, y finalmente, contar con un Manual de Control de Calidad y la certificación ASME estampa 'U' en MASPROD S.A.C. Aunque esta tesis y la investigación actual proponen la implementación de un sistema de calidad basado en el ASME BPVC, la investigación de Gamarra carece de un diagnóstico del proceso de fabricación en campo y se basa únicamente en encuestas.

Noriega (2019) en su tesis "Diseño de un Sistema de Aseguramiento y Control de Calidad en la fabricación de tanques de almacenamiento para optimizar el abastecimiento de combustible", trabajo realizado para optar el Título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Cesar Vallejo, el objetivo es establecer y proyectar un conjunto organizado de procedimientos para gestionar y supervisar desde el inicio hasta el final las actividades operativas involucradas en la fabricación de cuatro tanques para hidrocarburos y un tanque para agua, todos de acero estructural ferroso, cumpliendo con normas, códigos, estándares y especificaciones técnicas. Para alcanzar estos objetivos, se identificaron las etapas críticas del proceso de fabricación y se desarrollaron protocolos e instructivos enfocados en verificar que el material cumpla con los requisitos de fabricación, que la soldadura ofrezca niveles aceptables de fiabilidad respecto al diseño final, y que los procesos de fabricación y montaje sean adecuados para garantizar la integridad de los tanques. Esto se verificó mediante métodos de inspección, ensayos destructivos y no destructivos,

aplicando tanto conocimientos técnicos como teóricos necesarios para cumplir con los objetivos establecidos.

Los resultados indican que, siguiendo los protocolos diseñados, es posible desarrollar proyectos metalmecánicos con éxito, llevando a cabo las actividades de manera segura y ordenada. Además, se logró reducir la presencia de defectos, los cuales fueron identificados y corregidos a tiempo para evitar posibles fallas en el futuro. También se garantizó el cumplimiento de los cronogramas establecidos, evitando reprocesos y pérdidas económicas para la empresa.

De esta investigación, destaca el uso de ensayos destructivos para evaluar los materiales y comparar sus propiedades mecánicas con las especificadas en los certificados de calidad, lo que asegura que el material funcionará conforme a lo proyectado en las memorias de cálculo.

También tenemos el trabajo de **Caqui (2019)**, en su titulado “Metodología para la calificación de un procedimiento de soldadura según el código ASME SECCION VIII DIV.1 para la construcción de un tanque a presión en la empresa CONSTRUCCIONES METALICAS S.A.C.”, trabajo realizado para optar el Título de Ingeniero Metalúrgico en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, tiene como objetivo Aplicar la metodología para la calificación de un procedimiento de soldadura según el Código ASME Sección VIII Div. 1 en la construcción de un tanque a presión en la empresa Construcciones Metálicas S.A.C. En este estudio se aplicó un diseño de la investigación no experimental ya que busco describir variables y analizar su incidencia e interrelación referentes los procesos de soldadura aplicados y ejecutados en los talleres de la empresa Construcciones Metálicas S.A.C.. Se concluyó que la necesidad de aplicar una metodología durante la calificación de procesos de soldadura es el determinar la secuencia correcta para realizar la calificación del WPS.

Del trabajo anterior podemos extraer la simplificación del proceso de calificación del procedimiento de soldadura, haciendo que esta sea fácil de entender y aplicar en la fabricación de tanques a presión.

Esto se puede complementar con la tesis de **Cantu (2022)**, titulada "Implementación plan de calidad según AWS Y ASME para mejorar la calidad de soldadura en la empresa IMM Metales SAC", trabajo realizado para optar el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Cesar Vallejo, cuyo objetivo principal fue mejorar la calidad de la soldadura conforme a los códigos de construcción AWS y ASME. Este objetivo se alcanzó mediante la implementación de un plan de calidad en diversas actividades del proceso de fabricación, asegurando el cumplimiento de los lineamientos de los códigos internacionales. Utilizando una metodología de investigación aplicada con un enfoque cuantitativo, un diseño experimental y una categoría preexperimental, se logró mejorar la calidad de la soldadura. Se determinó la importancia de implementar un plan de calidad de soldadura que comenzara con la recepción de materiales y cumpliera con las variables esenciales de los procedimientos de soldeo, además de calificar a los soldadores de acuerdo con los códigos internacionales. Las conclusiones indicaron que la propuesta de mejora aumentó la calidad de la soldadura en un 57.9%, cumpliendo así con los objetivos planteados. Se encontró que la implantación de un plan de calidad según AWS D1.1 y ASME IX mejoró significativamente la calificación de procedimientos de soldadura en un 39.53%, según el resultado estadístico de la prueba T-Student con un nivel de significancia de 0.0. Esta investigación resalta el uso de estadísticas para evaluar los resultados de la implementación del plan de calidad, demostrando los beneficios significativos obtenidos en los procesos de fabricación tras la implementación de un plan de calidad basado en normas internacionales como la ASME y AWS, beneficios que se lograron sin requerir una inversión significativa de dinero.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad

Taguchi (1986) dice que la calidad es la pérdida que un producto causa a la sociedad después de ser entregado. Esta definición puede ser malinterpretada en dos puntos. Una es que parece significar exactamente lo contrario de lo que normalmente se entiende por calidad. Algunas personas sostienen que la calidad debe ser vista como valor.

Para la **ISO** una organización orientada a la calidad promueve una cultura que da como resultado comportamientos, actitudes, actividades y procesos para proporcionar valor mediante el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes y otras partes interesadas pertinentes. La calidad de los productos y servicios incluye no sólo su función y desempeño previstos, sino también su valor percibido y el beneficio para el cliente **(2015, p.2)**.

Taguchi (1986) dice sin embargo, **que** el valor es un concepto subjetivo; Cada uno tiene su propia idea de lo que constituye el valor. La determinación de esta cualidad subjetiva de valor es un problema de marketing y planificación de productos de vital importancia para una empresa, pero no es un problema de ingeniería. Esta es la razón por la que Taguchi (1986) se opone a tratar las preguntas de calidad como preguntas de valor.

Otro problema es el significado de la pérdida. En el contexto de la definición de calidad, la pérdida debe limitarse a dos categorías:

- (1) Pérdida causada por la variabilidad de la función
- (2) Pérdida causada por efectos secundarios dañinos

Taguchi (1986) dice que un artículo de buena calidad realiza sus funciones previstas sin variabilidad y causa pocas pérdidas a través de efectos secundarios dañinos, incluido el costo de su uso.

2.2.2 Control de calidad

Taguchi (1986) dijo que mientras el control de costos implica minimizar diversas pérdidas que pueden ocurrir antes de que se envíen los

productos, el control de calidad implica minimizar dos tipos de pérdidas que pueden ocurrirle al público después del envío. Para esto sugirió que el control de calidad en una organización debería dividirse en dos funciones secuenciales: control de calidad fuera de línea y control de calidad en línea. El control de calidad fuera de línea incluye dos etapas: diseño del producto y desarrollo del proceso:

- **La etapa de diseño del producto** implica la creación de un nuevo producto o modelo de un producto existente. El objetivo del diseño de productos es identificar plenamente las necesidades del cliente y desarrollar productos que satisfagan esas necesidades y se produzcan de manera consistente y económica (Taguchi, 1986).
- **La etapa de diseño del proceso** generalmente se considera una función de ingeniería de fabricación. Esto incluye especificar procesos y equipos, establecer estándares de trabajo, documentar procedimientos e implementar especificaciones de producción claras y manejables (Taguchi, 1986).

Control de calidad en línea Esta función de control de calidad incluye operaciones de fabricación y relaciones con los clientes. **Taguchi (1986)** dice que deberían clasificarse tres métodos de control de calidad en la fabricación:

- **Diagnóstico y ajuste del proceso.** El proceso se mide periódicamente y se realizan ajustes para trasladar los parámetros de interés a valores nominales (**Taguchi, 1986**).
- **Predicción y corrección del proceso.** Los parámetros del proceso se miden periódicamente para poder predecir las tendencias. Si los pronósticos muestran desviaciones de los valores esperados, se realizan ajustes correctivos en el proceso (**Taguchi, 1986**).
- **Medición y acción del proceso.** Esto incluye la inspección de todas las unidades (100%) en busca de defectos que requieran reelaboración o descarte. Debido a que este método se utiliza con una

unidad ya fabricada, es menos deseable que los otros dos tipos de control (**Taguchi, 1986**).

2.2.3. Poka Yoke

Shingo (1986) dice que cuando los supervisores advierten a los trabajadores que presten más atención o que se aseguren de no olvidar nada, a estos se les está pidiendo que realicen operaciones como si poseyeran infalibilidad divina, En lugar de ese enfoque, dice **Shingo (1986)**, se debe reconocer que las personas son; ante todo, solo humanos, y como tales, en algunas ocasiones, olvidarán inadvertidamente las cosas. Es más efectivo incorporar mecanismos como una lista de verificación en la operación para que si un trabajador olvida algo, el mecanismo señale ese hecho, evitando así que ocurran defectos, a este tipo de mecanismos o dispositivos se les denomina poka-yoke (a prueba de errores en japones) porque sirven para prevenir el tipo de errores inadvertidos que cualquiera puede cometer. En realidad, este concepto de poka-yoke se basa en la misma idea que el "a prueba de tontos", un enfoque ideado principalmente para preservar la seguridad de las operaciones. En términos de funciones de gestión, este tipo de dispositivo poka-yoke cumple una función de control que complementa la función de ejecución.

2.2.4. Inspección de origen

Karatsu (2017) dice que la experiencia nos enseña que la inspección no garantiza la calidad del producto. La clave del control de calidad reside en el proceso de fabricación. Las piezas defectuosas son el resultado de falta de precisión o de un procesamiento incompleto.

Shingo (1986) dice que las Inspecciones de origen son métodos de inspección que, en lugar de estimular la retroalimentación y la acción en respuesta a los defectos, se basan en la idea de descubrir errores en las condiciones que dan lugar a defectos y realizar retroalimentación y acción en la etapa de error para evitar que esos errores se conviertan en defectos.

2.2.5. Control de calidad cero (Zero Quality Control)

Shingo (1986) dice que el Control de Calidad Cero es el sistema de producción ideal, uno que no fabrica ningún defecto. Para lograr este ideal, son necesarias dos cosas Poka-Yoke e Inspección de Origen. Un sistema de control de calidad cero se basa en las siguientes ideas básicas:

1. Utilice inspecciones en origen, es decir, inspecciones para prevenir defectos, para eliminar los defectos por completo. Esto no significa ocuparse de los resultados de la generación de defectos, sino de aplicar funciones de control en la etapa en la que se originan los defectos.
2. Utilice siempre inspecciones del 100 por ciento en lugar de inspecciones de muestreo.
3. Minimice el tiempo que se tarda ~ en llevar a cabo una acción correctiva cuando aparecen anomalías.
4. Los trabajadores humanos no son infalibles. Reconozca que las personas son humanas y configure dispositivos de poka-yoke efectivos en consecuencia. Los dispositivos Poka Yoke cumplen funciones de control que deben ser efectivas para influir en las funciones de ejecución.

2.2.6. El proceso siguiente es su cliente

Ishikawa (1988) dice que los trabajadores de una determinada etapa del proceso de producción deben ver a los trabajadores del siguiente proceso de producción como sus clientes finales, es decir que el jefe del proceso debe enfocar las actividades de su área como un servicio que se realiza a los trabajadores del proceso siguiente. Por lo tanto, el jefe de proceso debe procurar brindar a los trabajadores del siguiente proceso un producto y servicio de calidad, es decir sin defectos que le generen reprocesos y otros problemas.

2.2.7. Gemba

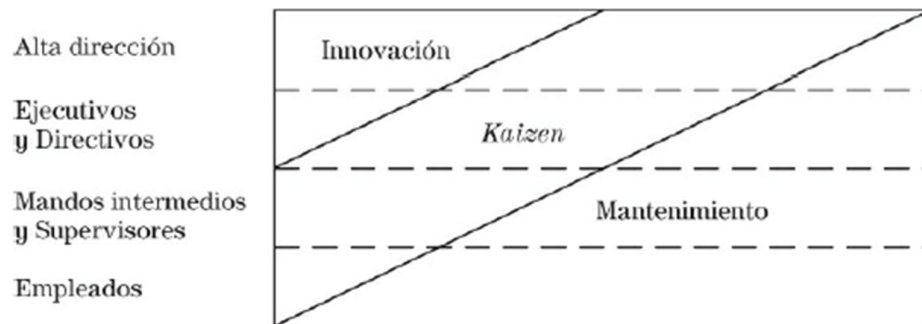
Imai (2015) dice que, en japonés, Gemba se traduce como "lugar real": el lugar donde ocurren las acciones verdaderas. Gemba es el sitio donde se

lleva a cabo la acción y se pueden encontrar los hechos. En el contexto empresarial, es donde se realizan las actividades que añaden valor para satisfacer al cliente. En un sentido más específico, Gemba se refiere al lugar donde se producen los bienes o servicios y donde adquieren su forma. Es en el Gemba donde se añade valor al producto o servicio con el objetivo de satisfacer al cliente, permitiendo así que la empresa pueda sobrevivir y prosperar.

2.2.8. Kaizen

Imai (2015) señala que, en japonés, Kaizen significa "mejora continua". Dentro del contexto del kaizen, la gestión tiene dos funciones principales: mantenimiento y mejora. El mantenimiento se refiere a actividades destinadas a mantener los niveles actuales en tecnología, gestión y operación, preservándolos a través de la formación y la disciplina. La mejora, por otro lado, se enfoca en actividades que buscan superar los estándares actuales. Esta mejora puede clasificarse como kaizen o como innovación (ver figura 2.1). Kaizen implica pequeñas mejoras resultantes de esfuerzos continuos, mientras que la innovación representa una mejora drástica lograda mediante una considerable inversión de recursos en nuevas tecnologías o equipos. Cuando el dinero es un factor clave, la innovación tiende a ser costosa.

Figura 2.1 Tipos de mejora: innovación y kaizen



Fuente: Tomado de "Gemba Kaizen.", por Imai, 2015

2.2.9. Calidad Coste y Entrega (QCD)

Kimura (2022) dice es QCD (Calidad, Costo y Entrega) es suministrar productos de buena calidad a un precio razonable y en el tiempo requerido. Esta debe ser la misión para con los clientes.

Ishikawa (1988) dice que por muy buena que sea la calidad, el producto no podrá satisfacer al cliente si el precio es excesivo. En otras palabras, no podemos definir la calidad sin tener en cuenta el precio.

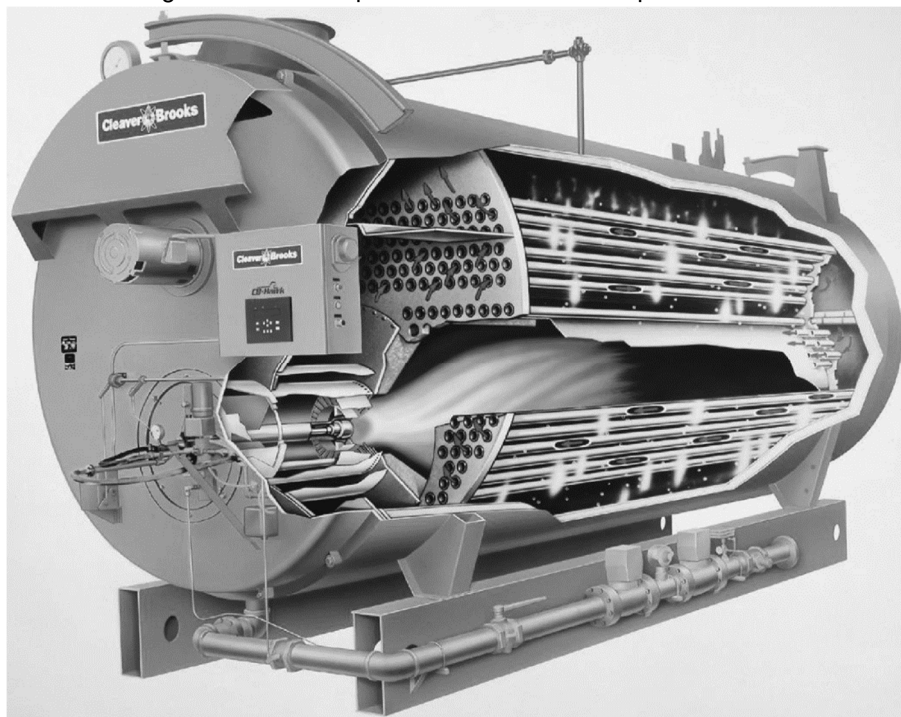
Karatsu (2017) dice que con demasiada frecuencia la gente asocia calidad excelente con precios altos, dan por supuesto que por encima de cierto nivel el control de calidad empuja hacia arriba hasta que el producto es demasiado caro como para competir esa lógica pierde de vista el punto más importante, que los costos de producción bajan en proporción con la subida de la calidad del producto. Un control de calidad eficiente reduce claramente la cantidad de productos defectuosos, menos productos se desechan y menos se tienen que volver a hacerse. Se empieza a ver una disminución importante en los costos primarios en conjunto. Esta es una razón principal por que los productos de buena calidad cuestan menos en fabricarse. La segunda razón es que siempre que se ha hecho una gran cantidad de productos defectuosos algo funciona mal. Para eliminar los defectos, la maquinaria debe repararse o reajustarse, los materiales deben cambiarse y varios procesos deben modificarse. Cuando no salen productos defectuosos, no se necesitan tales ajustes, el resultado es una mayor productividad y un costo menor.

Imai (2015) afirma que, entre los objetivos fundamentales de calidad, costo y entrega (QCD), la calidad debe tener siempre la máxima prioridad. No importa cuán atractivos sean el precio o las condiciones de entrega de un producto; la empresa no podrá competir si el producto o servicio ofrecido carece de calidad. Implementar un credo de "la calidad ante todo" requiere que los directivos se comprometan con este principio, ya que a menudo se enfrentan a la tentación de hacer concesiones para cumplir con los requisitos de entrega o reducir costos.

2.2.10. Caldera Pirotubular

La caldera de tubos de humos o pirotubular (de tubos de fuego) es la caldera que más prevalece y se utiliza para aplicaciones de calentamiento de procesos industriales y comerciales. El diseño SM (Sctoch Marine, marina escocesa), de hogar interior es el tipo pirotubular dominante para ambos tipos de procesos (véase Figura 2.2), industriales y de calefacción, hasta alrededor de 22.5 toneladas/Hora de capacidad. Por encima de esta capacidad de producción generalmente se utilizan las calderas de tubos de agua (Wohlfarth y Kohan, 2021).

Figura 2.2 Caldera pirotubular SM de cuatro pasos



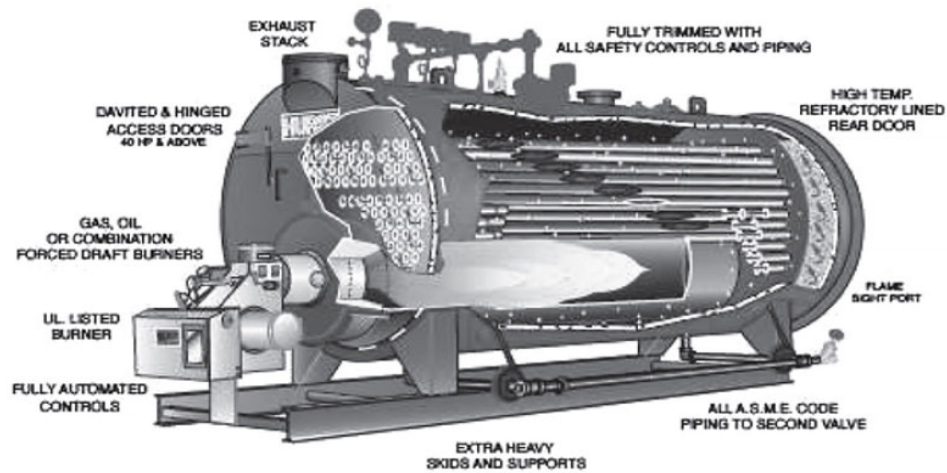
Fuente: Tomado de "Power boilers: a guide to Section I of the ASME boiler and pressure vessel code," Por Mackay, John R. y Pillow, James T., 2011

2.2.11. Calderas marinas escocesa (SM)

El mayor número de calderas en uso hoy en día en plantas comerciales y pequeñas plantas industriales son las calderas marinas escocesa (SM). La caldera SM está soldada como una unidad compacta que consta de una vasija o recipiente de presión con quemador, controles, ventilador de tiro,

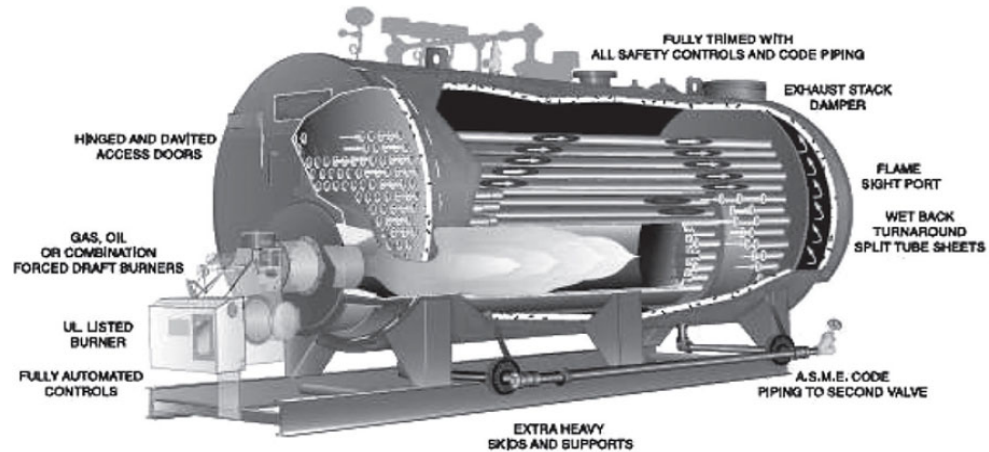
controles de tiro y otros componentes ensamblados en una unidad completamente probada de fábrica. La caldera SM (de hogar interior y tubos fe humos) está construida como un hogar de espalda húmeda, como se muestra en la Figura 2.3, o de espalda seca, mostrada en la Figura 2.4. (Wohlfarth y Kohan, 2021).

Figura 2.3 Caldera piro tubular de espalda Seca



Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

Figura 2.4 Caldera piro tubular de espalda húmeda



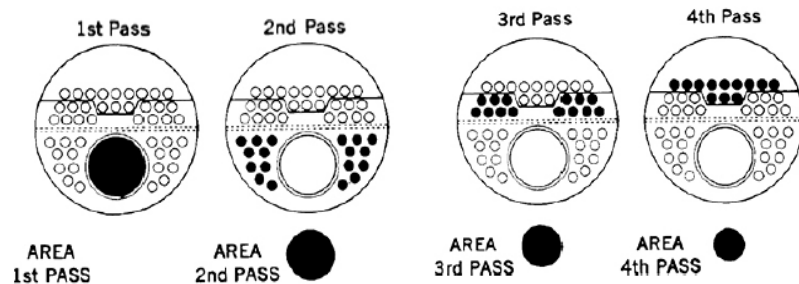
(b) Wet-back boiler

Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

En las calderas de diámetro grande, es práctico utilizar más de un hogar. Dos, tres o incluso cuatro hogares se utilizan en las grandes calderas de este tipo. La figura 2.5 es una vista en corte seccional de un modelo de cuatro pasos. Esta unidad mantiene una velocidad de gases alta de manera continua **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

Como los gases calientes atraviesan los cuatro pasos, como se ve en la figura, transfieren calor al agua de la caldera y así se enfrían y ocupan menos volumen a medida que progresan por los diferentes pasos de tubos **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

Figura 2.5 Pasos de una caldera piro tubular

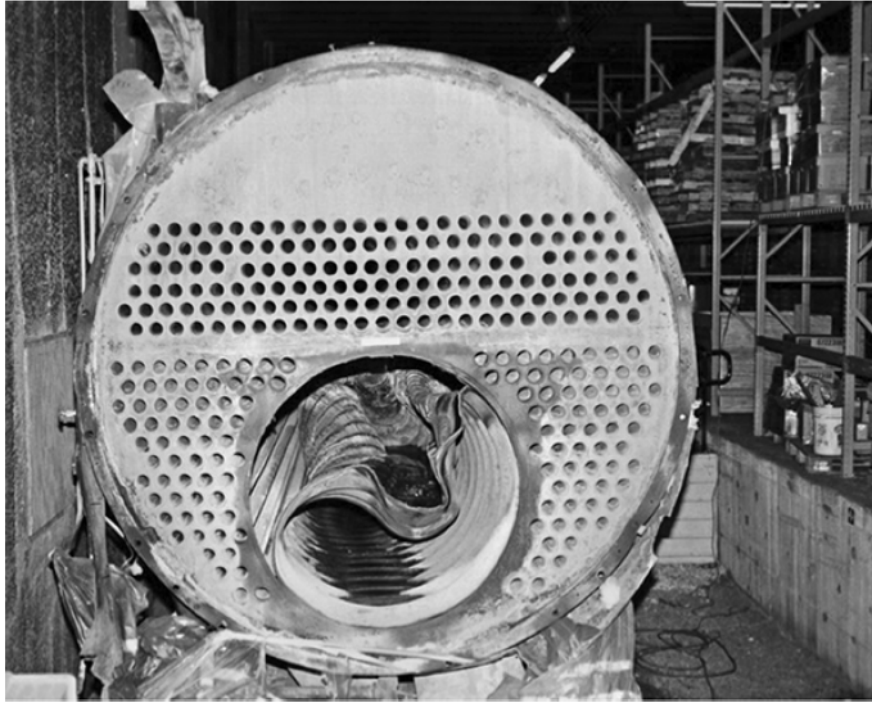


Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

2.2.12. Esfuerzos en las calderas

Las calderas y muchos recipientes a presión conllevan peligros inherentes que pueden causar grandes daños a la propiedad, lesiones y pérdida de vidas. Estos surgen de las presiones que están confinadas en las calderas, la alta temperatura a la que pueden operar, los ciclos impuestos en servicio que pueden llevar a fallas por "fatiga" y, por último, el desgaste que se produce en los componentes materiales con el paso del tiempo. En la figura 2.5 se puede ver la plancha del hogar de caldera sobrecalentada colapsa hacia adentro por la presión de la caldera **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

Figura 2.6 Caldera con hogar colapsado

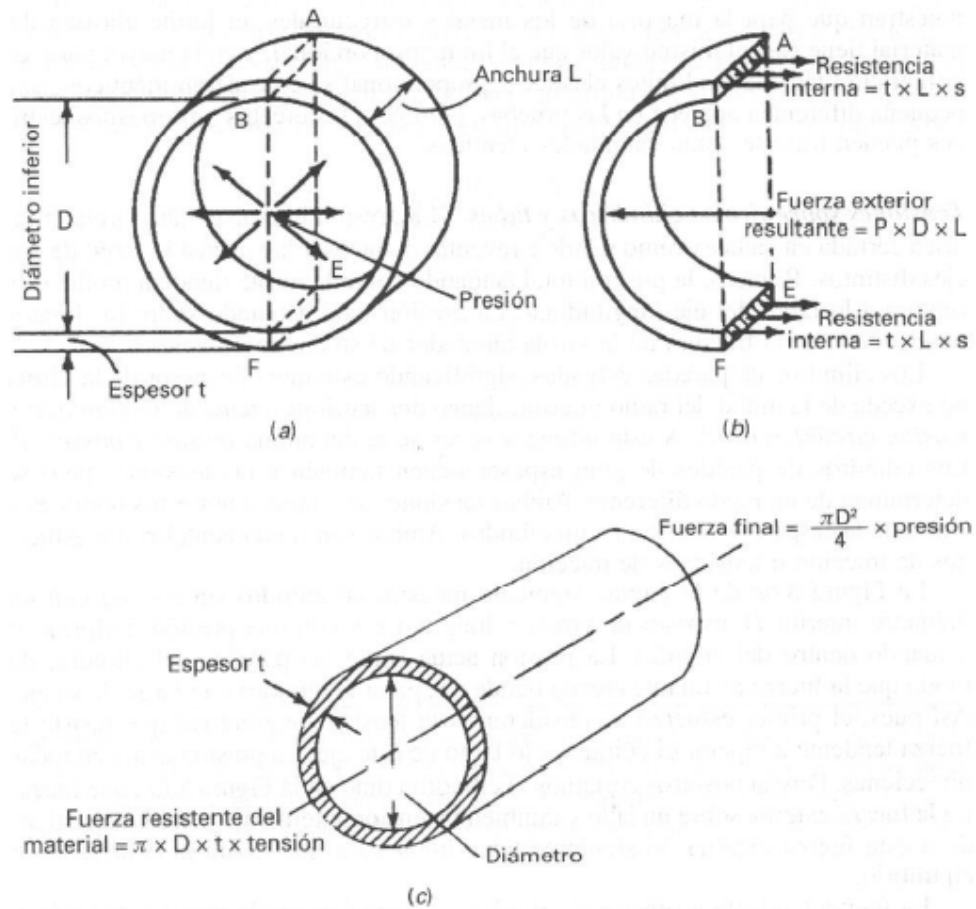


Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

2.2.13. Tensiones en las carcacas cilíndricas y tubos

La presión interna en una carcaca cilíndrica cerrada en cada extremo tiende a reventar el recipiente a lo largo de dos ejes distintos. En primer lugar, la presión total que actúa sobre la carcaca tiende a provocar la ruptura a lo largo de un eje longitudinal. La presión total que actúa sobre las cabezas tiende a provocar la fractura de la carcaca alrededor de su circunferencia. Los cilindros de paredes delgadas, es decir, aquellos en los que el espesor de la carcaca no supera la mitad del radio interior, tienen dos tensiones, la tensión longitudinal y la tensión circunferencial. Esta última a veces se denomina tensión transversal. Los cilindros de paredes gruesas también tienen estas tensiones, pero se determinan de manera diferente. Ambas tensiones son conocidas con estos nombres debido a la carga que resisten en un cilindro. Ambas son fundamentalmente tensiones de tracción (Wohlfarth y Kohan, 2021).

Figura 2.7 Tensiones en carcasas cilíndricas



Notas: (a) y (b) La fuerza longitudinal con la presión actuando sobre el lateral del cilindro tiende a separar el cilindro a lo ancho. (c) La presión sobre el fondo del cilindro tiende a separar el cilindro circunferencialmente

Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

La figura 2.6a muestra un cilindro sin costura con un diámetro interior D , un espesor de carcasa t , una longitud L y con una presión uniforme P que actúa dentro del cilindro. La presión actúa en todas direcciones. Pero si nosotros cortamos el cilindro como en la figura 2.6b, que muestra la fuerza externa sobre un lado y también la tensión interna del material resistiendo a esta fuerza externa, lo siguiente tiene lugar para que exista la condición de equilibrio (Wohlfarth y Kohan, 2021).

La fuerza que tiende a dividir el cilindro es el área por la presión. Aquí es

$$D \times L \times P = \text{Fuerza actuando sobre un lado}$$

donde $D \times L = \text{área efectiva proyectada}$. La fuerza interna del material que resiste esta fuerza es:

$$Tensión \times \text{area del material}$$

o

$$S_L \times t \times L \times 2 = \text{fuerza resistente}$$

Donde $t \times L = \text{una sección del material}$. Pero como son dos áreas materiales resistiendo la fuerza. Esto está multiplicando por dos.

Igualando las dos fuerzas dadas:

$$D \times L \times P = S_L \times t \times L \times 2$$

De aquí se deduce que la Tensión longitudinal es:

$$S_L = \frac{PD}{2t}$$

La fuerza que tiende a separar la tapa del final del cilindro, o alrededor de su circunferencia, se muestra en la Figura 2.6c. La presión actuando sobre cada tapa final crea una fuerza que es igual al área circular multiplicado por la presión o:

$$\frac{\pi D^2}{4} \times \text{presión} = \text{Fuerza final}$$

El material resiste con una fuerza igual al área final del material multiplicado por la tensión, es decir:

$$\pi D t S_C = \text{Fuerza resistente}$$

Donde S_C es la tensión circunferencial. Igualando las dos fuerzas para su equilibrio da:

$$\frac{\pi D^2}{4} \times P = \pi D t S_C$$

Resolviendo por eliminación, resulta para la tensión circunferencial:

$$S_C = \frac{PD}{4t}$$

Si comparamos esto con la tensión, longitudinal, encontramos que la tensión circunferencial es la mitad de la longitudinal. Las dos ecuaciones

de las tensiones longitudinal y circunferencial so las ecuaciones fundamentales de la resistencia del material **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

2.3. Marco conceptual

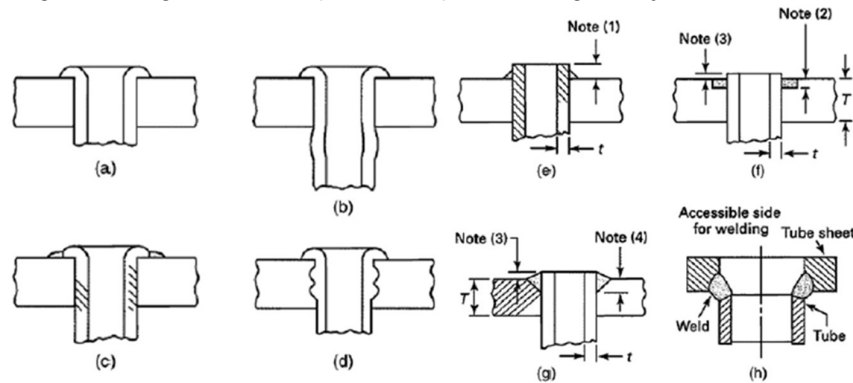
2.3.1. Fabricación de calderas

El método de la Sección I para lograr un diseño seguro de calderas es relativamente simple. Requiere todas las características que se consideran necesarias para la seguridad (por ejemplo, vidrio del medidor de agua, válvula de alivio de presión, manómetro, válvula de retención, drenaje) y luego proporciona reglas detalladas que rigen la construcción de los diversos componentes que componen la caldera, como tubos, tuberías, cabezales, carcasas y cabezas. Este enfoque es análogo al viejo dicho de que una cadena no es más fuerte que su eslabón más débil. En el caso de una caldera, se puede considerar que los eslabones de la cadena figurativa son el material, el diseño (fórmulas, cargas, tensiones admisibles, detalles constructivos), las técnicas de fabricación, incluida la soldadura, el examen, la inspección, las pruebas, la protección contra sobrepresión y la certificación mediante estampación e informes de datos. Si cada uno de estos elementos cumple con las reglas apropiadas de la Sección I, se obtiene una caldera segura. Un elemento importante de este proceso de construcción es un programa de control de calidad, destinado a asegurar que se ha seguido el Código **(Mackay y Pillow, 2011)**.

2.3.2. Algunos detalles generales constructivos de las calderas

La caldera pirotubular tiene los finales de los tubos expuestos (véase figura 2.6.) a los productos de la combustión y tiene otras superficies planas que requieren arrostros con acero estructural para evitar un espesor de chapa excesivo **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

Figura 2.8 Algunas formas permitidas por el código de fijación de tuberías



Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

Las carcasas deben ser circulares dentro del límite del 1 por ciento del diámetro medio (véase tabla 2.1.). Los espesores de carcasa no deben ser menores que los siguientes por regla del código (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

Tabla 2.1 Espesores de plancha requeridos para las calderas

Diámetro interior de la carcasa	Espesor mínimo requerido
36" o menos (91,44 cm)	0.25" (6.35 mm)
Entre 36" y 54" (91.44 y 137.6 cm)	0.3125" (7.94 mm)
Entre 54" y 72" (137.6 y 182.9 cm)	0.50" (12.7 mm)
Más de 72" (182.9 cm)	0.56125 (14.26 mm)

Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

2.3.3. Requisitos de materiales según el código ASME

Deben seguirse por el fabricante ciertos procedimientos para estar seguros de que solamente se usan materiales especificados según la normativa de construcción de calderas. Estos controles deben incluir los siguientes.

- El material a utilizar para una caldera o recipiente a presión debe especificarse en la sección del código bajo el cual se construye la caldera.
- El fabricante de la caldera o recipiente a presión generalmente pide materiales según el Código al proveedor.
- El fabricante acerista es responsable de efectuar las pruebas necesarias según las especificaciones dadas según la Sección II del código ASME de calderas y recipientes a presión (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

2.3.4. Fabricación por soldadura y técnicas NDT (no destructivas)

Cada sección del Código tiene un capítulo sobre requisitos de soldadura. Por ejemplo, la Sección I, Calderas de potencia, tiene la parte PW titulada “Calderas Soldadas”, que proporciona algunos requisitos para juntas soldadas y pruebas no destructivas que deben aplicarse como seguro de calidad de que una soldadura consistente ha sido realizada sobre un material en consideración. Otros documentos que pertenecen al material de este capítulo comprenden:

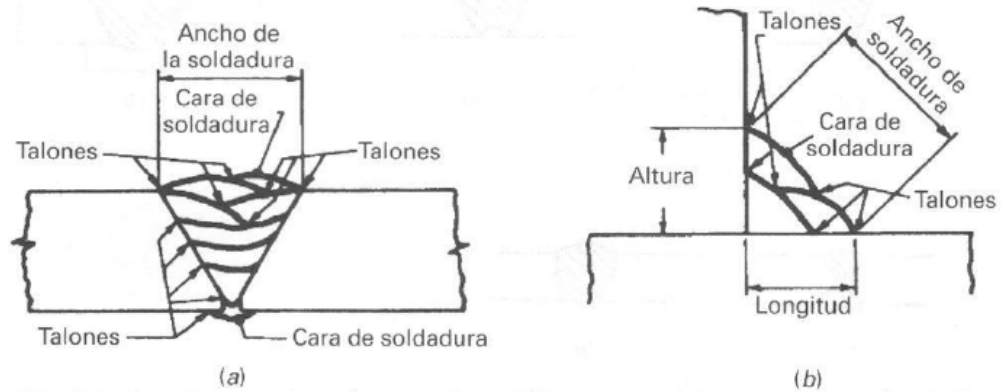
- Sección V, código ASME, Examen no destructivo, que proporciona detalles y requerimientos para los diferentes métodos no destructivos (NDT)
- Sección IX, Soldadura y calificaciones de refuerzos para soldadores, operadores y procedimientos de soldadura.
- ASNT's SNT-TC-1A, Practica recomendada para cualificación y certificación del personal NDT. Esto proporciona detalles sobre calificación de los tres niveles de clasificación reconocidos por esta vía **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

2.3.5. Uniones Soldadas

La soldadura es el método clave empleado en la fabricación de calderas y recipientes a presión. Los materiales utilizados en la construcción de calderas de potencia y piezas sometidas a presión deben limitarse en aquella sección como material admisible y con la especificación correspondiente como se lista en la Sección II del Código. La soldadura requiere ciertos procedimientos, y los operarios y soldadores deben estar cualificados en orden a poder cumplir la normativa de soldadura.

La Sección I del código ASME permite que los siguientes procesos de soldadura se usen en calderas de potencia: Arco metálico protegido (SMAW), arco metálico de gas (GMAW), arco de gas al tungsteno (GTAW), arco con núcleo fundente (FCAW), etc **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

Figura 2.9 Tipos de uniones soldadas



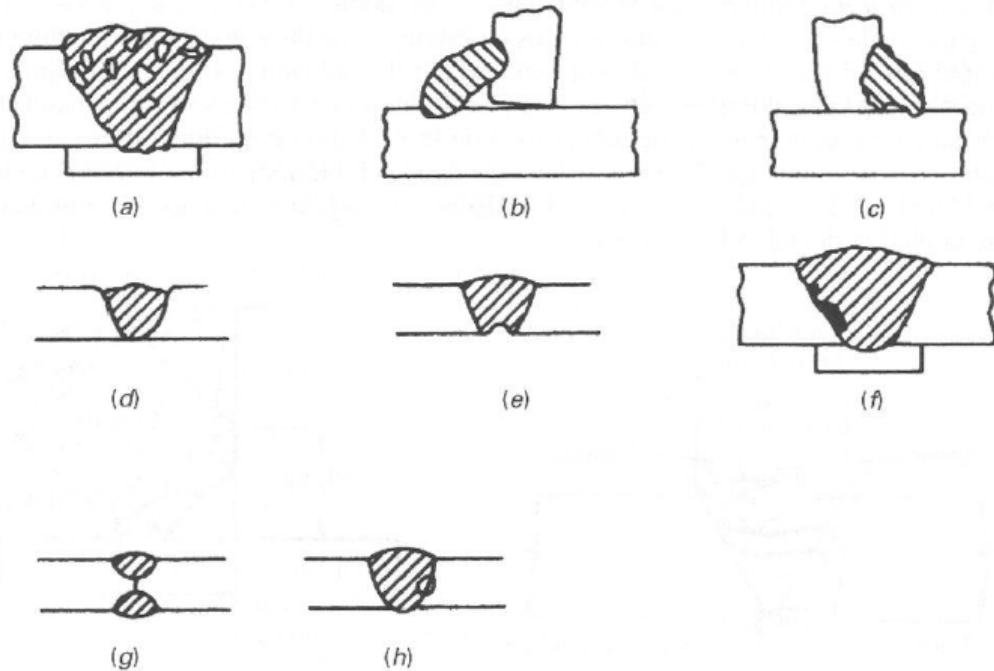
Notas: Terminología de la soldadura: (a) Soldadura a Tope (b) Soldadura a filete

Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

2.3.6. Defectos de soldadura

Hay ciertos problemas de soldadura que los buenos procedimientos de soldadura y la habilidad de soldadura intentan evitar. La Figura 2.7 enumera algunos defectos comunes de soldadura y los pasos a seguir para evitar estos problemas. Un problema común de soldadura es la inclusión de escoria. Se trata de un material sólido no metálico atrapado en una unión soldada o entre el metal de soldadura y el metal base. La escoria es objetable porque impide la resistencia de las uniones metálicas en función de las características del metal. La porosidad de una soldadura son los huecos o bolsas de gas que quedan en una soldadura como resultado de una soldadura incorrecta o dificultades de soldadura. Cuando se produce la fusión, los metales base soldados se ven afectados en una zona llamada zona afectada por el calor (ZAT). La zona afectada por el calor es aquella parte del metal base que no se ha fundido, pero en la que las propiedades estructurales del metal base han sido alteradas por el calor de la soldadura (Wohlfarth y Kohan, 2021).

Figura 2.10 Tipos de uniones soldadas



Notas: Posiciones de las pruebas: (a) porosidad (b) penetración inadecuada (c) fusión incompleta (d) soldadura incompleta (e) cavidad en raíz (f) inclusión de escorias (g) penetración incompleta de la raíz (h) fusión lateral incompleta

Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

2.3.7. SMAW

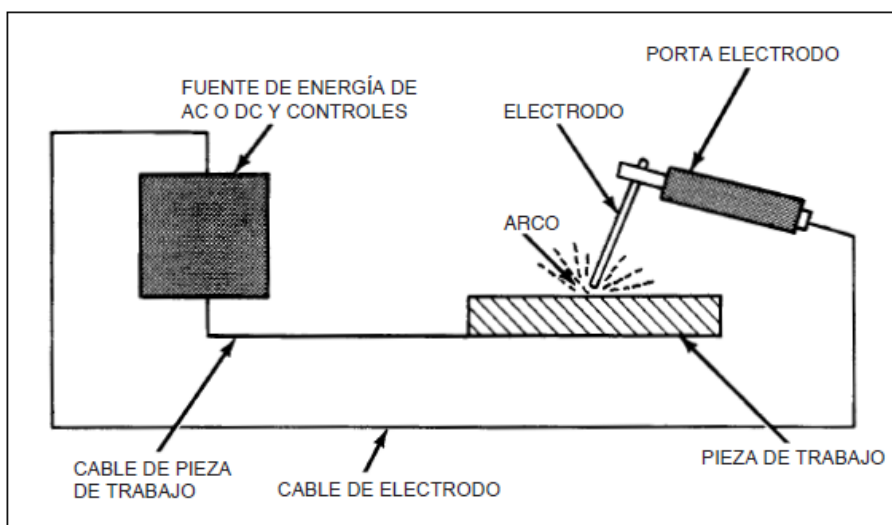
La soldadura por arco metálico protegido (SMAW) es un proceso que utiliza un arco entre un electrodo cubierto y un baño de soldadura para realizar la soldadura. A medida que el soldador introduce constantemente el electrodo cubierto en el baño de soldadura, la descomposición de la cubierta desprende gases que protegen el baño. El proceso se utiliza sin aplicación de presión y con metal de aportación procedente del electrodo cubierto.

El metal de soldadura sano depositado mediante el proceso se utiliza no sólo para unir, sino también para aplicar una superficie funcional para productos metálicos. En las cabinas y talleres de soldadura, la varilla metálica lineal con una cubierta se conoce comúnmente como varilla y el proceso de soldadura por arco metálico protegido se conoce popularmente como soldadura con electrodo revestido (AWS, 2004).

El proceso SMAW ofrece varias ventajas además de la simplicidad, el bajo costo y la portabilidad del equipo SMAW. Con este proceso, los talleres pueden manejar muchas aplicaciones de soldadura utilizando una amplia variedad de electrodos. Además, este proceso permite realizar soldaduras en espacios reducidos. Por estas razones, SMAW se utiliza en las industrias de construcción, tuberías y mantenimiento, entre otras (AWS, 2004).

Las desventajas incluyen bajas tasas de deposición, la incapacidad de automatizar y un mayor nivel de habilidad para realizarlo. La necesidad de arranques y paradas frecuentes crea condiciones para vueltas frías, grietas en cráteres y problemas similares si se realizan incorrectamente (AWS, 2004).

Figura 2.11 Elementos del equipo de soldadura SMAW



Fuente: Tomado de "Welding Handbook Volume 2.", por la AWS, 2004

2.3.8. GTAW

Es un proceso de soldadura por arco que utiliza un arco entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza de trabajo para establecer un baño de soldadura. El proceso se utiliza con gas protector y sin aplicación de presión, y puede usarse con o sin la adición de metal de aportación. Debido a la alta calidad de las soldaduras que se pueden producir mediante soldadura por arco de tungsteno con gas, el proceso tiene convertirse en

una herramienta indispensable para muchos fabricantes, incluidos los de las industrias aeroespacial, nuclear, marina, petroquímica y de semiconductores **(AWS, 2004)**.

Se gana flexibilidad cuando se utiliza soldadura por arco de tungsteno con gas porque el proceso permite controlar de forma independiente la fuente de calor y las adiciones de metal de aportación. Se puede mantener un excelente control de la penetración de la soldadura de la pasada de raíz.

Las soldaduras se pueden realizar en cualquier posición y las aplicaciones son casi ilimitadas. El proceso es capaz de producir soldaduras autógenas consistentes de calidad superior a altas velocidades, sin salpicaduras y generalmente con pocos defectos **(AWS, 2004)**.

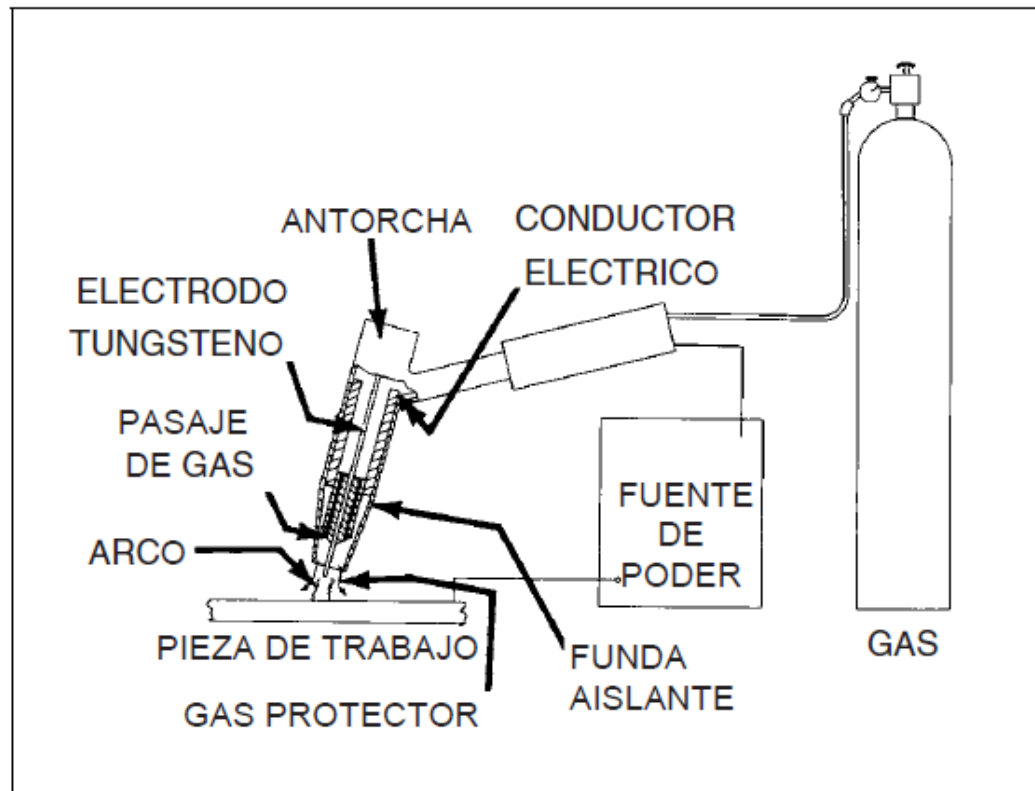
Se deben considerar las siguientes limitaciones del proceso GTAW al seleccionar un proceso para una aplicación específica:

Las tasas de deposición son generalmente más bajas que las tasas posibles con los procesos de soldadura por arco con electrodos consumibles **(AWS, 2004)**.

Las tasas de deposición son generalmente más bajas que las tasas posibles con los procesos de soldadura por arco con electrodos consumibles **(AWS, 2004)**.

Si la soldadura se realiza en ambientes ventosos o con corrientes de aire, puede resultar difícil proteger adecuadamente la zona de soldadura **(AWS, 2004)**.

Figura 2.12 Elementos del equipo de soldadura GTAW



Fuente: Tomado de "Welding Handbook Volume 2.", por la AWS, 2004

2.3.9. GMAW

Es un proceso de soldadura por arco que utiliza un arco entre un electrodo de metal de aportación continuo y el baño de soldadura. El proceso incorpora protección de un gas suministrado externamente y se utiliza sin aplicación de presión (AWS, 2004).

Debido a su versatilidad, la soldadura por arco metálico con gas se ha utilizado cada vez más y ha reemplazado a la soldadura por arco metálico protegido en muchas aplicaciones. Este mayor uso se puede atribuir a sus muchas ventajas, las más importantes de las cuales incluyen las siguientes: Supera la restricción de la longitud limitada del electrodo que se encuentra con la soldadura por arco metálico protegido (AWS, 2004).

La soldadura se puede realizar en todas las posiciones, una capacidad que la soldadura por arco sumergido no tiene (AWS, 2004).

Las tasas de deposición son significativamente más altas que las obtenidas con soldadura por arco metálico protegido (**AWS, 2004**).

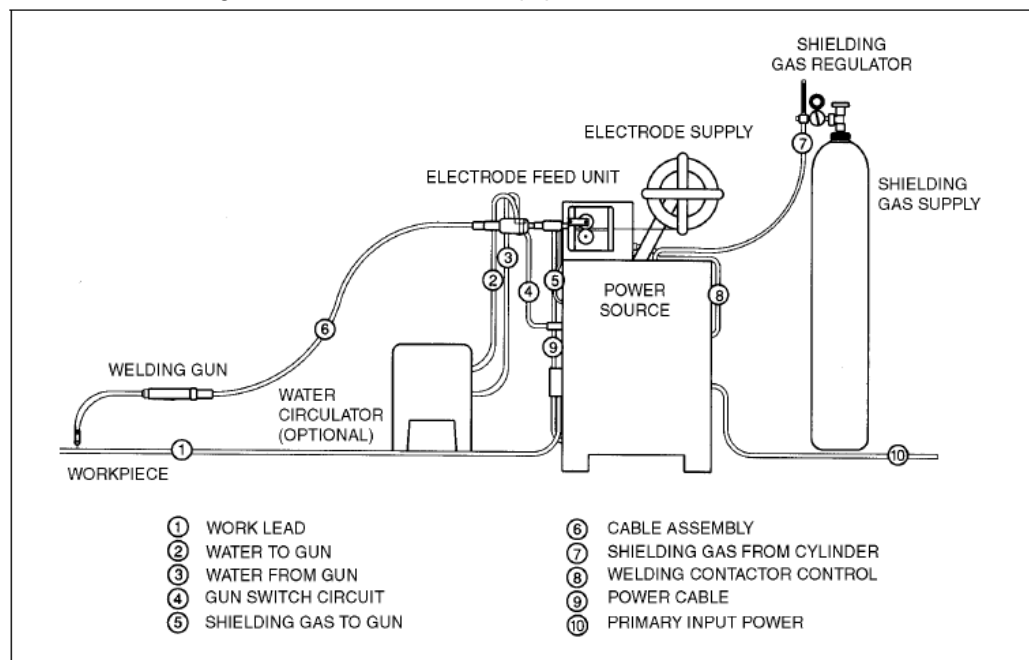
Las velocidades de soldadura son más altas que las obtenidas con la soldadura por arco metálico protegido debido a la alimentación continua del electrodo y a la mayor cantidad de metal de aporte (**AWS, 2004**).

Debido a que el electrodo (alimentación de alambre) es continuo, se pueden depositar soldaduras largas sin paradas ni arranques intermedios; Las habilidades de proceso se enseñan y adquieren fácilmente (**AWS, 2004**).

Limitaciones:

El arco de soldadura debe protegerse contra corrientes de aire superiores a 5 millas por hora (mph), que pueden dispersar el gas protector (**AWS, 2004**).

Figura 2.13 Elementos del equipo de soldadura GMAW



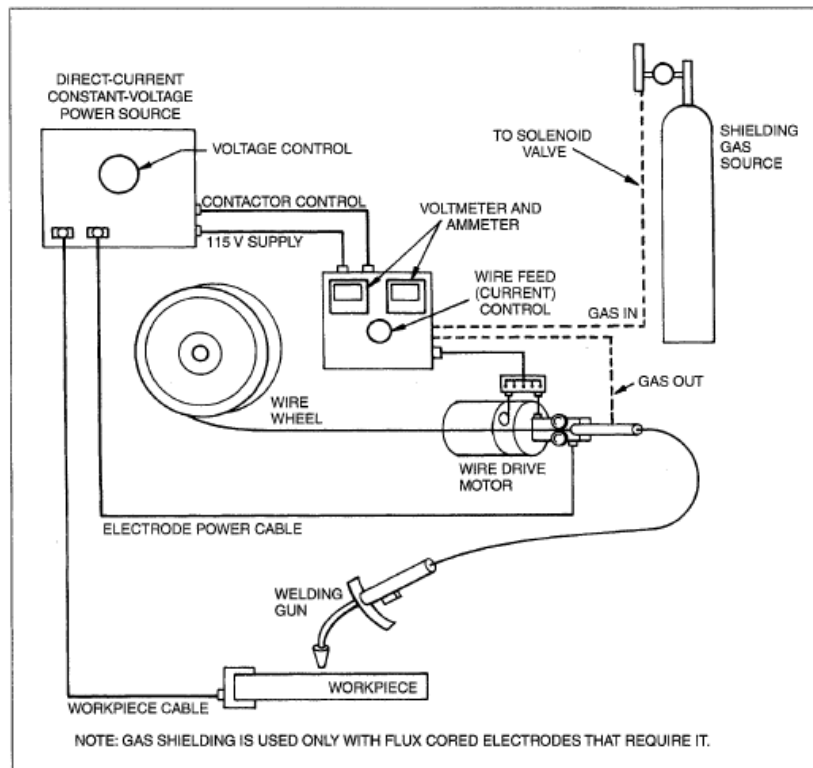
Fuente: Tomado de "Welding Handbook Volume 2.", por la AWS, 2004

2.3.10. FCAW

La soldadura por arco con núcleo fundente (FCAW) es un proceso de soldadura que utiliza un arco entre un electrodo de metal de aportación

continuo y el baño de soldadura. El proceso se utiliza con protección de un fundente contenido dentro del electrodo tubular, con o sin protección adicional de un gas suministrado externamente y sin aplicación de presión. En comparación con SMAW, la mayor productividad es la principal ventaja de la soldadura por arco con núcleo fundente para muchas aplicaciones. Esto generalmente se traduce en costos generales más bajos por libra de metal depositado en uniones que permiten una soldadura continua y un fácil acceso a las pistolas y equipos FCAW. Las ventajas son mayores tasas de deposición, mayores factores operativos y mayor deposición. eficiencia (AWS, 2004).

Figura 2.14 Elementos del equipo de soldadura FCAW



Fuente: Tomado de "Welding Handbook Volume 2.", por la AWS, 2004

Además de las ventajas de FCAW sobre el proceso manual SMAW, FCAW también ofrece ciertas ventajas sobre la soldadura por arco sumergido (SAW) y GMAW. En muchas aplicaciones, FCAW produce alta calidad.

soldar metal a menor costo y con menos esfuerzo por parte del soldador que SMAW. La soldadura por arco con núcleo fundente es más indulgente con las disparidades menores en los procedimientos y las diferencias en la habilidad del soldador que GMAW (**AWS, 2004**).

2.3.11. Procedimiento de soldadura (WPS y PQR)

Cada fabricante o contratista que vaya a realizar la soldadura con código de caldera debe registrar en detalle el procedimiento (WPS) que se utilizará. Cada procedimiento requiere que las pruebas de las soldaduras (PQR) se realicen mediante muestras de prueba de sección reducida y muestras de flexión guiada. Las variables que requieren un nuevo procedimiento y nuevas placas de prueba son muy numerosas. Entre estos se encuentran los cambios en los materiales base, agrupados en las Calificaciones de soldadura ASME (Sección IX) en números "P". Por ejemplo, P-1 incluye principalmente aceros al carbono, P-2 solía ser hierro forjado, pero ya no figura en la lista, P-3 consiste en aceros al cromo-molibdeno con un contenido de cromo inferior al 0,75 por ciento y con un contenido total de aleación que no supera el 2 por ciento. Los números P oscilan entre P-10, por lo que la variable de material base en la calificación del procedimiento es grande (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

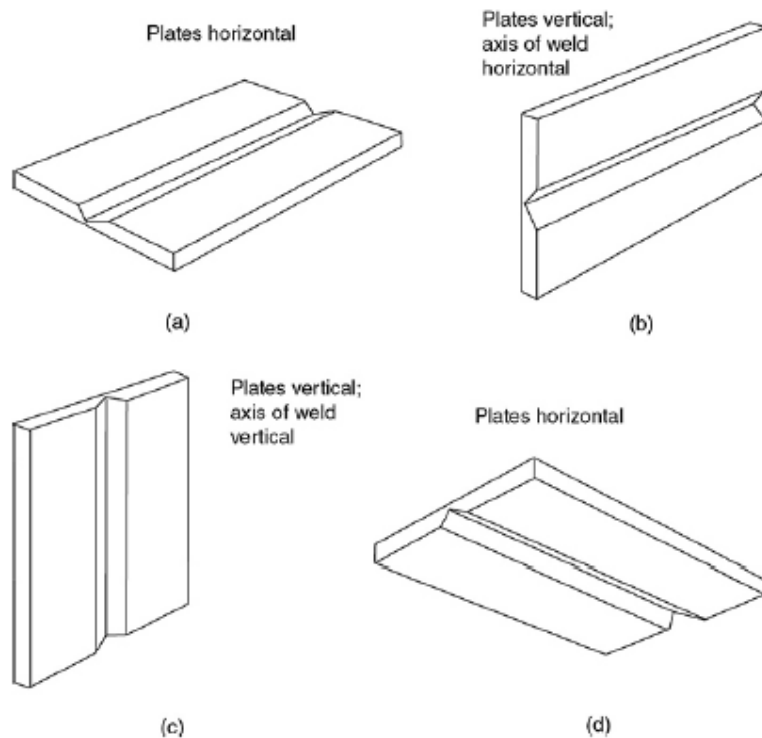
La siguiente variable es la selección del electrodo y la varilla de soldadura, que va de F-1 a F-7. Cualquier cambio en la selección de electrodos o varillas de soldadura requiere un nuevo juego de placas de prueba o calificación de procedimientos (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

El espesor de la plancha, o tubería, a soldar es otra variable. La clasificación es de 1/16 a 3/8 pulg., de 3/8 a 3/4 pulg., y más de 3/4 pulg. Cada clasificación requiere nuevas placas de prueba, como se muestra en el Código. El Código de Soldadura ASME especifica otras variables a considerar al requerir una nueva prueba de calificación de procedimiento, y estas deben consultarse para variables específicas (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

2.3.12. Calificación del soldador (WPQ)

Un soldador calificado es aquel que es capaz de realizar soldaduras manuales o semiautomáticas. Un operador de soldadura es aquel que opera una máquina o equipo de soldadura automático. El trabajo con el Código de Calderas requiere el uso de un soldador calificado en la mayoría de los trabajos en los que se va a realizar la soldadura con Código. Las pruebas de calificación pueden ser realizadas por fabricantes o contratistas responsables. En el trabajo con recipientes a presión, el procedimiento de soldadura del fabricante o contratista también debe calificarse antes de que el soldador pueda ser calificado. En otros códigos esto no es necesario. Para obtener la calificación, el soldador debe realizar soldaduras específicas, utilizando el proceso de soldadura requerido, el tipo de metal, el grosor, el tipo de electrodo, la posición (consulte la Fig. 2.7.) y el diseño de la junta. Las muestras de prueba deben fabricarse en tamaños estándar y bajo la observación de una persona calificada. En la mayoría de las especificaciones gubernamentales, un inspector del gobierno debe presenciar la fabricación de muestras de soldadura. Las muestras también deben estar debidamente identificadas y preparadas para el análisis. La prueba común es la prueba de flexión guiada. Sin embargo, también se utilizan exámenes de rayos X, pruebas de fractura u otras pruebas. La finalización satisfactoria de las muestras de prueba (siempre que cumplan con los estándares de aceptabilidad) calificará al soldador para tipos específicos de soldadura. La certificación de códigos, en general, se basa en el rango de espesores a soldar, las posiciones a utilizar y los materiales a soldar **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

Figura 2.15 Posiciones utilizadas para calificar soldadores



Notas: Posiciones de las pruebas: (a) 1G (b) 2G (c) 3G (d) 4G.

Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

2.3.13. Apuntalado (Tack weld)

Según la **AWS (2020)** el apuntalado es una soldadura hecha para mantener las partes de una pieza soldada en alineación adecuada hasta que se realicen las soldaduras finales.

El apuntalado debe colocarse en ranuras o en ubicaciones de filete y deben ser lo suficientemente pequeñas como para ser consumidas por la soldadura de producción (**AWS, 2018**).

Dado que la soldadura por puntos puede afectar la solidez de la soldadura, los detalles sobre los procedimientos de soldadura por puntos deben incluirse en la especificación del procedimiento de soldadura. Los soldadores por puntos deben utilizar los procedimientos designados y es posible que se les requiera estar calificados para realizar dicho trabajo.

El **ASME (2023)**, en la sección I manda que los apuntalados deben realizarse utilizando un procedimiento de soldadura en filete o soldadura a

tope calificado de acuerdo con la Sección IX. Los apuntalados hechos para permanecer en su lugar deben ser realizadas por soldadores calificados y examinadas visualmente en busca de defectos y, si se encuentran defectuosas, deben removerse.

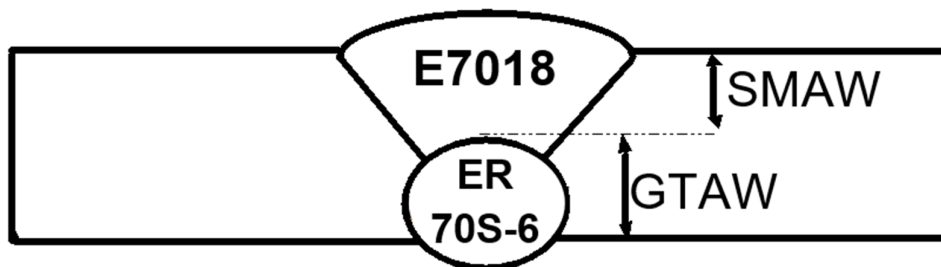
Figura 2.16 Apuntalado de recipiente a presión



2.3.14. Soldadura con procesos multiples (Mixta)

El **ASME (2023)** indica en la seccion IX del codigo, que cada WPS puede incluir un proceso o una combinacion de procesos, metales de relleno, u otras variables. Por ejemplo, pase de raíz con GTAW (ER70S-6) con relleno de SMAW (E7018), a esta combinacion se le conoce como soldadura mixta, ver figura 2.17.

Figura 2.17 Soldadura mixta

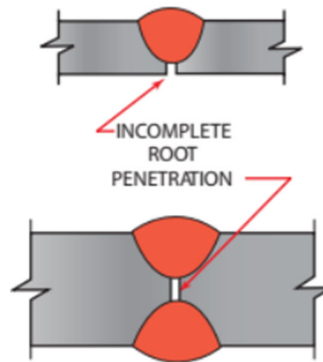


Cabe recordar que los procedimientos de soldadura mixta deberan ser elaborados y calificados de acuerdo al indicado en al articulo II de de la sección IX del codigo.

2.3.15 Ranurado de respaldo (Back Gouging)

Algunos procesos de soldadura tienen una gran capacidad de penetración, característica que a menudo se aprovecha. Sin embargo, el proceso debe adaptarse a la preparación de la unión para evitar una fusión incompleta (AWS,2018).

Figura 2.18. Falta de penetración en juntas a tope

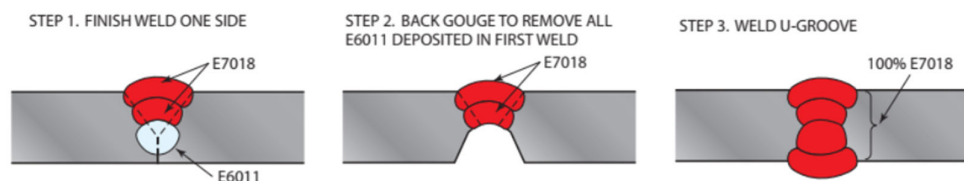


Fuente: Tomado de "Back gouging in welding" por AMARINE-BLOG

Muchos procedimientos de soldadura para soldaduras de doble ranura requieren un ranurado de respaldo de la raíz de la primera soldadura para exponer el metal sano antes de depositar la primera pasada en el segundo lado (AWS, 2018).

El ranurado de respaldo es la eliminación del metal de soldadura y del metal base del lado de la raíz de la soldadura de una unión soldada para facilitar la fusión y la penetración completas de la unión en la soldadura posterior desde ese lado (ASME, 2023).

Figura 2.19. Técnica del Backgouging



Fuente: Tomado de "Back gouging in welding" por AMARINE-BLOG

Este procedimiento se utiliza para garantizar que no haya áreas de penetración conjunta incompleta **(AWS, 2018)**.

2.3.16. Inspecciones de soldadura en campo

Las siguientes son algunas áreas que el personal de planta debería cubrir cuando se revisan las soldaduras realizadas en su planta:

- Conformidad del proceso de soldadura que este siendo utilizado con las especificaciones del procedimiento escrito (WPS)
- Extensión de la limpieza de una junta previamente a su soldadura para asegurar una soldadura perfecta
- Precalentar y mantener las temperaturas de transición y ver como son estas en comparación con los requisitos del Código para los materiales que están siendo soldados.
- Preparación de la junta y conformidad con las especificaciones del Código y dimensionales escritas.
- Material de relleno y adecuación para el proceso de soldadura y el material que está siendo soldado según requisitos del Código.
- Martilleo, amolado y vaciado que se llevan a cabo después de cada pasada de soldadura para eliminar escorias e impurezas
- Refuerzos de planchas durante la soldadura para controlar la distorsión.
- El tratamiento térmico después de la soldadura debe ser realizado y cumplido según el Código y los requisitos de temperatura y tiempo de mantenimiento de esta.
- Cualificación de los soldadores que hacen el trabajo y la correspondiente documentación a cumplir por el fabricante **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

2.3.17. Pruebas y exámenes no destructivos

Las técnicas modernas de inspección para asegurar la buena calidad de materiales, para detectar defectos ocultos de fabricación, para comprobar soldaduras y reparaciones y para aumentar el esfuerzo de prevención de perdidas en plantas requiere el uso de métodos de inspección por técnicas no destructivas.

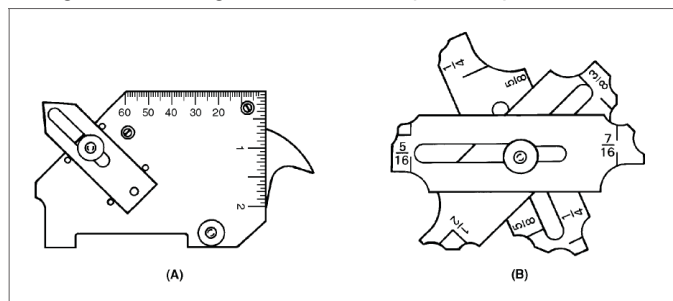
Las pruebas no destructivas pueden implicar los métodos siguientes: examen visual, prueba hidrostática o de fugas, radiografía, partículas magnéticas, tintes penetrantes, ultrasonidos y corrientes parasitas.

El propósito de las NDT es detectar faltas de tipo incipiente, como grietas, inclusiones, vacíos, porosidad, falta de fusión en soldaduras, laminaciones, faltas de penetración, cortes no visibles, contracciones, mermas y defectos similares de modo que se puedan efectuar reparaciones antes de que los defectos puedan producir un fallo serio en el servicio **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

2.3.18. Inspección visual

La inspección visual de la soldadura como método NDT comienza con la comprobación de si se está utilizando el material adecuado según el Código. Por lo general, esto se hace comparando el informe de prueba de laminación con el marcado en el material. También se debe verificar la selección y el almacenamiento de electrodos. Se deben revisar los procedimientos de soldadura escritos, así como el registro de los soldadores que realizarán el trabajo. Es importante revisar el ajuste y la alineación de las piezas que se van a soldar para asegurarse de que cumplen con las especificaciones del Código. Las soldaduras deben verificarse en busca de evidencia de falta de fusión de la junta, socavado y defectos visuales observables similares. Un inspector experimentado detectará muchas fallas mediante inspección visual **(Wohlfarth y Kohan, 2021)**.

Figura 2.20 Galgas de soldadura para inspección visual

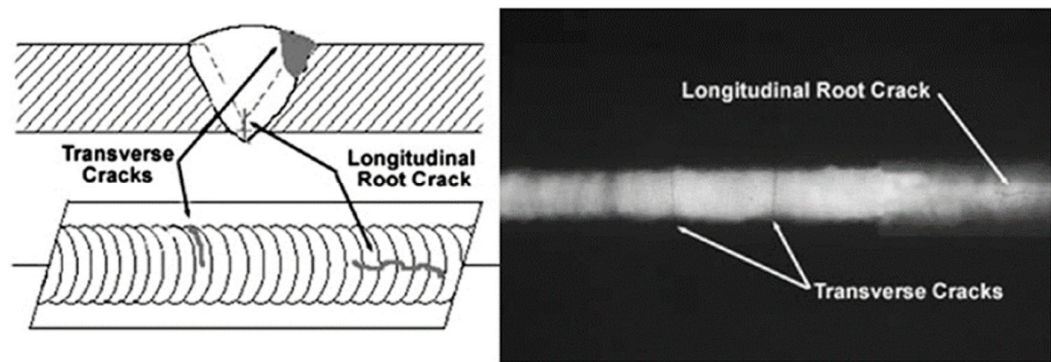


Fuente: Tomado de "Welding Handbook Volume 1.", por la AWS, 2018

2.3.19. Examen radiográfico

La inspección radiográfica incluye rayos X y rayos gamma obtenidos a partir de isótopos, como el cobalto 60 y el iridio 192, donde la energía radiante resultante puede controlarse de forma segura. El método radiográfico de prueba consiste básicamente en hacer pasar los rayos a través de los materiales que se van a probar. Los rayos inciden en una película o pantalla, y al observar el contraste de la película (véase figura 2.8.), es posible que un radiólogo experimentado detecte y detalle la estructura interna del objeto bajo prueba (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

Figura 2.21 Inspección de una placa radiográfica de una junta soldada



Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

2.3.20. Inspección con líquidos penetrantes

El tinte penetrante contiene un tinte visible, generalmente rojo. Las indicaciones de defectos aparecen como líneas rojas o puntos sobre el fondo blanco del revelador. Es principalmente un indicador de defectos superficiales y se aplica de la siguiente manera: se aplica un penetrante de tinte a la pieza por inmersión, brocha o aerosol y se deja reposar durante un tiempo específico. Después de un tiempo de penetración adecuado, se elimina el exceso de penetrante de la superficie y se aplica un revelador. El penetrante queda atrapado en un defecto y sale a la superficie por la acción de un revelador (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

Figura 2.22 Aplicación de tintes penetrantes a pase raíz de soldadura



2.3.21. Ensayos de pruebas y fugas

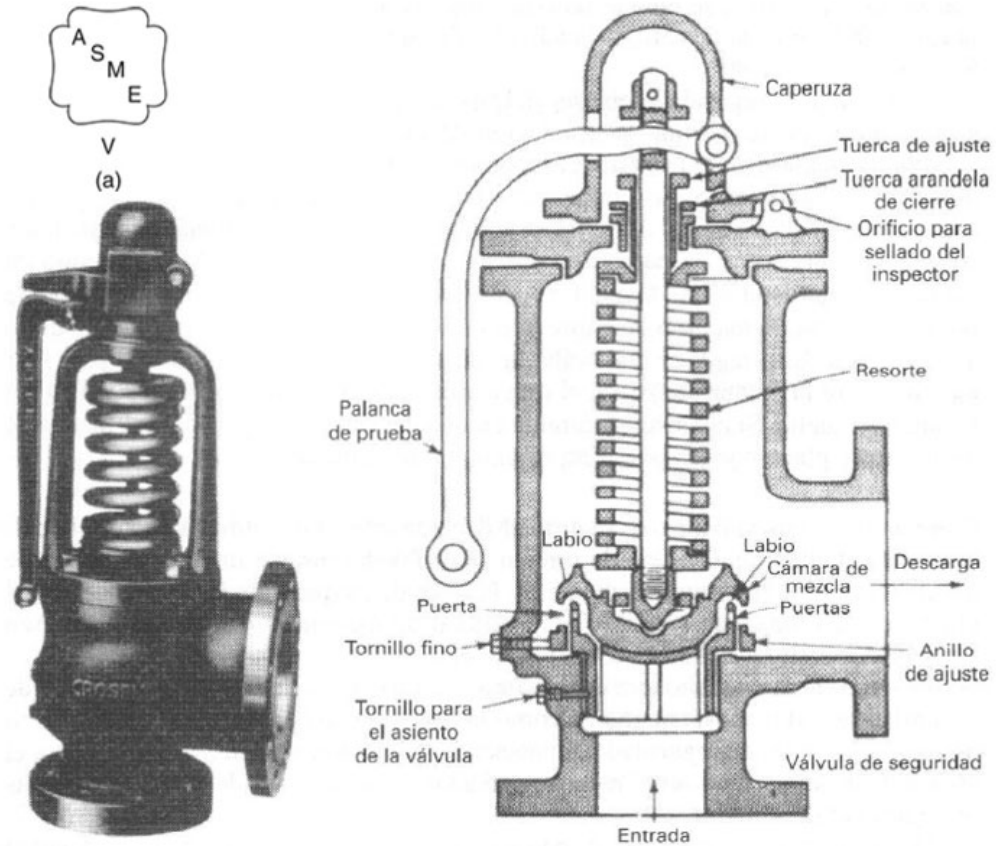
Estos también se consideran NDT siempre que las pruebas se mantengan dentro de los límites prescritos para evitar deformaciones permanentes. Una prueba hidrostática al 150% de la presión de trabajo permitida se considera no destructiva. Durante esta prueba, se realizan inspecciones visuales de soldaduras, juntas y conexiones en busca de fugas, mientras que se observa la presión para detectar cualquier caída que pueda indicar una fuga oculta.

2.3.22. Válvula de seguridad

Este es el dispositivo de seguridad más importante en una caldera y puede ser la última defensa contra una explosión de sobrepresión. Algunas definiciones sobre este dispositivo tan importante ayudarán a diferenciar los diferentes tipos que están disponibles (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

-Dispositivo de alivio de presión: está diseñado para abrirse para evitar un aumento en la presión interna de un recipiente cerrado que exceda la presión de trabajo permitida (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

Figura 2.23 Válvula de seguridad



Notas: (a) símbolo ASME de válvula de seguridad aprobada (válida) (b) la válvula de seguridad para vapor sobre calentado tiene el muelle expuesto (c) La cámara de agrupación suministra espacio a la acción de disparo a la válvula de seguridad.

Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

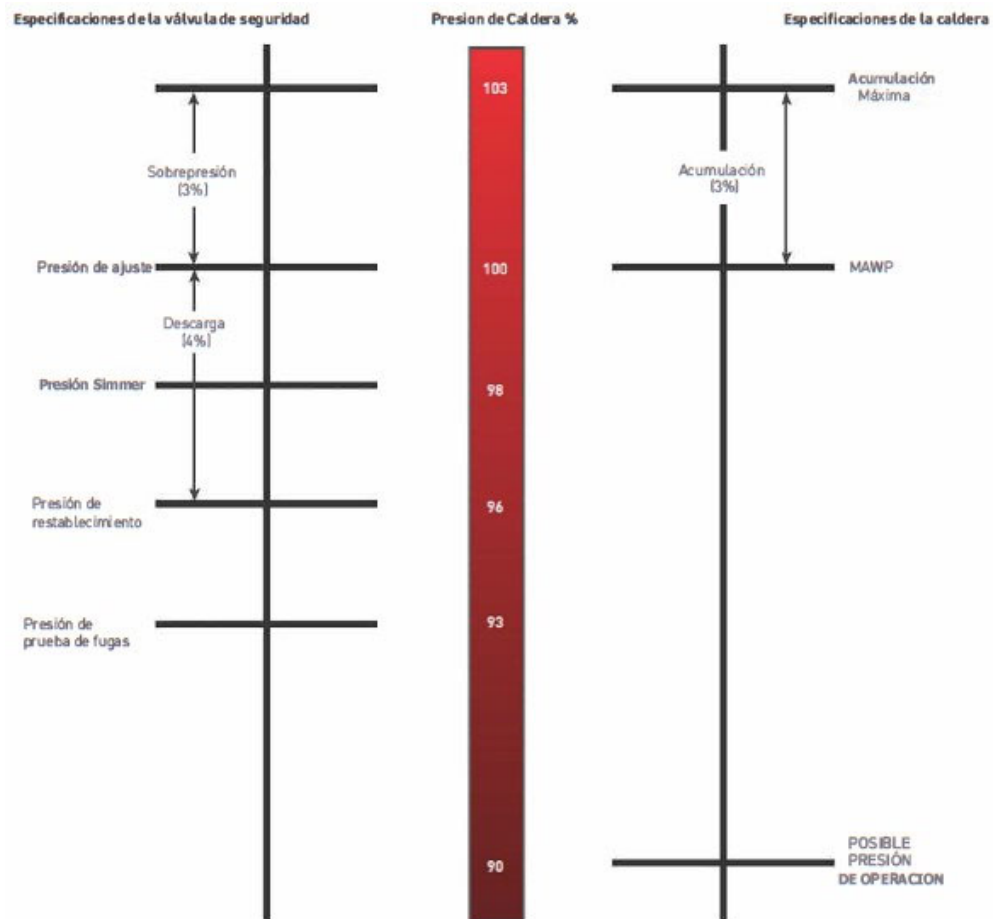
-Válvula de alivio de presión: es un dispositivo de alivio de presión diseñado para accionar la presión estática de entrada y volver a cerrarse después de que se hayan restablecido las condiciones normales.

-Válvula de seguridad: es un dispositivo de alivio de presión accionado por la presión establecida, pero caracterizado por una acción de apertura rápida o pop para liberar inmediatamente el vapor de un recipiente cerrado (Wohlfarth y Kohan, 2021).

La mayoría de los fabricantes de válvulas de seguridad requieren un margen de presión entre la presión de funcionamiento de la caldera y el

punto de ajuste de la válvula de alivio. Hay muchos requisitos del Código en este importante dispositivo de seguridad (**Wohlfarth y Kohan, 2021**). Uno de los requisitos de la Sección I es que la acumulación máxima permitida durante un evento de sobrepresión debe limitarse al 3% cuando se utiliza una válvula de alivio de presión para proporcionar protección. Hay reglas específicas enumeradas en la Sección I que a menudo requerirán el uso de dos o más válvulas de alivio de presión para brindar protección (**Emerson, 2021**).

Figura 2.24 Instalación válvula de seguridad según Sección I



Fuente: Tomado de "Pressure relief valve Engineering handbook," por Emerson, 2012

Para una sola instalación de Valvula de seguridad, el Código permitirá que la presión de ajuste más alta sea igual a la presión de trabajo máxima

permitida (MAWP). Aunque la mayoría de los usuarios desean esta presión de ajuste más alta posible (igual a MAWP) para evitar ciclos no deseados, el Código permite que esta Valvula de seguridad se establezca por debajo de MAWP (**Emerson, 2012**).

2.3.23. Personal NDT certificado

La amplia gama de ensayos no destructivos requiere considerar las fortalezas y debilidades de cada método. Con frecuencia, se debe utilizar más de un END para encontrar y evaluar las discontinuidades. El examen y la inspección de END requieren una amplia experiencia en el método de END que se aplicará para la detección de defectos. Esta experiencia especializada se detalla en SNT-TC-1A, "Práctica recomendada para la calificación y certificación del personal de ensayos no destructivos", publicado por la Sociedad Americana de Ensayos No Destructivos (ASNT). Son posibles tres niveles o grados de cualificación en cada uno de los métodos de NDT descritos anteriormente. La persona de nivel 3 es la más calificada, lo que generalmente requiere no solo conocimientos teóricos de los métodos NDT, sus ventajas, atajos y la interpretación de los resultados de las pruebas (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

El personal al que se le asigne la responsabilidad y la autoridad para realizar las funciones del proyecto de fabricación debe tener, como mínimo, el nivel de capacidad que se muestra en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Funciones de los inspectores ASNT

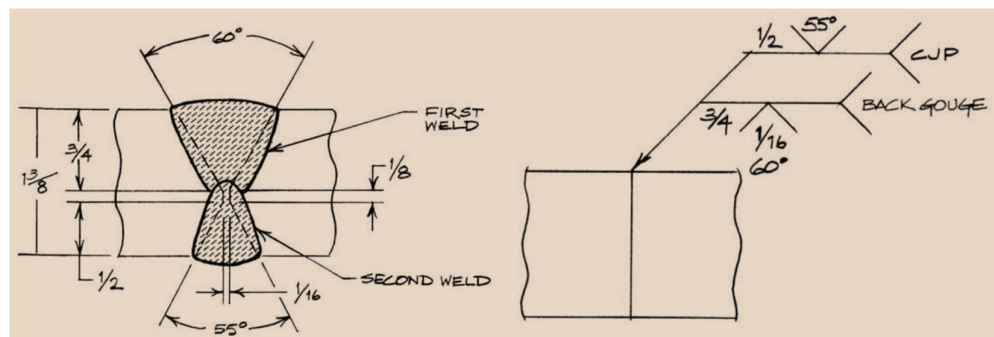
Función en el proyecto de fabricación	NIVEL		
	1	2	3
Aprobación de procedimiento de inspección y ensayos			X
Ejecución de procedimientos de inspección y ensayos	X		
Evaluación de resultados de inspección y ensayos		X	
Reporte de resultados de inspección y ensayos		X	

Fuente: Tomado de "Boiler Operator's Guide.", por Wohlfarth y Kohan, 2021

2.3.24. Simbología de soldadura

Los símbolos estándar se utilizan universalmente para indicar información precisa de soldadura, soldadura fuerte y soldadura en dibujos de ingeniería. Los símbolos de soldadura comunican una gran cantidad de información. Especifican, de manera concisa, el diseño de una soldadura o soldaduras que se aplicarán a una unión determinada. Además, prescriben el proceso de soldadura que se utilizará, el tamaño y la longitud de la soldadura, el diseño de la ranura, los contornos de la cara y la raíz, y la secuencia de operaciones, entre otra información. Los símbolos también se utilizan para designar los requisitos del examen no destructivo (NDE) para uniones soldadas o soldadas. Los métodos de examen que se implementarán se indican en estos símbolos. En muchos casos, no toda la información requerida puede transmitirse por medio de símbolos. Por lo tanto, a menudo se incluyen notas suplementarias o detalles dimensionales, o ambos, en los dibujos para proporcionar al fabricante los requisitos completos. La información más reciente sobre el sistema completo de símbolos de unión y examen no destructivo se presenta en Símbolos estándar para soldadura, soldadura fuerte y examen no destructivo, AWS A2.4.5 Esta publicación es la referencia definitiva para los símbolos y convenciones apropiados utilizados para transmitir información sobre los requisitos de soldadura, soldadura fuerte e inspección y debe consultarse para conocer las actualizaciones realizadas desde la publicación de este capítulo (**AWS, 2018**).

Figura 2.25 Simbología de soldadura



Fuente: Tomado de "Welding Handbook Volume 1.", por la AWS, 2018

2.3.25. Costos de soldadura

El éxito de un negocio generalmente se mide por su rentabilidad, basada en la capacidad de la empresa para mantener los costos dentro de los límites definidos por precios de venta competitivos mientras mantiene la calidad **(AWS, 2018)**.

El uso de valores precisos para las estimaciones frente a los costes reales es un principio fundamental de la contabilidad de costes. Las estimaciones para las cotizaciones a los clientes a veces se desarrollan utilizando bocetos y especificaciones obsoletos, con una investigación mínima de los detalles específicos de soldadura del proyecto. La cotización resultante puede ser tan inexacta que la empresa pierda la oferta si es demasiado alta u obtenga poca o ninguna ganancia si es demasiado baja. Por lo tanto, los diversos factores de costo de las soldaduras requeridas para un proyecto o producto propuesto deben investigarse y verificarse para garantizar que se conozcan los costos reales **(AWS, 2018)**.

Se debe crear y resumir un desglose de datos del tiempo real de soldadura y el peso del metal depositado que muestre el costo por hora y por libra de peso unitario para cada soldadura necesaria para el producto. El resumen final debe contener cifras que representen los costos estimados, los costos reales y la diferencia entre ambos **(AWS, 2018)**.

En la Tabla 2.3 se presentan las ecuaciones utilizadas para diversas estimaciones de costos.

Durante la revisión la revisión de estas ecuaciones en el **“Welding Handbook Volume 1”** de la **AWS (2018)** se hallaron algunos errores, **el primer error se encontró en el volumen lineal de la tabla 8.5 y el segundo en la ecuación (7) de la tabla 8.18 (Ver Anexo 17)**.

Tabla 2.3 Ecuaciones utilizadas para estimar los costos directos de la soldadura por arco

Costo	Ecuación
El costo del gas por unidad de peso de metal depositado, \$/lb (\$/kg)	$Cost_{Gas} = \frac{G \times F}{D}$ (1)
El costo de la energía por unidad de peso de metal depositado, \$/lb (\$/kg)	$Cost_{Power} = \frac{P \times V \times A}{1000 \times D}$ (2)
El costo de los materiales por unidad de peso de metal depositado, \$/lb (\$/kg)	$Cost_{Materials} = \frac{M}{E}$ (3)
La tarifa laboral por unidad de peso de metal depositado, \$/lb (\$/kg)	$Cost_{Labor} = \frac{L \times K}{D \times 100}$ (4)
El costo indirecto por unidad de peso de metal depositado, \$/lb (\$/kg)	$Cost_{Weld \text{ per unit length of deposited metal}}$ = Sum of Eqs. (1) through (4) (5)
El costo total de soldadura por unidad de longitud de junta \$/ft (\$/m)	$Cost_{Weld \text{ per unit length of joint}}$ = $Cost_{Weld \text{ per unit length of deposited metal}}$ $\times S \times C$ (6)
El costo total de la soldadura \$	$Total \text{ Cost}_{Weld}$ = $Cost_{Weld \text{ per unit length of deposited metal}}$ $\times W$, or (7) $\times N$
El tiempo total de soldadura, T(h)	$T = \frac{W}{(D \times K)}$
El peso total del metal de soldadura W (lb [kg])	$W = S \times N \times C$

Nota:

- A = Amperios
- D = Tasa de deposición, lb/h (kg/h)
- C = Gravedad específica del metal, lb/in.³ (kg/m³)
- F = Tasa de flujo, pies cúbicos por hora (ft³/h) (metros cúbicos por hora [m³/h])
- G = Costo unitario de gas o fundente por volumen, \$/ft³ (\$/mm³)
- E = Eficiencia de deposición, %
- K = Factor del operador, %
- L = Tasa de mano de obra, dólares (u otra moneda) por hora (\$/h)
- M = Costo de materiales, \$/lb (\$/kg)
- N = Longitud de la soldadura especificada, pulgadas (mm)
- P = Costo de energía eléctrica (\$/kWh)
- W = Peso total del metal de soldadura, * lb/ft (kg/m)
- S = Área transversal de la junta de soldadura, in.² (mm²)
- T = Tiempo total de soldadura, h
- V = Voltios

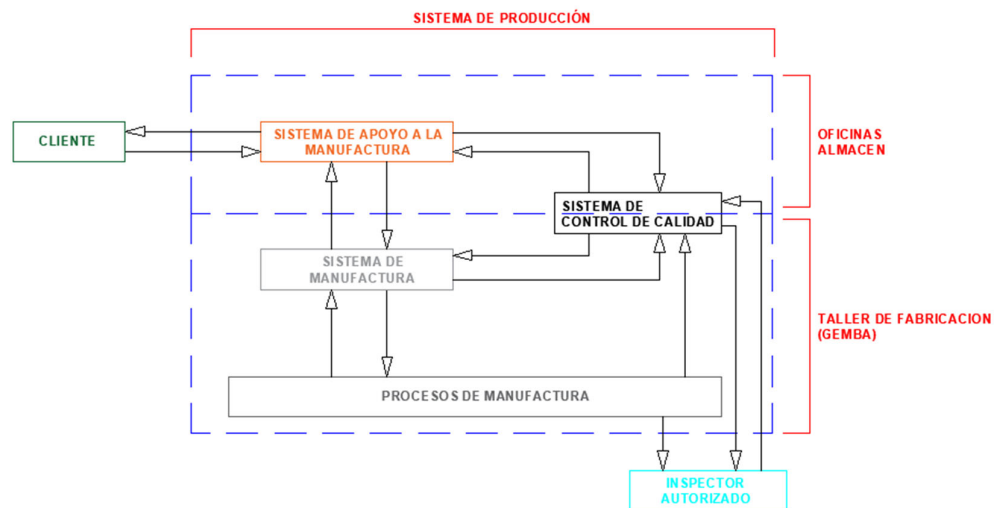
Fuente: Tomado de "Welding Handbook Volume 1.", por la AWS, 2018

2.3.26. Sistema de control de calidad

Los detentadores de la estampa ASME, como la "S" de calderas de potencia, deben tener un sistema de control de calidad que demuestre que se cumplirán todos los requisitos del ASME BPVC sec. I sobre diseño, materiales, fabricación, examen de END e inspección. El sistema de control de calidad por elementos debe estar por escrito, normalmente en forma de manual, pero con su utilización restringida para uso de gente ajena y solo el inspector autorizado o persona que el ASME designe es quien revisara el proceso de detentadores de la estampa para merecerlo. El párrafo A-300 detalla los requisitos del control de calidad en la Sección I (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

El sistema de control de calidad está destinado a controlar todo el proceso de fabricación, desde el diseño hasta las pruebas finales y la certificación. El alcance de estos sistemas puede variar significativamente entre los fabricantes, ya que la complejidad del trabajo determina el programa requerido; sin embargo, las características esenciales del sistema de control de calidad son las mismas para todos. Cada fabricante es libre de determinar la extensión y complejidad de su Manual de Control de Calidad, haciéndolo tan general o detallado como desee. Además, cuando se revisan las prácticas del taller, el manual debe actualizarse para reflejar las revisiones (**Mackay y Pillow, 2011**).

Figura 2.26 Sistema de control de calidad



2.3.27. Auditoría de Control de calidad

Ishikawa (1988) dice que la auditoría de control de calidad sirve para monitorear el proceso de control. Realiza un diagnóstico del caso y muestra cómo corregir las fallas que puedan surgir. En la auditoría de control de calidad se evalúa cómo se ha implementado el control, cómo se incorpora la fabricación de calidad a un producto específico, el control de los subcontratistas, la gestión de las quejas de los clientes y la aplicación del aseguramiento de calidad en cada etapa de la producción, comenzando desde el desarrollo de un nuevo producto. En resumen, es una revisión que determina si el sistema de control de calidad está funcionando correctamente y permite a la empresa tomar medidas preventivas para evitar errores graves en el futuro.

2.4. Definición de términos básicos

Caldera: recipiente a presión cerrado en el que se calienta un fluido para uso externo del mismo por aplicación directa del calor resultante de la combustión de combustibles (sólidos, líquidos o gaseosos) o por la utilización de la energía eléctrica nuclear (**Wohlfarth y Kohan, 2021, p. 31**).

Caldera de Potencia (Power Boiler): Es una caldera de vapor de agua o de fluido que trabaja por encima de 15 psig y excede el tamaño de una caldera miniatura. Esto también incluye el calentamiento de agua caliente o calderas de agua caliente que funcionan por encima de 160 psi o 121.1 °C. Las calderas de potencia también se llaman calderas de alta presión (**Wohlfarth y Kohan, 2021**).

Requisito: necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria (**ISO, 2015, p. 19**).

Conformidad: Cumplimiento de un requisito (**ISO, 2015, p. 20**).

No conformidad: incumplimiento de un requisito (ISO, 2015, p. 20).

Acción Correctiva: acción para eliminar la causa de una no conformidad y evitar que vuelva a ocurrir (ISO, 2015, p. 30).

Procedimiento: forma especificada de llevar a cabo una actividad o un proceso (ISO, 2015, p. 16).

Registro: documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades realizadas (ISO, 2015, p. 25).

ASME BPVC Sección I - Calderas de Potencia: Sección del ASME BPVC que proporciona requisitos para todos los métodos de construcción de calderas de potencia (O'Donnell, s.f., parr. 6).

ASME BPVC Sección II – Materiales: Sección del ASME BPVC que cubre los materiales, la Parte A cubre los Materiales Ferrosos; La Parte B cubre los materiales no ferrosos; La Parte C cubre varillas de soldadura, electrodos y metales de aporte; y la Parte D cubre las propiedades de los materiales en unidades de medida habituales y métricas (O'Donnell, s.f., parr. 7).

ASME BPVC Sección V – Examen no destructivo: Sección del ASME BPVC que contiene requisitos y métodos para el examen no destructivo a los que se hace referencia y son requeridos por otras Secciones de BPVC (O'Donnell, s.f., parr. 10).

ASME BPVC Sección IX – Calificaciones de soldadura y soldadura fuerte: Sección del ASME BPVC que contiene reglas relacionadas con la calificación de los procedimientos de soldadura y soldadura fuerte según lo requerido por otras Secciones de BPVC. También cubre las normas relativas a la calificación y recalificación de soldadores, soldadores y operadores de soldadura y soldadura fuerte para que puedan realizar soldaduras o soldaduras fuertes en la fabricación de componentes (O'Donnell, s.f., parr. 16).

Tasa de deposición: Tasa de metal de soldadura depositado (a partir de datos de 1 hora de soldadura continua sin parada del arco) **(AWS, 2018)**.

Eficiencia de deposición: Relación entre el metal de soldadura depositado y el peso total del electrodo utilizado **(AWS, 2018)**.

Factor del operador: Relación entre las horas de arco y las horas de reloj para un soldador **(AWS, 2018)**.

Tarifa de mano de obra: Salarios del soldador **(AWS, 2018)**.

Tratamiento térmico post soldadura: Consiste en calentar partes (o todas) de la fabricación soldada a altas temperaturas (dependiendo del material) y mantenerlo durante un período de tiempo, mientras se alivian las tensiones **(AWS, 2018)**.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis (general y específicas).

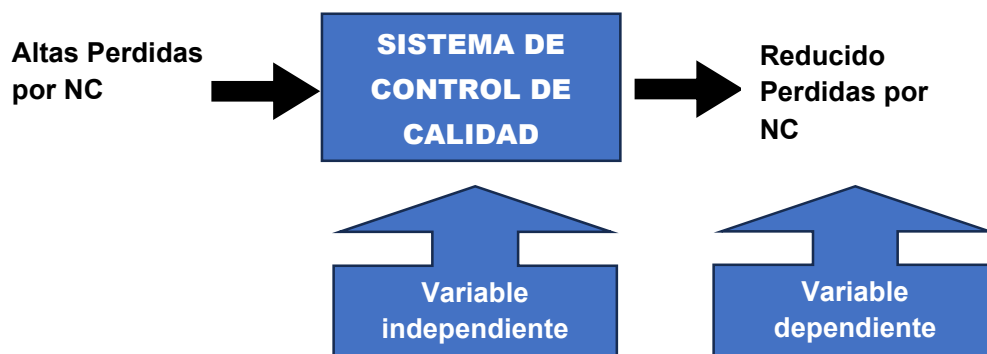
3.1.1. Hipótesis General

Hernández (2014) argumenta que no todas las investigaciones cuantitativas formulan hipótesis. La decisión de plantear o no hipótesis depende principalmente del alcance inicial del estudio. Los estudios de tipo exploratorio no establecen hipótesis porque no se puede afirmar algo que aún está en proceso de exploración.

Espinoza (2014) sostiene que en la investigación exploratoria no existe una hipótesis previa; en cambio, la hipótesis se deduce a partir de las ideas desarrolladas durante esta fase.

En una investigación exploratoria no se formulan hipótesis debido a que no conocemos lo que pasa dentro de la caja negra, ver figura 3.1 (**Espinoza, 2010**).

Figura 3.1 Caja Negra Sistema de control de calidad



La presente investigación es de alcance exploratorio por lo tanto no se planteó hipótesis.

3.1.2. Hipótesis Específicas

No aplica por lo expuesto anteriormente.

3.2. Operacionalización de variables

En la tabla 3.1. Se muestra la operacionalización de las variables

Tabla 3.1 Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INDICE	METODO Y TECNICA
SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD	El sistema de control de calidad está destinado a controlar todo el proceso de fabricación. (Mackay y Pillow, 2011).	Se realizará una auditoria al SCC para determinar el cumplimiento del ASME y las acciones correctivas y sus costos asociados que nos permita diseñar el sistema de control de calidad.	REQUISITOS DE ASME BPVC SEC I PARA EL SCC	Porcentaje de cumplimiento	Porcentaje	Enfoque cuantitativo-sistémico Documental Auditoria Registros EETT del cliente Normas Técnicas
			DETERMINACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS	Acciones correctivas	Numero	
			DETERMINACIÓN DE COSTOS DE INVERSION	Costo de inversión	Soles	
			DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD	Manual de control de calidad	Numero	
BAJAS PERDIDAS POR NC	Reducción pérdidas ocasionadas al cliente luego del envío del producto (Taguchi, 1986)	Reducción de costos y de días de producción que beneficiaran al cliente.	DETERMINACION DE REDUCCION DE COSTOS	Reducción de costos	Soles	
			DETERMINACION DE REDUCCION DE DIAS	Reducción de días	Días	

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico.

4.1.1. Tipo de investigación

La investigación aplicada es aquella investigación cuyo propósito fundamental es resolver problemas (Hernández, 2014).

La presente investigación es de tipo aplicada debido a que buscó construir un sistema de control de calidad que reduzca los defectos de calidad en la fabricación de calderas piro tubulares, en la empresa TERMODINAMICA S.A.

4.1.2. Enfoque de la investigación

Ñaupas (2018) explica que el enfoque cuantitativo se caracteriza por el uso de métodos y técnicas cuantitativas. Este enfoque se relaciona con la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, el muestreo y el tratamiento estadístico. En la tabla 4.1 se muestran las diferencias entre el enfoque cuantitativo y cualitativo.

Tabla 4.1 Diferencias entre los enfoques cuantitativo y cualitativo

DEFINICIONES	ENFOQUE CUANTITATIVO	ENFOQUE CUALITATIVO
Punto de partida	Hay una realidad que conocer. Esto puede hacerse a través de la mente.	Hay una realidad que descubrir, construir e interpretar. La realidad es la mente.
Realidad que se va a estudiar	Existe una realidad objetiva única. El mundo es concebido como externo al investigador.	Existen varias realidades subjetivas construidas en la investigación, las cuales varían en su forma y contenido entre individuos, grupos y culturas.
Objetividad	Busca ser objetivo.	Admite subjetividad.
Metas de la investigación	Describir, explicar, comprobar y predecir los fenómenos (causalidad).	Describir, comprender e interpretar los fenómenos, a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los participantes.
Posición personal del investigador	Neutral. El investigador "hace a un lado" sus propios valores y creencias.	Explícita. El investigador reconoce sus propios valores y creencias, incluso son fuentes de datos parte del estudio
Forma de los datos para analizar	Los datos son representados en forma de números que son analizados estadísticamente.	Datos en forma de textos, imágenes, piezas audiovisuales, documentos y objetos personales.
Presentación de resultados	Tablas, diagramas y modelos estadísticos. El formato de presentación es relativamente estándar.	El investigador emplea una variedad de formatos para reportar sus resultados: narraciones, fragmentos de textos, videos, audios, fotografías y mapas; diagramas, matrices y modelos conceptuales.
Reporte de resultados	Los reportes utilizan un tono objetivo, impersonal, no emotivo.	Los reportes utilizan un tono personal y emotivo.

Fuente: Tomado de "Metodología de la investigación", por Hernández, 2014

La presente investigación es de enfoque cuantitativo debido a que analizó la realidad de forma objetiva con planteamientos acotados, describiendo y midiendo los fenómenos relacionados con el control de la calidad en la fabricación de calderas. Luego analizó los datos obtenidos de forma numérica y los presenta de forma objetiva a través de tablas y diagramas.

4.1.3. Nivel de la investigación (Alcance o profundidad)

Espinoza (2014) señala que la investigación exploratoria se realiza cuando el objetivo es estudiar un tema o problema poco investigado o que no ha sido abordado previamente. Esto ocurre cuando la revisión de la bibliografía muestra que solo existen guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio.

La presente investigación es de nivel exploratorio debido a que el tema de investigación, el sistema de control de calidad para la fabricación de calderas es un tema que no ha sido investigado hasta el momento.

4.1.4. Diseño de la investigación

Hernández (2014) afirma que el diseño no experimental se lleva a cabo sin la manipulación deliberada de variables; en cambio, se observan los fenómenos en su entorno natural para analizarlos.

Esta investigación tiene un diseño no experimental ya que no hizo variar intencionalmente las variables, lo que hizo fue observar fenómenos tal como se dieron y se dan en la empresa.

4.2. Método de investigación.

Espinoza (2014) explica que el propósito del método sistémico es estudiar un objeto determinando sus elementos, relaciones y límites para observar su estructura y la dinámica de su funcionamiento. El enfoque sistémico aborda el problema en su complejidad mediante un pensamiento basado en la totalidad, el estudio de la relación entre las partes y las propiedades emergentes resultantes.

El método de esta investigación es el método sistémico debido a que se estudio la realidad en su totalidad y observaremos la interrelación de las partes para diseñar el sistema de control de calidad.

4.3. Población y muestra.

Según Hernández, menciona que una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (2014, p.174).

La población de la presente investigación fue el sistema de control de calidad del proceso de fabricación de caldera piro tubulares (incluida documentación) de la empresa Termodinámica S.A. En este caso la población fue igual a la muestra.

4.4. Lugar de estudio y periodo de desarrollado.

El lugar de estudio se desarrolló en las instalaciones de la empresa Termodinámica S.A. ubicada en la calle Victor Reynel 1045 -Cercado de Lima durante el primer semestre del 2024, periodo donde se llevó a cabo la fabricación de una caldera pirotubular de 125 BHP espalda húmeda de 3 pasos (Ver anexo 19).

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

En la tabla 4.1. se muestran las técnicas e instrumentos que se usaron en la investigación.

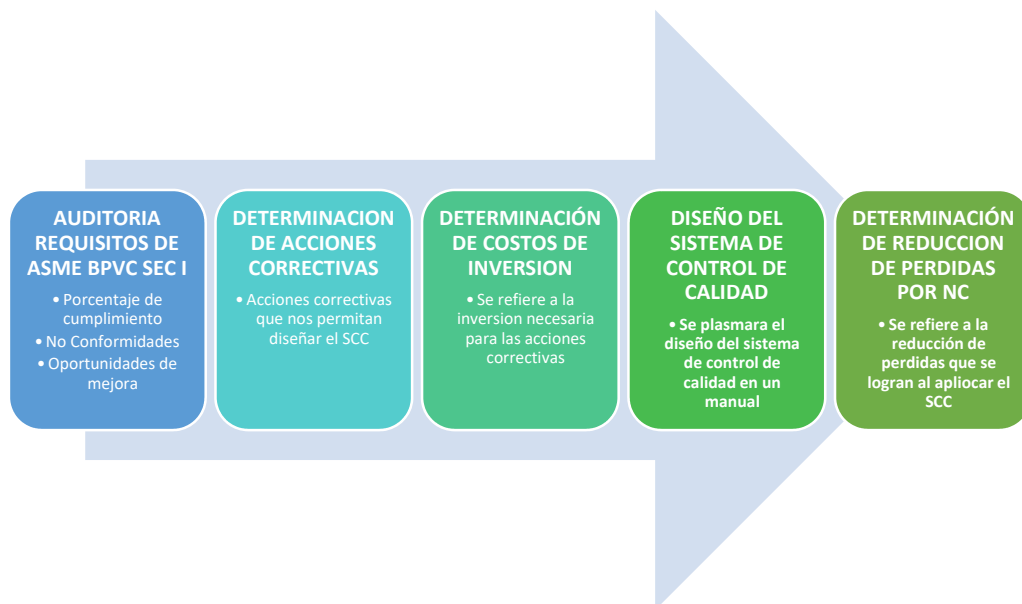
Tabla 4.2 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

TECNICAS	INSTRUMENTOS
Documental	Requerimientos del cliente
	EETT del cliente
	Normas técnicas
	Procedimientos
	Registros
	Instructivos
	Planos
	Catálogos de fabricante
Empírica por observación	Flexómetro
	Galgas de soldadura
	Líquidos penetrantes
	Equipo Radiografía Industrial
	Manómetro

4.6. Análisis y procesamiento de datos.

En la presente investigación se optó por realizar una auditoría al sistema de control de calidad usando una guía de auditoría (GUIDE FOR MANUFACTURERS /INSTALLERS/REPAIRERS & AUDIT TEAMS) de una agencia autorizada por ASME (The Technical Standards and Safety Authority) para certificar talleres de fabricación (**Ver ANEXO 4**). Se evaluó el cumplimiento de cada uno los procesos con respecto al código, se determinaron las acciones correctivas apropiadas para las No Conformidades, así como el costo de inversión que requirieran dichas acciones correctivas, se plasmó el diseño del sistema de control de calidad en un manual y por último se determinaron los costos beneficios que se obtendría al estandarizar las mejoras de calidad. En la figura 4.1. se muestran las etapas de la investigación.

Figura 4.1. Flujo de Análisis e interpretación de datos por etapas



4.6.1. Etapa 1: Auditoria del cumplimiento de los requisitos de ASME.

Se realizó la auditoria de cada uno de los elementos del sistema de control de calidad usando el “**QUALITY SYSTEM REVIEW CHECKLIST**” de la guía de auditoria (**Ver ANEXO 4**).

Figura 4.2. Plan de auditoría a los elementos y subelementos del sistema de control de calidad.



- **Autoridad y Responsabilidad**

Desde Octubre del 2022 el gerente general de TERMODINAMICA S.A. nombro a un responsable del sistema de gestión de calidad mediante un documento formal.

Figura 4.3. Nombramiento de Coordinador del Sistema de gestión de Calidad

NOMBRAMIENTO

El que suscribe, JAIME SEGURA CERRON, Gerente General de TERMODINAMICA S.A.

Designa a:

JOSE MANUEL MONTENEGRO

Como: **COORDINADOR DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001 (COORDINADOR ISO).**

Es responsabilidad del Coordinador asistir al Representante de la Dirección, coordinar las acciones y actividades para asegurar la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

(Firma)
TERMODINAMICA
 Ingenieros, Productos - Servicios
 JAIME SEGURA CERRON
 GERENTE GENERAL
 Lima, 22 de diciembre del 2022

Sus funciones están descritas en el Manual de Organización de Funciones:

Identificar y registrar cualquier problema relacionado con el producto, el proceso o el sistema de calidad para la reparación del producto.

-Iniciar acciones que eviten la ocurrencia de no conformidades.

-Controlar el procesamiento posterior, la entrega o la instalación del producto no conforme hasta que se haya corregido la deficiencia o condición insatisfactoria.

-Encargado de hacer seguimiento al levantamiento de observaciones hasta el cierre y conformidad del proyecto.

-Asegurar que se implemente y mantenga el Sistema de Calidad requerido para el proceso de reparación.

Tabla 4.3 Verificación de cumplimiento de autoridad y responsabilidad

AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD				
Elemento de calidad y sub-elementos	C	NC	N/A	Acción correctiva /Costo
(a) Se documenta la autoridad y la responsabilidad de la gestión de calidad por parte de la dirección. <small>(NOTA: En la práctica, una declaración de autoridad y responsabilidad debe ser firmada por un alto funcionario de la empresa responsable de las actividades del Código (es decir, Presidente, Vicepresidente, Gerente de Planta, etc.).</small>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(b) La autoridad y la responsabilidad de los responsables del sistema de control de calidad están claramente establecidas y documentadas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(c) Las personas que realizan funciones de control de calidad tienen una responsabilidad suficiente y bien definida, la autoridad y la libertad organizativa para identificar problemas de control de calidad e iniciar, recomendar y proporcionar soluciones, incluidas las órdenes de suspensión de trabajo si el procesamiento posterior resultaría en una no conformidad con la sección del Código aplicable.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A

- **Organización**

El organigrama general de TERMODINAMICA S.A. se muestra en la figura 4.4:

Figura 4.4. Organigrama general de TERMODINAMICA S.A.

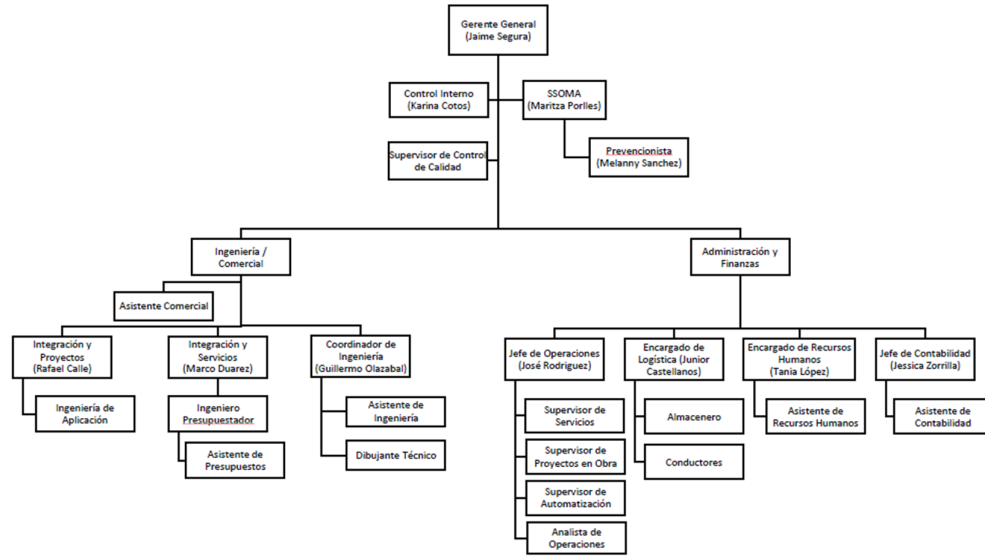


Tabla 4.4 Verificación de cumplimiento de organización

ORGANIZACIÓN				
Elemento de calidad y sub-elementos	C	NC	N/A	Acción correctiva /Costo
(a) Existe un organigrama que muestra la relación entre la administración, la ingeniería, las compras, la fabricación, la producción, el ensamblaje de campo, la construcción de campo, la inspección y el control de calidad, según corresponda, y refleja la organización real.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
<small>(NOTA: El propósito de este cuadro es identificar y asociar los diversos grupos organizativos con la función particular de la que son responsables. El Código no tiene la intención de invadir el derecho de establecer o alterar cualquier forma de organización que se considere apropiada para el trabajo del Código).</small>				

- **Planos, Cálculos de Diseño y Control de Especificaciones**
Se observó que el área comercial envía los requerimientos del cliente al área de ingeniería que se encarga de revisar estas especificaciones para proceder a elaborar la memoria de cálculo y el diseño de la caldera piro tubular, en este caso de 125 BHP de 3 pasos (ver Anexo 19) en coordinación con el área comercial y el cliente.

Figura 4.5. Requerimientos del cliente

2. DETALLE DE ENTREGABLES:	
2.1. SUMINISTRO DE EQUIPOS DE SALA DE CALDERAS (SALA DE FUERZA)	
2.1.1. CALDERA DE VAPOR PIROTUBULAR	
Fabricación de 02 Calderos de Vapor Pirotubular Horizontal de Espalda húmeda de 125 BHP, que se detalla a continuación:	
Caldera Pirotubular Horizontal de 125 BHP	
▪ Marca	: Termodinámica
▪ Procedencia	: PLANCHA IMPORTADA – ENSAMBLE NACIONAL QUEMADOR IMPORTADO USA .
▪ Potencia	: 125 BHP
▪ Número de pasos	: Tres (3)
▪ Tipo	: Pirotubular Horizontal – Espalda Húmeda
▪ Superficie de calefacción	: 625 Sq.Ft. (625 Pies ²)
▪ Capacidad de producción de vapor	: 4313 lbs/hr a 212 °F (Estándar)
▪ Combustible	: Dual Gas Natural y Biodiesel B5
▪ Consumo máximo de GN	: 132 Sm ³ /h
▪ Consumo máximo de Diésel 2	: 37.4 GPH.
▪ Presión de diseño	: 150 Psig.
▪ Presión de operación	: 100 Psig.
▪ Presión de Prueba Hidrostática	: 225PSIG, según Norma ASME.
▪ Eficiencia Mínima (Con GN)	: 85% al 100% de carga.
▪ Suministro Eléctrico	:
• Fuerza: 380VAC /3ϕ /60 Hz,	
• Mando: 120VAC /1ϕ /60Hz	
▪ Operación	: Continúa.
▪ Funcionamiento	: Automático, full modulación.
▪ Normas de Diseño	: Bajo las Normas ASME
• Sección I: Calderas de Potencia	
• Sección II: Especificación de Materiales	
• Sección VIII: Recipientes a Presión	
• Sección IX: Calificación de Soldadura	

Una vez aprobados la memoria de cálculo y el diseño de la caldera el coordinador de ingeniería procede a emitir los planos de fabricación y enviar la lista de materiales al área de logística para efectuar las compras respectivas.

Tabla 4.5 Verificación de cumplimiento de elaboración de diseño y planos
PLANOS, CÁLCULOS DE DISEÑO Y CONTROL DE ESPECIFICACIONES

Elemento de calidad y sub-elementos	C	NC	N/A	Acción correctiva /Costo
(a) Existen procedimientos que aseguran que los últimos dibujos, cálculos de diseño, especificaciones e instrucciones aplicables requeridos por el Código, así como los cambios autorizados, se utilicen para la fabricación, el montaje, los exámenes, las inspecciones y las pruebas. Los procedimientos incluyen disposiciones para:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elaboración de procedimiento Costo= s/.0
(i) Revisión de los documentos suministrados por el cliente para el cumplimiento del Código; el cargo de la persona responsable de la revisión y aprobación de los cálculos, especificaciones y dibujos del cliente para garantizar que se pueda obtener el cumplimiento del Código. Esta aprobación debe identificarse con la firma y la fecha en todos los documentos aplicables.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Definición de responsabilidades Costo= s/.0
(ii) La elaboración, revisión, aprobación y distribución de planos, cálculos y especificaciones.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(iii) El cargo de la persona responsable de la preparación de los cálculos de diseño y los dibujos producidos internamente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Definición de responsabilidades Costo= s/.0
(iv) El cargo de la persona responsable de revisar y aprobar los planos y cálculos preparados internamente para garantizar el cumplimiento del Código al Código más reciente (aprobación por firma y fecha).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Definición de responsabilidades Costo= s/.0
(v) El cargo de la persona responsable de los cálculos y dibujos de diseño asistido por computadora. Una descripción detallada de cómo se verifica esto para garantizar que se ha obtenido el resultado correcto.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Definición de responsabilidades Costo= s/.0
(vi) Las revisiones de los programas informáticos deben realizarse dentro de los 6 meses posteriores a los cambios en la revisión del Código. Se describe el proceso de verificación que garantiza que el programa revisado está produciendo el resultado correcto.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elaboración de procedimiento Costo= s/.0
(vii) Se describirá el título de la persona responsable del registro del dibujo o modelo ante la autoridad provincial competente y de la presentación de los dibujos y modelos registrados cuando se le solicite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A

- **Control de materiales**

Se observo que una vez llegados los materiales de fabricacion al taller se verifico que estos esten de acuerdo a la lista compartida por el area de ingenieria.

Figura 4.8. Lista de Materiales

ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES (PULGADAS)
1	1	CASCO	Plancha de 3/8" ASTM A285C
2	1	FLUE	Plancha de 3/8" ASTM A285C
3	1	TAMBOR	Plancha de 1/2" ASTM A285C
4	1	PLACA FRONTAL	Plancha de 1/2" ASTM A285C
5	1	PLACA FRONTAL DE TAMBOR	Plancha de 1/2" ASTM A285C
6	1	PLACA POSTERIOR DE TAMBOR	Plancha de 1/2" ASTM A285C
7	1	PLACA POSTERIOR	Plancha de 1/2" ASTM A285C
8	1	REGISTRO POSTERIOR	Plancha de 1/2" ASTM A285C
9	3	CARTELA	Plancha de 1/2" ASTM A285C
10	8	TEMPLADOR P1 - C/A	Eje Calibrado de 1" SAE 1021
11	6	TEMPLADOR P1 - C/B	Eje Calibrado de 1" SAE 1022
12	14	TEMPLADOR DE TAMBOR	Eje Calibrado de 1" SAE 1023
13	42	TUBO DE SEGUNDA FASE	TUBO ASTM A192 de 2"
14	40	TUBO DE TERCERA FASE	TUBO ASTM A192 de 2"
15	2	TUBO DE TERCERA FASE	TUBO ASTM A192 de 2 1/2"

Cada material debe estar claramente marcado con la siguiente informacion: nombre del fabricante, norma calidad del material y colada (Heat). De esta forma se puede realizar una correcta trazabilidad del material a usar.

Figura 4.9. Plancha de acero para caldera



La informacion que se registre en el material debe coincidir con la informacion del certificado de material entregado con el proveedor.

material. Este control sirve fundamentalmente para tener evidencia de la responsabilidad del proveedor en caso se presente fallas por el material a futuro. Lamentablemente la unica forma de garantizar esto seria realizar ensayos destructivos a todos los lotes de materiales que se compren, pero esto elevaria los costos de control de calidad y retrazaria los tiempos de ejecucion. En lugar de eso lo que se hace es evaluar y seleccionar a los proveedores mediante un procedimiento establecido, de esta forma se garantiza que los proveedores de materiales sean los mas confiables del mercado.

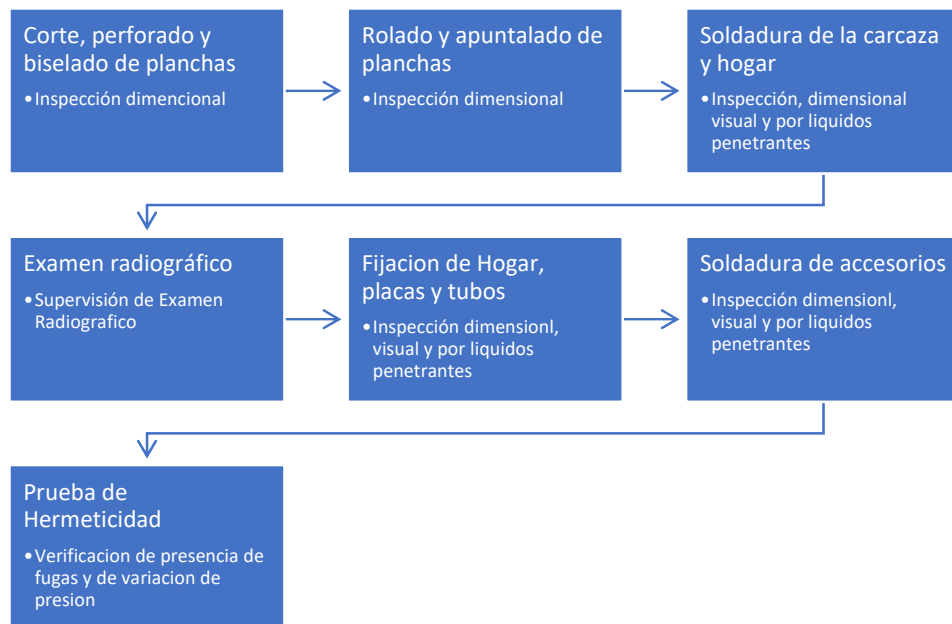
Tabla 4.6 Verificación de cumplimiento de elaboración de Control de materiales

CONTROL DE MATERIAL				
Elemento de calidad y sub-elementos	C	NC	N/A	Acción correctiva /Costo
(i) Existen procedimientos para el control de materiales para asegurar que el material recibido esté debidamente identificado y tenga la documentación correcta, incluidas las certificaciones de materiales, los informes de pruebas de materiales, para satisfacer los requisitos del Código, según corresponda.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(ii) El sistema de control de materiales garantiza que solo se emita el material previsto en la construcción del Código. <small>(NOTA: Los certificados de cumplimiento requeridos o los informes de pruebas de materiales pueden transmitirse electrónicamente desde el fabricante o proveedor de materiales al Titular del Certificado).</small>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(iii) Si se permite la sustitución de materiales, se documentan los procedimientos aplicables para el control de esta actividad, incluida la designación de la persona autorizada para aprobar las sustituciones.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elaboración de procedimiento Costo= s/.0
(iv) Se cita el título de la persona responsable de identificar la necesidad de informes de pruebas de materiales o certificados de cumplimiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(v) Se cita el título de la persona responsable de realizar una inspección receptora de los materiales del Código.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(vi) Se documenta la información que debe facilitarse al receptor del material en relación con las características del material que se va a comprobar.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(vii) Existe un procedimiento para el manejo de materiales que se encuentran no conformes en el momento de la inspección de recepción.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(viii) Si se requiere realizar más pruebas de materiales en la inspección de recepción o durante las operaciones de fabricación, se documentan los procedimientos aplicables para el control de esta actividad.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A

- **Programa de inspección y examen**

Se observó que parte del proceso constructivo de cada caldera está sometida a inspección y examen tal cual se muestra en el siguiente flujograma

Figura 4.13. Flujograma del programa de inspección y examen



Para cada fabricación se elabora y aprueba un plan de inspección y ensayo (PPI) en donde se detalla paso a paso la realización de los ensayos por etapa, así como los métodos, instrumentos, criterios de aceptación, etc.

A continuación, se describirá cada paso constructivo de la caldera, así como su las inspecciones y ensayos realizados:

- ✓ **Corte, perforado y biselado de planchas**

Antes de ejecutar los procesos de Corte y Perforado primero se marcan los trazos del corte y la posición de los agujeros de los tubos de acuerdo con el plano de fabricación. Para el caso del corte del borde de las planchas se considera una tolerancia de +5mm y para el corte del agujero del hogar -3mm. Cualquier variación que afecte

el proceso soldadura se dentro del proceso de biselado de la plancha, esto no se considera un reproceso.

Figura 4.14. Corte de plancha de caldera



Para el caso del trazo de las distancias entre centros de los agujeros se considera una tolerancia de ± 1 mm, se debe tener en cuenta que las primeras planchas perforada se usara como una machina para elaborar los agujeros de las demás planchas así que no hay posibilidad de que los agujeros no coincidan al momento de la inserción, se debe dejar marcado también indicado el diámetro del agujero a perforar en las ubicaciones de la plancha.

Figura 4.15. perforación de plancha de caldera



Una vez liberados los trazos se procede a los procesos de corte, biselado y perforado. El Corte de las planchas será realizado por

oxicorte y el proceso de biselado con amoladora. Para el caso de la perforación se realiza varias perforaciones sucesivas sobre el mismo punto usando primero una broca de 1/2" luego una de 1" y así hasta perforar el agujero con una broca del diámetro del tubo a insertar. Una vez terminada la perforación se debe limar los restos de rebaba que queden en los agujeros.

Figura 4.16. perforación de plancha de caldera usando machina



Para liberar las planchas cortadas se debe realizar un muestreo de las medidas de acuerdo con plano, principalmente en las distancias entre agujeros y diámetros de estos.

✓ **Soldadura de la carcasa y hogar**

Las planchas roladas de la carcasa y hogar se unieron mediante juntas a tope, se optó por un proceso de soldadura FCAW que permite ejecutar soldadura de relleno y acabado con un alto flujo de deposición, fusión, menos propenso a la contaminación y con buena apariencia de acabado.

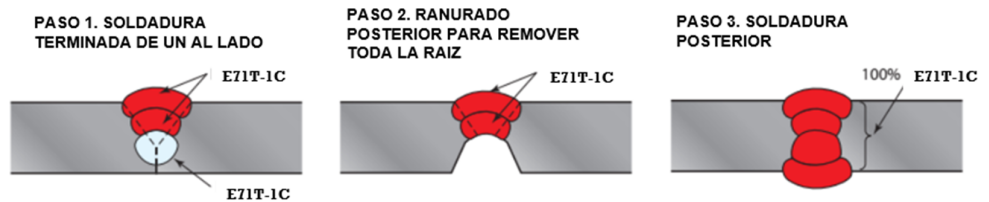
Figura 4.17. Soldadura de carcasa de la caldera



Normalmente encontrar soldadores que dominen procesos mixtos es complicado, pero gracias al proceso de precalificación se vuelve más accesible. Pero incluso con el proceso y el soldador adecuado aún hay posibilidades de defectos como la falta de penetración ya se en una junta en V o doble V como se aprecia en la figura:

Este riesgo se elimina usando una técnica a prueba de errores tal como recomendaría Shingo la técnica a usar se denomina Backgouging

Figura 4.18. Técnica del Backgouging



Fuente: Adaptado de "Back gouging in welding" por AMARINE-BLOG

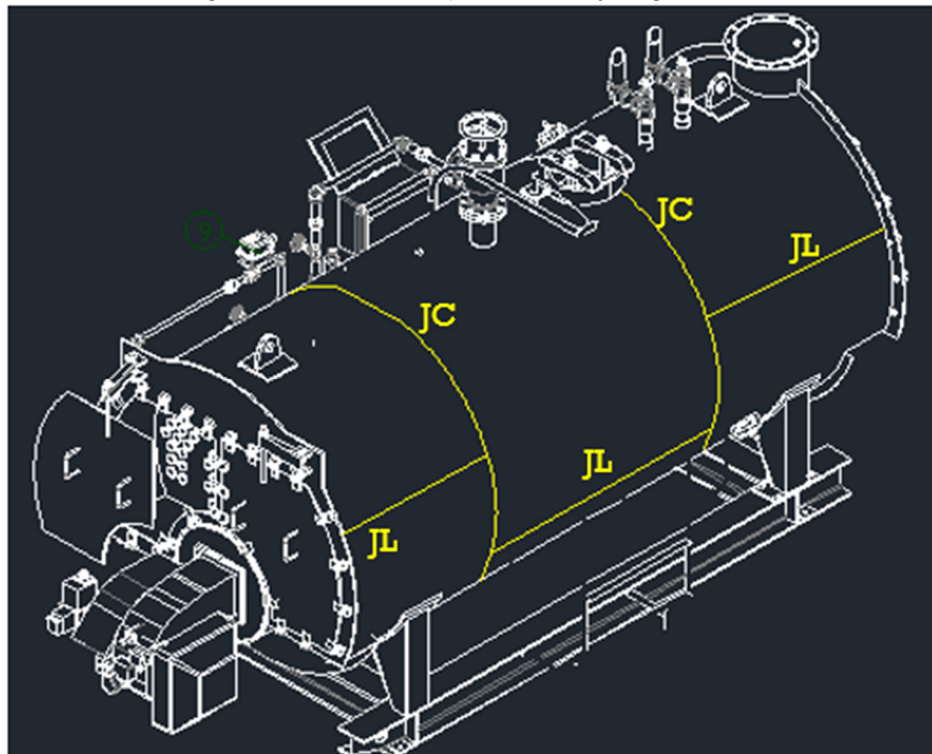
Que consiste en ranurar la parte de atrás de una junta soldada hasta llegar a la raíz para rellenarla de soldadura, de esta forma se garantiza la penetración completa de la junta.

Se realiza inspección visual de soldadura a todas las juntas. Antes se realizaba tintes penetrantes al 100% de las juntas a tope, pero según el código solo es necesario realizarlo a las juntas observadas en la inspección visual. Esto permitió reducir los tiempos en inspección y tiempos de espera en producción en 5 horas por caldera.

✓ **Examinación Radiográfica**

Se tenía como buena práctica en termodinámica Examinar todas las soldaduras a tope de la caldera sin embargo revisando la Tabla PW-11 ASME BPVC SEC I esto no es necesario (ver Anexo 8).

Figura 4.19. Juntas a tope circulares y longitudinales



Se interpreta que solo se deben examinar todas las juntas longitudinales ya que las juntas circulares (ver figura 4.19) solo para espesores mayores a 29 mm y para tubería con diámetro mayor. Esta interpretación es reforzada por **Wohlfarth y Kohan (2021,pp 372)**.

Figura 4.20. Examen Radiográfico a las juntas longitudinales de la caldera



Según **Wohlfarth y Kohan (2021,pp 426)** las carcassas cilíndricas sometidas a presión las juntas circulares están sometidas a la mitad del esfuerzo que las juntas longitudinales.

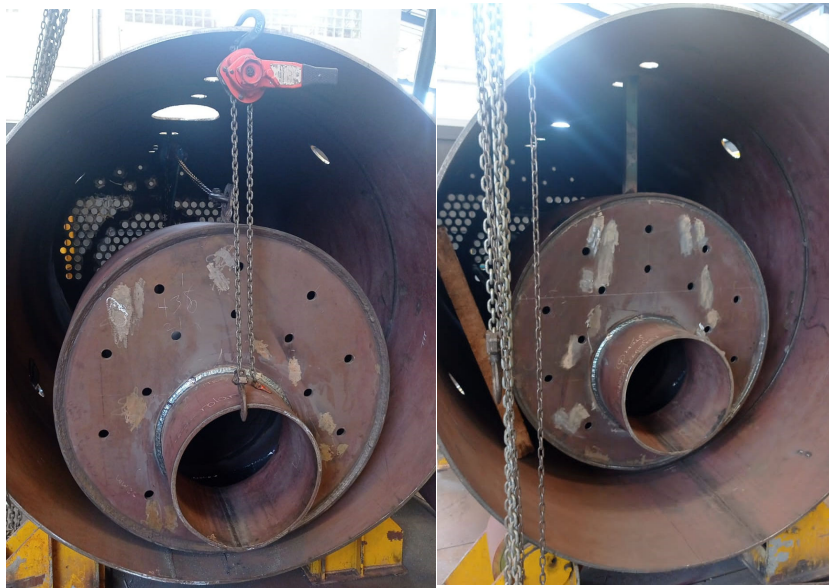
Esto permitió reducir el examen radiográfico a 10.368 m de junta una visita del inspector y 1 día de espera adicional, el examen es ejecutado por un inspector ASNT nivel II de acuerdo con un procedimiento firmado por un inspector ASNT nivel III (ver Anexo 2). Los resultados del Examen radiográfico salieron conformes (Anexo 9).

✓ **Fijación de Hogar, placas y tubos**

Se procede a la inserción del hogar a la caldera, esta operación se realizará con la ayuda de tecles y apuntalados temporales a la carcasa, luego se colocarán las placas porta tubos en los extremos de la caldera. Una vez fijados ambos se proceden a la soldadura de ambos. En este caso las juntas soldadas son en T de penetración completa, para el caso de la placa se utiliza la técnica del

BackGouging, para el caso del hogar simplemente se vísela a y suelda hacia un lado debido al difícil acceso de soldadura.

Figura 4.21. Inserción del Hogar a la caldera



Luego se procede a la inserción de tubos que, deben encajar correctamente ya que todas las placas fueron perforadas con la misma machina.

Figura 4.22. Inserción de la placa porta tubos y los tubos a la caldera



Una vez insertados los tubos estos se proceden a expandir y rebordear. Para el caso de los tubos del primer paso se sueldan utilizando el proceso GTAW. Se inspecciona el 100% de las juntas soldadas visualmente. Antes se aplicaban líquidos penetrantes al 50%. pero según el código solo es necesario realizarlo a las juntas observadas en la inspección visual. Esto permitió reducir los tiempos en inspección y tiempos de espera en producción en 2 horas por caldera.

✓ **Soldadura de accesorios**

Se procedió a soldar el resto de los accesorios que componen la caldera: Bridas, tubos, niples, manhole, tapas y orejas de izaje y soportes. Los accesorios de tamaño pequeño se soldarán solo con proceso GTAW. Se inspecciona el 100% de las juntas soldadas visualmente. Antes se aplicaban líquidos penetrantes al 25%. pero según el código solo es necesario realizarlo a las juntas observadas en la inspección visual. Esto permitió reducir los tiempos en inspección y tiempos de espera en producción en 1 horas por caldera.

Figura 4.23. Soldadura de accesorios



✓ **Prueba de hermeticidad**

Se hermetizan todas las conexiones de la caldera y se procede a llenarla de agua para realizar la prueba de hermeticidad hidrostática. Se colocarán 2 manómetros calibrados en los niples de la caldera (esto para contrastar las medidas de ambos) y un termómetro, se controlará que la presión sea como mínima 1.5 de la máxima presión de trabajo admisible (Ver anexo 14).

Figura 4.24. Prueba de hermeticidad hidrostática



Con respecto al tiempo de duración que debe durar la prueba, el código ASME no establece un tiempo determinado, entonces queda a criterio del examinador determinar cuánto tiempo necesita que la caldera este presurizada para que pueda descartar presencia de fugas en todo el cuerpo de la caldera. Se recomienda presurizar la caldera un tiempo aproximado de 2 horas.

También se realiza una prueba de presión a la válvula de seguridad (Ver figura 4.25 y 4.26) para garantizar su correcto funcionamiento cuando la caldera entre en operación, este procedimiento esta acredita por el fabricante multinacional de Válvulas de seguridad Emerson (Ver Anexo 15).

Figura 4.25 Prueba de presión de válvula de seguridad

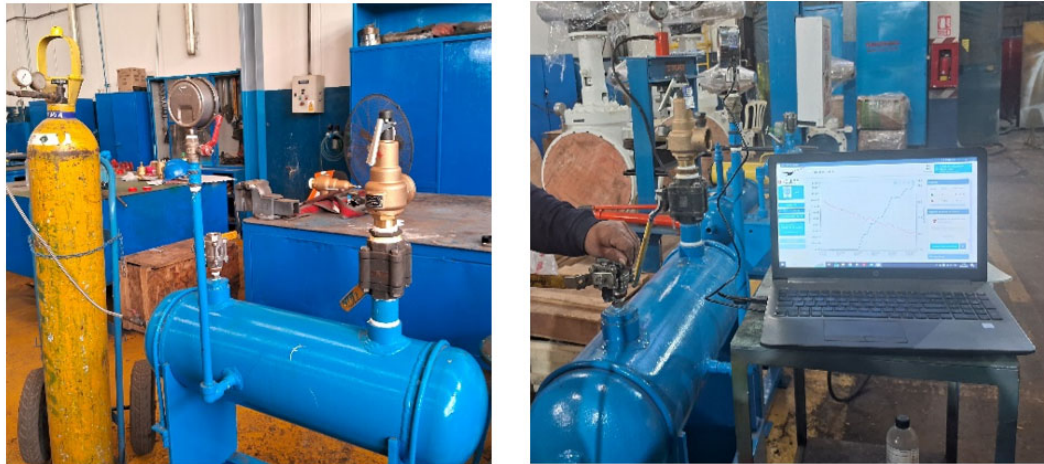


Figura 4.26 Generación de graficas de la prueba de presión de la válvula



Tabla 4.7 Verificación de cumplimiento de elaboración de programa de inspección y ensayos

PROGRAMA DE INSPECCION Y ENSAYOS				
Elemento de calidad y sub-elementos	C	NC	N/A	Acción correctiva /Costo
(a) Las operaciones de fabricación, incluidos los exámenes y los procedimientos de prueba, se describen con suficiente detalle para permitir que la IA determine en qué etapas deben realizarse inspecciones específicas. Específicamente:	■	□	□	N/A

(i) Disposiciones para el uso de listas de verificación, hojas de proceso, viajeros, etc., para una lista de exámenes y pruebas que deben realizarse y para la designación de puntos de inspección.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(ii) Las listas de verificación se ponen a disposición de la IA antes del inicio de la fabricación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(b) El título de la persona responsable de ponerse en contacto con la IA y poner a disposición de la IA los últimos dibujos revisados, cálculos de diseño y todos los documentos relacionados con el trabajo para la revisión inicial y la designación de puntos de inspección en la lista de verificación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(c) Los informes de pruebas de materiales o certificados de cumplimiento, los informes de exámenes, los registros de pruebas y otros documentos de fabricación están disponibles para la IA.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(d) Se proporcionan medidas para la transferencia de marcas de materiales para garantizar que se mantenga la trazabilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(i) Si se utiliza un sistema de marcado codificado, se documenta en el manual o procedimiento escrito aceptable para la IA.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elaboración de procedimiento Costo= s/0
(e) Se adoptan medidas para garantizar que la IA esté informada de la proximidad de los puntos de inspección.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(f) Un procedimiento de reparación propuesto que se presentará a la IA para la concurrencia de reparaciones de cualquier material de retención de presión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(g) Controles realizados para garantizar que la IA ha completado todas las inspecciones requeridas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(h) El cargo de la persona responsable de la preparación del Informe de Datos del Fabricante. El informe será revisado para verificar su exactitud y certificado por la persona que acepta la mano de obra en nombre de la empresa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(i) El título de la persona responsable de verificar el estampado de la placa de identificación con el Informe de Datos del Fabricante antes de presentar el informe junto con el archivo de trabajo al AI para su revisión y firma.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(j) Se establecen medidas para garantizar que se realice la inspección final y que se hayan cumplido todos los requisitos especificados antes de obtener el consentimiento del AI para colocar la placa de identificación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(k) La IA verificará la fijación de la placa de identificación al buque correcto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A

(l) Se establecen medidas para la distribución de los Informes de Datos aplicables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(m) Se establecen medidas para controlar las actividades de campo, cuando corresponda.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A

• **NO CONFORMIDADES**

Se observó que cuando un producto durante el proceso no cumple con los criterios de aceptación se declara como no conforme por el supervisor de proyectos o supervisor de control de calidad, este es separado del taller de y se toma una decisión respecto a su tratamiento, esto puede ser: Descarte, Reproceso o Concesión. Cualquiera sea la decisión que se tome se debe registrar en el formato de PNC e investigar la causa raíz.

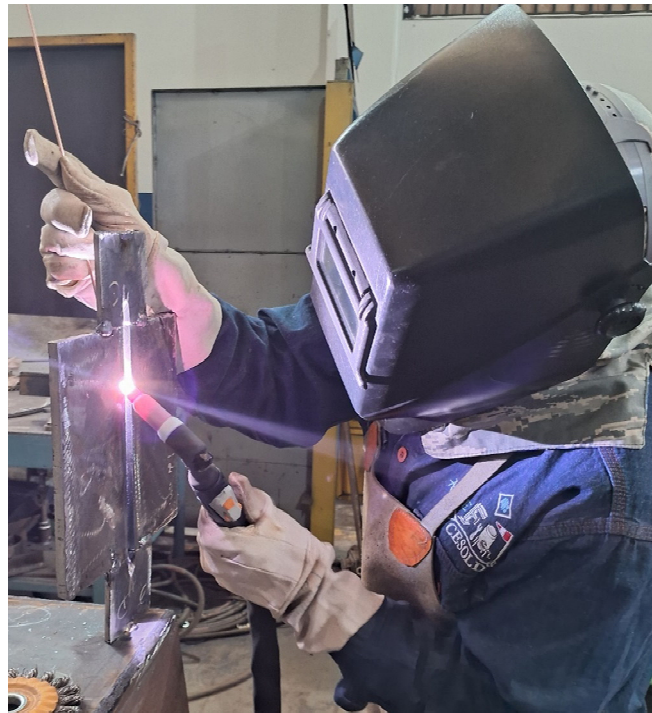
Tabla 4.8 Verificación de cumplimiento de elaboración No Conformidades

NO CONFORMIDADES				
Elemento de calidad y sub-elementos	C	NC	N/A	Acción correctiva /Costo
(a) Existe un procedimiento para la corrección de las no conformidades. Cuando la participación de la IA es requerida por el Código, el procedimiento se acuerda con la IA. El procedimiento incluirá:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(i) Identificación de los responsables de la resolución de las no conformidades.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(ii) Identificación y control del procesamiento posterior de los elementos no conformes hasta su disposición final.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(iii) Documentar la no conformidad, la disposición e informar a la IA de la condición no conforme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
(iv) (NOTA: Una no conformidad es cualquier condición que no cumple con las reglas aplicables del Código, el Manual de Control de Calidad u otros requisitos especificados. Las no conformidades deben corregirse antes de que el artículo completado pueda considerarse aceptable para el Código).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
(v) La no conformidad se aborda en la lista de verificación con la participación del control de calidad y la concurrencia de la IA con un punto de espera agregado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(vi) La inspección final aceptada por el control de calidad y la IA.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
(vii) Cuando la disposición es "Uso – Tal Cual – Es", la disposición involucrará a un ingeniero para garantizar que se haya llevado a cabo una evaluación de ingeniería, cuando corresponda.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A

- **CONTROL DE SOLDADURA**

Se observó que todas las calderas fabricadas por Termodinámica son fabricadas mediante soldadura, por lo que este proceso es fundamental para garantizar la integridad mecánica de estos equipos sobre todo en las juntas de los componentes estructurales de la caldera: carcaza, hogar, planchas porta tubo y base. Los procesos más comunes usados son: GTAW, FCAW, SMAW y GMAW.

Figura 4.27. Calificación del soldador



Todos los soldadores contratados para participar en la construcción de las calderas están calificados mediante el código ASME BPVC SEC IX. Esto quiere decir que estos soldadores pasaron por una prueba llevada a cabo por un inspector de soldadura autorizado por la AWS (CWI-AWS), esta prueba consiste en soldar una probeta normada en base a una especificación de procedimiento de soldadura (WPS), a su vez este procedimiento (WPS) debe contar con un registro de calificación de procedimiento (PQR) para evidenciar su viabilidad **(Ver anexo 10)**.

Una vez el soldador termine de soldar la probeta en base al WPS, el CWI procederá a realizar una inspección visual a la probeta soldada, si la probeta no presenta defectos visuales es enviada a un laboratorio para que a la probeta se le realice ensayos destructivos o una prueba radiográfica para verificar la calidad de la junta. Si los resultados de los ensayos realizados a las probetas son favorables el CWI emite el registro de rendimiento de soldador (WPQ) en donde se registra el nombre de soldador y el procedimiento para el cual está calificado.

Figura 4.28. END de probeta de Soldador



Cada soldador que pasa entrevista se le somete a una prueba de calificación de acuerdo a ASME SEC IX pero esta prueba en lugar de ser supervisada por un CWI será supervisada por el Inspector ASNT nivel II de la empresa (ver figura 4.28), **así se comprueba su habilidad antes de pagarle a un CWI para que lo califique (Ver Anexo 10).**

Esta nueva forma de calificar soldadores permite reducir 8 horas los reprocesos de soldadura, 8 horas de tiempo de espera cuando se convoca a un nuevo soldador y el servicio de una homologación adicional firmada por un CWI por caldera.

Tabla 4.9 Verificación de cumplimiento de Soldadura

SOLDADURA				
Elemento de calidad y sub-elementos	C	NC	N/A	Acción correctiva /Costo
(a) Soldadura para cumplir con los requisitos de la Sección IX de ASME y el Código de Construcción, según corresponda al alcance del trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(b) El título de la persona responsable de certificar las Especificaciones de Procedimientos de Soldadura (WPS) y los Registros de Calificación de Procedimientos (PQR). La persona responsable deberá:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(i) Ser designado por carta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
(ii) Tener un nivel satisfactorio de competencia de acuerdo con el SCC y, como mínimo, estar calificado por educación, experiencia o capacitación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(iii) Tener un registro mantenido por el solicitante que contenga evidencia objetiva de todas las calificaciones, capacitación o experiencia.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(c) Las WPS están disponibles para el soldador en el área de trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(d) Se toman medidas para asegurar la calificación continua del soldador de acuerdo con la Sección IX y el Código de Construcción.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(e) El título de la persona responsable de garantizar que solo se asignen soldadores calificados para realizar el trabajo del Código.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(f) Se proporcionan medidas para garantizar que exista un sistema para identificar el trabajo realizado por cada soldador.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(g) Se establecen medidas para la eliminación o inspección de soldaduras por puntos.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elaboración de procedimiento Costo= s/0
(h) Se establecen medidas para el almacenamiento y acondicionamiento, según sea necesario, de electrodos de bajo hidrógeno.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A
(i) Se establecen medidas para el control, la emisión y la devolución del material de soldadura para garantizar que se utilice el material de soldadura adecuado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(j) Medidas para otorgar a la IA el derecho a exigir y presenciar la recalificación de un soldador o procedimiento por causa justa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A

- **ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

Se observo que la inspeccion Visual de soldadura, los ensayos con liquidos penetrantes y los exámenes radiograficos son realizados Inspectores certificados ASNT Nivel II de acuerdo a la Practica Recomendada SNT-TC-1A (ver anexo 11). El inspector ejecuta el ensayo de acuerdo a un procedimiento escrito que esta revisado y firmado por un Inspector certificado ASNT Nivel III. Estos procedimientos basan sus metodos en ASME BPVC seccion V y su criterio de Aceptacion en ASME BPVC seccion I (Ver Anexo 2).

Figura 4.29. Ensayo con Líquidos penetrantes



Tanto la inspeccion visual como el ensayo de liquidos penetrantes las realiza el Supervisor de Control de Calidad de TERMODINAMICA S.A., en estos ensayos se utilizan galgas de soldaduras como BRIDGE CAM GAGE y el V-WAC (ver figura 4.29). Para el caso de los Exámenes radiográficos se contrata personal que cumple todas las certificaciones antes mencionadas. Todos los registros son guardados de forma digital y se envía una copia física al cliente incluidas en el dossier de calidad de fabricación de la caldera. Las placas radiográficas se le entregan al cliente con cargo en cuanto esté

las solicita caso contrario se etiquetan con el nombre y código del proyecto y se guardan por al menos 5 años.

Tabla 4.10 Verificación de cumplimiento de Ensayos no destructivos

NON-DESTRUCTIVE EXAMINATION				
Elemento de calidad y sub-elementos	C	NC	N/A	Acción correctiva /Costo
(a) Existen disposiciones para identificar los procedimientos apropiados de NDT aplicables al ámbito de trabajo. Estas disposiciones aseguran que:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(i) El personal de NDT está calificado de acuerdo con los requisitos de la sección del Código aplicable.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(ii) Los exámenes NDT (UT, MT, PT, RT y VT) se realizan de acuerdo con un procedimiento escrito cuando es necesario.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(iii) Las placas de RT, los reportes UT y RT se conservan de acuerdo con el Código aplicable.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(iv) Todos los equipos de NDT están calibrados.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A
(v) Medidas para otorgar a la IA el derecho a exigir y presenciar la demostración por parte del personal de NDT de un examen de NDT o de un procedimiento de NDT por causa justificada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A

- **TRATAMIENTO TERMICO**

Se observo que respecto a las calderas pirotubulares el ASME BPVC indica que el Tratamiento Termico Post Soldadura es mandatorio salvo excepciones indicadas en la Tabla PW-39 (**Ver ANEXO 20**) del ASME BPVC I. De acuerdo al numero P del material base, su espesor y otras consideracion, los materiales base usados para la fabricacion de la caldera no entran en la categoria de mandatorio según PW-39, por lo tanto no se realizan tratamiento termico.

4.6.2. Etapa 2: Determinación de acciones correctivas:

De la auditoria se determinó que ñas acciones correctivas necesarias para levantar las no conformidades son en su mayoría elaboración de procedimientos y designación de funciones. Lo cual forma parte normal de las funciones de los jefes de cada área.

4.6.3. Etapa 3: Estimación de costos de inversión

Debido a que la acción correctiva no requiere una inversión adicional para la empresa ni más horas de trabajo para los empleados, se considero que no se requiere ningún desembolso por parte de la empresa para llevar a cabo estas acciones correctivas

4.6.4. Etapa 4: Diseño del sistema de control de calidad

Se realizó una síntesis de funciones (Ver Tabla 4.1) de los elementos evaluados en función la auditoria tal como **indica Espinoza (2010)**.

Tabla 4.11 Selección de atributos esenciales

ATRIBUTO	ESENCIAL	NO ESENCIAL
AUTORIDAD		X
ORGANIZACION		X
PLANOS Y DISEÑOS	X	
CONTROL DE MATERIAL	X	
PLAN DE INSPECCION Y ENSAYO	X	
CONTROL NO CONFORMIDADES	X	
CONTROL DE SOLDADURA	X	
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	X	
CALIBRACION DE INSTRUMENTOS		X
REGISTROS		X

Se podrá mejorar el sistema de control calidad si se reducen las No Conformidades y la información obtenida del Control de No conformidades servirá para modificar el Plan de inspección y ensayo a fin de evitar No Conformidades a través de los procesos de Planos y diseños, Control de materiales, Control de soldadura y de detectar No conformidades a través de los procesos de Ensayos No destructivos.

De acuerdo con lo visto en el marco teórico, referentes del control de calidad como **Ishikawa (1988)**, **Taguchi (1986)**, **Shingo (1986)**, etc. promueven reforzar los procesos aseguramiento de la calidad como el

Planos y diseño, Control de material, Control de NC y Control de Soldadura y solo usar cuando sea necesario los procesos de Inspección y ensayos, así como el tratamiento térmico. Se mostrará la caja blanca producto de este análisis en la sección de resultados.

4.6.4. Etapa 4: Estimación de Reducción de costos y días

Se estimó la reducción de costos operativos en cada proceso de fabricación auditado, en este caso, la fabricación de una caldera piro-tubular de 3 pasos de 125 BHP de donde se tuvieron en cuenta los siguientes costos:

Tabla 4.12 Costo de planilla de personal operativo

Personal de fabricación	Costo HH /día S/
Inspector de soldadura	150
Supervisor de fabricación	150
Soldador	160
Técnico operario armador	120
Ayudante	50

Tabla 4.13 Costo del servicio de examen radiográfico

Descripción del servicio	Costo \$	Costo solesS/
Para realizar el servicio de gammagrafía Industrial. Disponibilidad de lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • 01 fuente de Iridio 192 en su contenedor. • 01 Técnico Calificado, 01 personal de apoyo. • Movilización en camioneta propia (Homologada por el IPEN). • Equipos de contingencias radioactivas. • Monitores de radiación: geiger, dosímetros. • Proceso de cargado, revelado, interpretación de películas. • Estructuración de reporte de la examinación. 	180	684
Junta circular de 10370 m de 12.5 mm. Se realizarán con película del tipo de calidad D4 y marca AGFA con dimensiones 70 X 300mm (Longitud efectiva de 250mm).	840	3192

Tabla 4.14 Costo del servicio de Calificación del soldador

Descripción del servicio	Costo \$	Costo S/
Homologación de soldador	150	570

Proceso Diseño y elaboración de planos:

Se estima que el uso de simbología de soldadura redujo los reprocesos y tiempos muerto en el proceso de soldadura en 8 horas (1 día) por caldera, es decir:

$$\text{Red. Costos. D} = \text{Costo HH Soldador} * 1\text{dia} = 150 \text{ soles}$$

Proceso Radiografía industrial:

Se redujo el examen radiográfico de las juntas circulares de la caldera 1 día de visita del inspector de Radiografía.

$$\begin{aligned} \text{Red. Costos. R} \\ &= \text{Costo Visita plaqueador} * 1\text{dia} \\ &+ \text{Costo placas para } 10368\text{mm} = 3876 \text{ soles} \end{aligned}$$

Aplicación de líquidos penetrantes

Se redujo el tiempo de ensayos con líquidos penetrantes en 8 horas por caldera

$$\begin{aligned} \text{Red. Costos. L} \\ &= \text{Costo HH Inspector} * 1\text{dia} + \text{Costo HH Soldador} * 1\text{dia} \\ &= 300 \text{ soles} \end{aligned}$$

Calificación de soldadores

El tiempo que se usa para detectar los defectos en la soldadura de la caldera es el mismo tiempo que se usara para calificar a los soldadores

$$\begin{aligned} \text{Red. Costos. L} &= \text{Costo HH Soldador} * 1\text{dia} + \text{Costo Homologacion} * 1 \\ &= 720 \text{ soles} \end{aligned}$$

Ejecución de soldadura

Calculando el ahorro por usar procedimiento FCAW en lugar de GMAW para soldar las juntas JS1, JS2, JS3 y JS4 (ver Anexo 6):

$$N_{JS1} = 22.784m \text{ (tomado de Anexo 6)}$$

$$N_{JS2} = 3.623m \text{ (tomado de Anexo 6)}$$

$$\begin{aligned}
N_{JS3} &= 14.073m \text{ (tomado de Anexo 6)} \\
N_{JS4} &= 29.098 m \text{ (tomado de Anexo 6)} \\
W_{JS1} &= 0.71 kg/m \text{ (tomado de Anexo 7)} \\
W_{JS2} &= 1.5 kg/m \text{ (tomado de Anexo 7)} \\
W_{JS3} &= 1.3 kg/m \text{ (tomado de Anexo 7)} \\
W_{JS4} &= 0.83 kg/m \text{ (tomado de Anexo 7)}
\end{aligned}$$

Realizando el cálculo de costos con GMAW:

$$\begin{aligned}
D &= 1.44 kg/h \text{ (tomado en campo)} \\
E &= 0.95 \text{ (tomado de Anexo 5)} \\
K &= 0.35 \text{ (tomado de Anexo 5)}
\end{aligned}$$

$$Cost_{Gas} = \frac{G \times F}{D} = \frac{28.2 \frac{\text{soles}}{m^3} * 0.9m^3/h}{1.44 kg/h} = 17.62 \text{ soles/kg}$$

$$Cost_{Power} = \frac{P \times V \times A}{1000 \times D} = \frac{0.73 \frac{\text{soles}}{kWh} * 20V * 120A}{1000 * 1.44kg/h} = 1.2166 \text{ soles/kg}$$

$$Cost_{Materials} = \frac{M}{E} = \frac{12 \frac{\text{soles}}{kg}}{0.95} = 12.63 \text{ soles/kg}$$

$$Cost_{Labor} = \frac{L \times K}{D \times 100} = \frac{20 \frac{\text{soles}}{h} * 35}{1.44 kg/h * 100} = 4.86 \text{ soles/kg}$$

$Cost_{Weld}$ per unit length of deposited metal

$$= 17.62 \frac{\text{soles}}{kg} + 1.2166 \frac{\text{soles}}{kg} + 12.63 \frac{\text{soles}}{kg} + 4.86 \frac{\text{soles}}{kg} = 36.32 \text{ soles/kg}$$

$$Total Cost_{Weld} = Cost_{Weld} \text{ per unit length of deposited metal} \times \left(\sum_{i=1}^4 W_{Jsi} \times N_{Jsi} \right)$$

$$= 36.32 \frac{\text{soles}}{kg}$$

$$* \left(0.71 \frac{kg}{m} * 22.784m + 1.5 \frac{kg}{m} * 3.623m + 1.3 \frac{kg}{m} * 14.073m \right.$$

$$\left. + 0.83 \frac{kg}{m} * 29.098 m \right) = 36.32 \frac{\text{soles}}{kg} * 64kg = 2327 \text{ soles}$$

$$TOTAL WELDING TIME = \frac{64kg}{1.44 \frac{kg}{h} * 0.35} = 127 \text{ horas}$$

Realizando el cálculo de costos con FCAW

$$D = 2.99 \text{ kg/h (tomado en campo)}$$

$$E = 0.85 \text{ (tomado de anexo 5)}$$

$$K = 0.35 \text{ (tomado de anexo 5)}$$

$$Cost_{Gas} = \frac{G \times F}{D} = \frac{21.2 \frac{\text{soles}}{\text{m}^3} * 1.2 \text{ m}^3/\text{h}}{2.99 \text{ kg/h}} = 6.34 \text{ soles/kg}$$

$$Cost_{Power} = \frac{P \times V \times A}{1000 \times D} = \frac{0.73 \frac{\text{soles}}{\text{kWh}} * 26V * 200A}{1000 * 2.99 \text{ kg/h}} = 1.2695 \text{ soles/kg}$$

$$Cost_{Materials} = \frac{M}{E} = \frac{11.26 \frac{\text{soles}}{\text{kg}}}{0.85} = 13.24 \text{ soles/kg}$$

$$Cost_{Labor} = \frac{L \times K}{D \times 100} = \frac{20 \frac{\text{soles}}{\text{h}} * 35}{2.99 \text{ kg/h} * 100} = 2.341 \text{ soles/kg}$$

$Cost_{Weld}$ per unit length of deposited metal

$$\begin{aligned} &= 6.34 \frac{\text{soles}}{\text{kg}} + 1.2695 \frac{\text{soles}}{\text{kg}} + 13.24 \frac{\text{soles}}{\text{kg}} + 2.3410 \frac{\text{soles}}{\text{kg}} \\ &= 23.1905 \text{ soles/kg} \end{aligned}$$

$$Total \text{ Cost}_{Weld} = Cost_{Weld} \text{ per unit length of deposited metal} \times \left(\sum_{i=1}^4 W_{Jsi} \times N_{Jsi} \right)$$

$$= 23.1905 \frac{\text{soles}}{\text{kg}} * 64 \text{ kg} = 1484 \text{ soles}$$

$$TOTAL \text{ WELDING TIME} = \frac{64 \text{ kg}}{2.99 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 0.35} = 61 \text{ horas}$$

$$Red. \text{ Costos. } S = \text{Costo GMAW} - \text{Costo FCAW} = 843 \text{ soles}$$

$$Red. \text{ Tiempo. } S = \text{Tiempo GMAW} - \text{Tiempo FCAW} = 66 \text{ horas} = 4 \text{ dias}$$

4.7. Aspectos éticos en la investigación

El presente proyecto de investigación cumplirá con el código de ética del investigador de la Universidad Nacional del Callao, establecido en el artículo N°8 de los principios éticos del investigador según fue aprobado por la Resolución del Consejo Universitario N°260-2019-CU. - 16 de julio del 2019

V. RESULTADOS

No se realizó contratación de hipótesis debido a que la presente investigación no conto con Hipótesis

5.1. Resultados descriptivos:

Tabla 5.1. Porcentaje de cumplimiento de ASME BPVC sec I

RESULTADOS DE AUDITORIA					
ELEMENTO DE CALIDAD	C	NC	AC	COSTO	CUMPLIMIENTO
AUTORIDAD	3	0	0	0	100%
ORGANIZACION	1	0	0	0	100%
PLANOS Y DISEÑOS	1	6	6	0	14%
CONTROL DE MATERIAL	7	2	2	0	78%
PLAN INSPECCION Y ENSAYO	8	1	1	0	89%
CONTROL NO CONFORMIDADES	5	0	0	0	100%
CONTROL DE SOLDADURA	8	1	0	0	89%
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	5	0	0	0	100%
CALIBRACION DE INSTRUMENTOS	2	0	0	0	100%
REGISTROS	2	0	0	0	100%
TOTAL	42	9	9	0	82%

Figura 5.1. Gráfico de Pareto de las NC de la auditoria

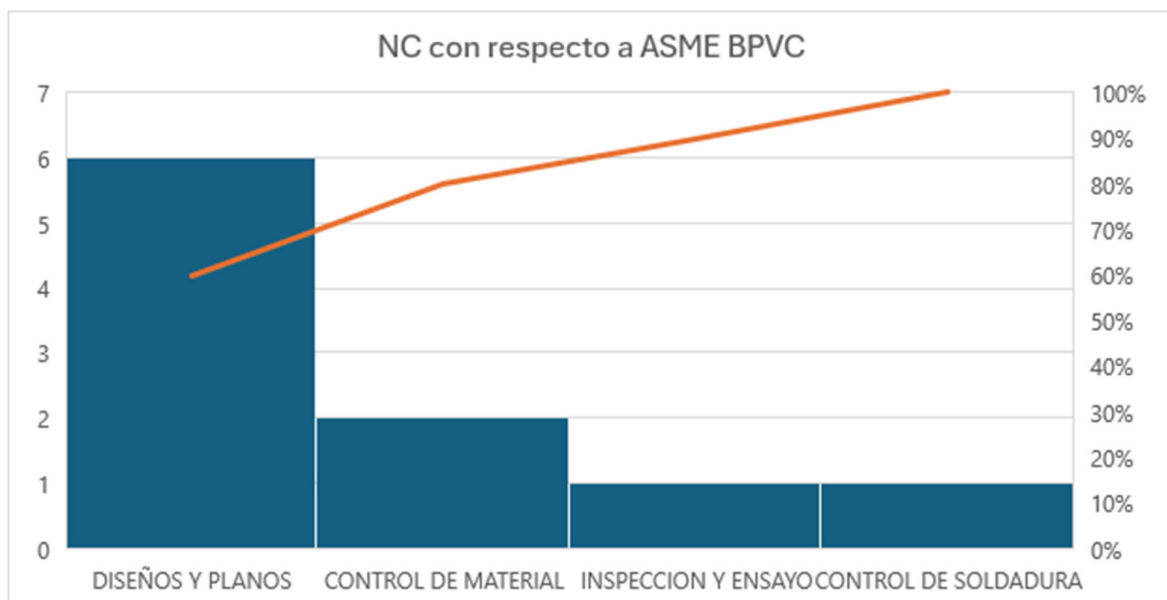


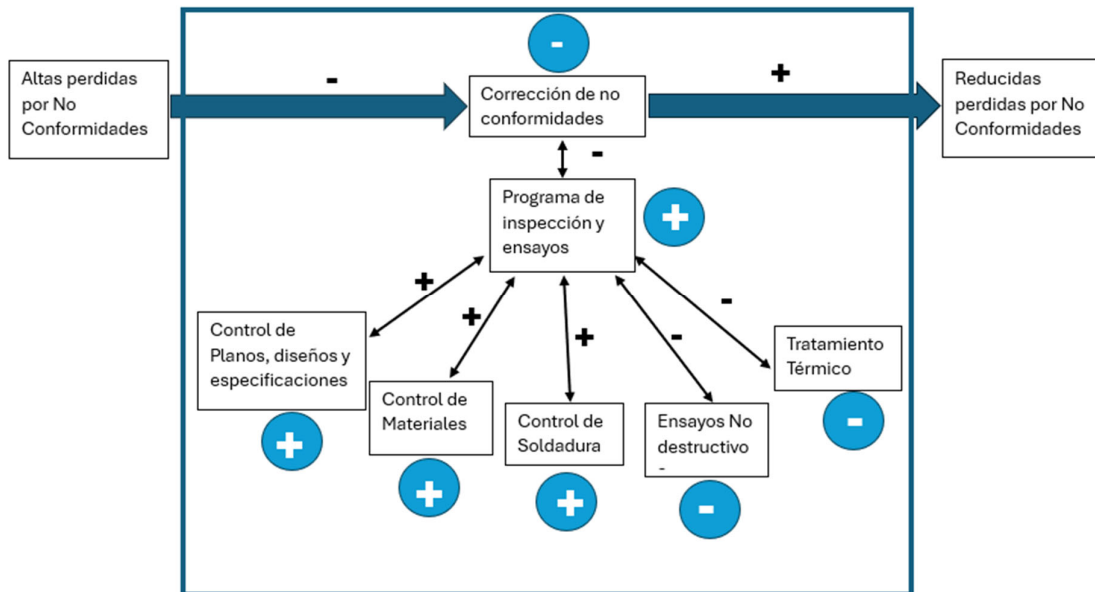
Tabla 5.2. Reducción de costos y días en el proceso de fabricación

Proceso	Red. Costos (soles)	Red. Días
Diseño y planos	150	1
Plaqueo	3876	1
Tintes	300	1
Calificación	720	1
Avance	843	4
Tratamiento térmico	300	2
Total	6189	10

5.1.2. Diseño de Sistema de Control de Calidad

Se muestra el diseño del sistema de control de calidad, tal cual indica **Espinoza (2010)** a través de la caja blanca mostrada en la figura 5.2 y se explicó a través del manual de control de calidad, según la sección I de **ASME (2023)**, mostrado en el Anexo 16.

Figura 5.2. Caja blanca del sistema de control de calidad



VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Contratación y demostración de la hipótesis con los resultados: No aplica debido a que la presente investigación no conto con Hipótesis

6.2. Contratación de los resultados con otros estudios similares:

De acuerdo con lo trazado tras la elaboración del Sistema de Control de Calidad basado en ASME BPVC sección I es que se realiza una discusión en referencia a otras investigaciones realizadas anteriormente e indicadas en los antecedentes de estudio tales como:

Lo propuesto por Jurado y Bernal (2021) en su tesis titulada “Diseño de un plan de implementación de la certificación ASME en la línea de producción de recipientes a presión, calderas e intercambiadores de calor de la empresa HEATEXCHANGER.”, cuyos costos necesarios para la elaboración del manual del control de calidad asciende a \$5640 a diferencia de la presente investigación que asciende a 0 soles, esto puede deberse a que en la investigación de Jurado y Bernal (2021) considera que no se tiene ninguna documentación realizada en cambio en la presente investigación se considera según la auditoría realizada que hay una base de documentos sobre la cual se puede trabajar.

Por otra parte, Caqui (2019) en su tesis titulada “Metodología para la calificación de un procedimiento de soldadura según el código ASME SECCION VIII DIV.1 para la construcción de un tanque a presión en la empresa CONSTRUCCIONES METALICAS S.A.C.”, está alineada con la presente investigación, ya que la metodología con la que califica sus WPS y a sus soldadores coincide con la que se propone en la presente investigación ya que en ambas cumplen fielmente lo que indica ASME BPVC Sección IX.

De igual manera Cantu (2022) en su trabajo de investigación titulada “Implementación plan de calidad según AWS Y ASME para mejorar la calidad de soldadura en la empresa IMM Metales SAC.” Refuerza aún más la propuesta de calidad basada en ASME BPVC ya que los resultados obtenidos en su implementación demuestran las significativas reducciones de defectos en el proceso de soldadura al aplicar los criterios de ASME BPVC SEC IX.

En contra parte **Vílchez (2016)** en su tesis que a pesar de su título “Propuesta de mejora de calidad en los procesos para la fabricación de calderas a vapor en

una empresa del sector metalmecánica” muestra como resultados mejoras en los tiempos de producción, pero estos no son resultados producto de un enfoque en la calidad como la reducción de defectos, sino producto de un enfoque más asociado de “manufactura esbelta”. Tampoco tiene un enfoque técnico acerca de la fabricación de las calderas, a tal punto que basa la construcción de sus calderas bajo el ASME BPVC SEC VIII que aplica para los recipientes a presión y no las calderas que construye. Esto un ejemplo de mal uso del código ASME mencionado en la realidad problemática de la presente investigación. Incluso este trabajo muestra resultados de las mejoras en las posturas de trabajo de los soldadores basado en OWAS criterio que está relacionado más a la salud ocupacional y que poco o nada tiene que ver con la calidad.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes

A continuación, se describen las responsabilidades éticas del investigador en cuanto a la manipulación de la información y la comunicación de los resultados en esta tesis de investigación:

- Citar y referenciar correctamente las fuentes bibliográficas según la norma ISO 690 para toda la información obtenida de fuentes primarias y sitios web.
- Autorizar la comunicación pública de la tesis en el repositorio institucional de la UNAC.
- Evitar cualquier acto de plagio o auto plagio en el informe final de la investigación, lo cual podría resultar en una pena de prisión de entre cuatro y ocho años, según el artículo N° 219 del Código Penal, "Plagio".
- Prevenir cualquier actividad ilegal relacionada con la falsificación de documentos en la tesis, lo cual podría desprestigiar la investigación y está sancionado por el artículo N° 427 del Código Penal, "Falsificación de Documentos".

VII.CONCLUSIONES

Se logró diseñar un sistema de control de calidad para el proceso de fabricación de calderas pirotubulares describiéndolo en un manual de control de calidad tal cual lo exige ASME BPVC sección I para la empresa TERMODINAMICA S.A.

Se logró verificar que el grado de cumplimiento del sistema de control de calidad con respecto a ASME BPVC sección I es 82% utilizando como instrumento una guía de auditoría de la agencia autorizada por ASME, TSSA.

Se determinó las 9 acciones correctivas necesarias para el cumplimiento del ASME BPVC SEC I, siendo 6 de ellas de “elaboración de procedimientos” y 3 de “designación de funciones”. Con lo cual se solucionó los problemas de incumplimiento en el sistema de control de calidad.

Se determinó que los costos de inversión necesarios para realizar a cabo las 9 acciones correctivas cumpliendo con los requisitos de ASME BPVC sección I, ascienden a 0 soles.

Se estimó que la reducción de costos y de días producto del control de calidad es de 6189 soles y 10 días respectivamente por cada caldera.

El control de calidad correctamente aplicado no solo ayuda a garantizar que las calderas fabricadas no tengan defectos, sino que también reducen costos de operaciones y demora en los plazos dado que reducen los reprocesos.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación del Sistema de control de calidad a través de su manual.

El supervisor de Control de calidad debe hacer seguimiento a la implementación y verificar que se han cumplido las acciones correctivas a través de auditorías internas.

La implementación se debe realizar bajo el enfoque Kaizen y la verificación se debe realizar visitando al Gemba tal cual lo Indica **Imai (2015)**.

Considerar al sistema de control de calidad implementado cuando haya pasado 2 auditorías semestrales consecutivas con más de 90% de cumplimiento.

Poner énfasis en las acciones correctivas del proceso de diseño y planos para continuar con la reducción de los reprocesos y por ende los costos en el proceso de fabricación.

Aunque el control de calidad ayude a reducir los costos y las demoras se debe recordar que la calidad siempre debe estar primero, incluso cuando esto signifique que en algunas ocasiones se deba sacrificar los costos y los plazos.

Si se realizara algún cambio a algún proceso del sistema de control de calidad, se debe analizar sus efectos no solo de forma reduccionista sino también se debe analizar la interrelación con otros procesos del sistema ya que todos sus elementos son interdependientes.

Una vez implementado el sistema de control de calidad, se recomienda al Gerente ponerse en contacto con un Inspector Autorizado ASME, para comenzar el proceso de certificación para usar la estampa ASME en TERMODINAMICA S.A.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARINE-BLOG. (s.f.) *Back gouging in welding.* [en línea] [consulta: 26 de abril de 2024]. Disponible en: <https://amarineblog.com/2019/09/07/back-gouging-in-welding/>

American Welding Society, 2018. *Welding handbook volume 1: welding and cutting science and technology.* 10ª ed. Miami, USA: AWS, ISBN: 978-1-64322-015-4

American Welding Society, 2004. *Welding handbook volume 2: welding processes, part 1.* 9ª ed. Miami, USA: AWS, ISBN: 0-87171-729-8

CANTU, Niki, 2022. *Implementación plan de calidad según AWS Y ASME para mejorar la calidad de soldadura en la empresa IMM Metales SAC.,* Tesis (Titulo ingeniero Industrial) Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura-Perú

CAQUI, Leonel, 2019. *Metodología para la calificación de un procedimiento de soldadura según el código ASME SECCIÓN VIII DIV.1 para la construcción de un tanque a presión en la empresa CONSTRUCCIONES METALICAS S.A.C.,* Tesis (Titulo ingeniero Metalúrgico) Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica-Perú

ESPINOZA, Ciro, 2014. *Metodología de investigación tecnológica.* 2ªed. Huancayo Perú: Soluciones Graficas S.A.C., 978-612-00-1667-1

ESPINOZA, Ciro, 2010. *Metodología de investigación tecnológica.* 2ªed. Huancayo Perú: Imagen Grafica SAC, ISBN: 978-612-00-0222-3

EMERSON, 2012. *Pressure relief valve Engineering handbook* [en línea] USA [Consulta: 05 de mayo de 2024] Technical publication No. TP-V300. Disponible en: <https://www.emerson.com/documents/automation/pressure-relief-valve-engineering-handbook-en-gb-4244934.pdf>

GAMARRA, Fiorella, 2019. *Implementación de un sistema de gestión de calidad basado en el código ASME SECCION VIII, DIVISION 1, en tanques a presión para su certificación ASME ESTAMPA "U" en la empresa MASPROD S.A.C. – 2018*, Tesis (Titulo ingeniero Metalúrgico) Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica-Perú

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, 2014. *Metodología de la investigación*. 6ª ed. México D.F.:McGraw Hill, 978-1-4562-2396-0

ISHIKAWA, Kaoru, 1988. *¿Qué es el control total de calidad?: La modalidad japonesa*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma S.A. , ISBN: 958-04-7040-5

JURADO, Jose, y **BERNAL**, Mercedes 2021. Diseño de un plan de implementación de la certificación ASME en la línea de producción de recipientes a presión, calderas e intercambiadores de calor de la empresa HeatExchanger, Trabajo (Master en Gestión de Proyectos) Escuela superior politécnica del Litoral, ESPAE Escuela de Negocios-Ecuador

KARATSU, Hajime [Videoteca CFPTE-UTN]. 2017. "Invitación a CC Volumen 1: Fundamentos de CC". 9 octubre 2017. [Video de YouTube] <<https://www.youtube.com/watch?v=wgcxu1cquFs>> [Consulta: 26 de marzo de 2024]

KIMURA, Koichi, 2022. *TQM Total Quality Management. Volumen 1*. [en línea]. edición 2022b. The Netherlands: Factory Managment Institute. [Consulta: 26 de marzo de 2024] Disponible en: <https://archive.org/details/tqm-1-prologo-y-que-es-tqm>

IMAI, Masaaki, 2015. *Gemba Kaizen: un enfoque de sentido común para una estrategia de mejora continua*. 2ª ed. Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana de España S.L., ISBN: 978-84-481-9330-0

MACKAY, John R. y PILLOW, James T., 2011. *Power boilers: a guide to Section I of the ASME boiler and pressure vessel code*. 2ª ed. New York, USA: ASME Press Book, ISBN 978-0-7918-5967-4.

MASTERS, Mark, 2017 *¿Con estampa o sin estampa? ¡Esa es la cuestión!*
[Artículo de LinkedIn] [consulta: 26 de marzo de 2024]. Disponible en:
<https://www.linkedin.com/pulse/con-estampa-o-sin-esa-es-la-cuesti%C3%B3n-mark-h-masters-p-e-/>

MASTERS, Mark, 2018 *The ASME Code - More than a quality standard*.
[Artículo de LinkedIn] [consulta: 26 de marzo de 2024]. Disponible en:
<https://www.linkedin.com/pulse/asme-code-more-than-quality-standard-mark-h-masters-p-e-/?trackingId=wJStflSyRZ%2B4PqA6p6ixdA%3D%3D>

NORIEGA, Wilson, 2019. *Diseño de un Sistema de Aseguramiento y Control de Calidad en la fabricación de tanques de almacenamiento para optimizar el abastecimiento de combustible*, Tesis (Título Ingeniero Mecánico Electricista) Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería

ÑAUPAS, Humberto, y otros. 2018. *Metodología de la investigación: cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5ªed. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U, ISBN 978-958-762-876-0

O'DONNELL CONSULTING ENGINEERS INC. (s.f.) *Introduction to the ASME Boiler & Pressure Vessel (B&PV) Code*. [en línea] [consulta: 26 de marzo de 2024]. Disponible en:
<https://www.odonnellconsulting.com/resources/background-asme-code/>

Organización Internacional de Normalización, 2015. *NORMA INTERNACIONAL ISO 9000: Sistemas de gestión de calidad-fundamentos y vocabularios*. 4ª ed Ginebra, Suiza

PATRICK, Charles W. y **NEWELL**, William F, Jr. 2014. *Understanding welding cost – using flux-cored arc welding (FCAW) for cost reduction and productivity improvement*. Proceedings of the ASME 2014 Pressure Vessels & Piping Conference, California, USA: Vol. 6B: Materials and Fabrication. Art. PVP2014-28084. ISBN: 978-0-7918-4604-9.

PILLANA, Alex, y **MASAQUIZA**, Christian 2017. *Desarrollo del procedimiento de control de calidad para la construcción de un auto tanque de gas de petróleo (GLP) de 8000 Galones de capacidad de cabeza semiesférica según las normas ASME.*, Tesis (Titulo ingeniero Automotriz) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica -Ecuador

PRAJAPATI, P., **BADHEKA**, V.J. y **MEHTA**, K. 2018. *An outlook on comparison of hybrid welds of different root pass and filler pass of FCAW and GMAW with classical welds of similar root pass and filler pass*. Sādhanā: Academy Proceedings in Engineering Sciences Vol. 43, Art. 75.

SHINGO, Shigeo, 1986. *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoka.*, USA: Productivity, inc, ISBN: 0-915299-07-0

TAGUCHI, Genichi, 1986. *Introduction to Quality Engineering*, Tokio, Japan: Asian Productivity Organization, ISBN: 92-833-1084-5

THAKUR, A., **GEBRELIBANOS**, H. y **GABREY**, T. 2018. *Arc Welding Process Selection through a Quality and Costs*. International Journal of Current Engineering and Technology. Vol.9, No.3, p. 383-394. ISSN 2277 – 4106.

The American Society of Mechanical Engineers, 2023. *Rules for Construction of Power Boilers, Section I of ASME boiler & pressure vessel code, 2023 ed.* New York, USA: ASME, ISBN: 978-0-7918-7560-5

The American Society of Mechanical Engineers, 2023. *Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators, Section IX of ASME boiler & pressure vessel code, 2023 ed.* New York, USA: ASME, ISBN: 978-0-7918-7585-8

VÍLCHEZ, Jorge, 2016. *Propuesta de mejora de calidad en los Procesos para la fabricación de calderas a vapor en una empresa del sector metalmecánica*, Tesis (Titulo Ingeniero Industrial) Universidad Peruana de ciencias aplicadas, Facultad de Ingeniería

WOHLFARTH, Ray. y **KOHAN**, Anthony L., 2021. *Boiler Operator's Guide*. 5ª ed. , New York, USA: McGraw Hill, ISBN: 978-1-26-002700-6

American Welding Society, 2020. *A3.0M/A3.0:2020 Standard welding terms and definitions*, 13^a ed. USA: AWS, ISBN: 978-1-7918-7585-8

X. ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 2: PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE SOLDADURAS POR EL METODO DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL SEGÚN ASME SECCIÓN I-2019

ANEXO 3: CARTA DE AUTORIZACION DEL USO DE DATOS

ANEXO 4: MODELO DE AUDITORIA PARA CERTIFICACION ASME

ANEXO 5: EFICIENCIA Y FACTOR OPERACIONAL

ANEXO 6: WELDING MAP

ANEXO 7: TABLA DE VOLUMEN Y PESO DE SOLDADURA

ANEXO 8: TABLA PW-11 REQUERIMIENTOS DE ENSAYOS VOLUMETRICOS PARA JUNTAS A TOPE

ANEXO 9: REGISTRO DE EXAMEN RADIOGRAFICO

ANEXO 10: WPS, PQR y WPQ

ANEXO 11: CERTIFICACION DE PERSONAL

ANEXO 12: MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD

ANEXO 13: JUICIO DE EXPERTOS

ANEXO 14: CERTIFICADO DE INSPECCION POR BUREAU VERITAS

ANEXO 15: ACREDITACION PARA PRUEBAS DE VALVULAS

ANEXO 16: MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD

ANEXO 17: ERRORES HALLADOS EN EL WELDING HANDBOOK

ANEXO 18: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA

ANEXO 19: PLANOS DE CALDERA PIROTUBULAR DE 125 BHP

ANEXO 20: TABLA PW-39 REQUERIMIENTOS DE TRATAMIENTO TERMICOS PARA P-No.1

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CALDERAS PIROTUBULARES BASADA EN ASME BPVC SEC. I EN TERMODINAMICA S.A.”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general			
¿Cómo diseñar el sistema de control de calidad para el proceso de fabricación de calderas piro tubulares basada en ASME BPVC SEC I en TERMODINAMICA S.A.?	Diseñar el sistema de control de calidad para el proceso de fabricación de calderas pirotubulares basada en ASME BPVC SEC I en TERMODINAMICA S.A.			
Problemas específicos	Objetivos específicos			
¿Cómo verificar el grado de cumplimiento de sistema del control de calidad con respecto al ASME BPVC SEC I?	- Verificar el grado de cumplimiento de sistema del control de calidad con respecto al ASME BPVC SEC I.			
¿Cómo determinar las acciones correctivas para solucionar los problemas de incumplimiento en el sistema de control de calidad con respecto a ASME BPVC I?	- Determinar las acciones correctivas para solucionar los problemas de incumplimiento en el sistema de control de calidad con respecto a ASME BPVC.	NO APLICA	VI: Sistema de control de calidad VD: Bajas perdidas por NC	Cuantitativo con enfoque sistémico
¿Cómo estimar el costo de inversión de cada acción correctiva a realizar en el sistema de control de calidad para lograr el cumplimiento con respecto a ASME BPVC I?	- Determinar el costo de inversión de cada acción correctiva a realizar en el sistema de control de calidad para lograr el cumplimiento con respecto a ASME BPVC			
¿Cómo determinar la reducción de perdidas por NC al aplicar el Sistema de control de calidad basado en ASME BPVC I?	- • Determinar la reducción de perdidas por NC al aplicar el Sistema de control de calidad basado en ASME BPVC I			



INSPECTRONIC BUSINESS S.A.C.
Ingeniería - Calidad & Eficiencia

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE
SOLDADURAS POR EL METODO DE
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

PROCED.: INS.BUS-ASME-I RT
501-03-2021

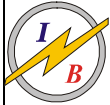
REV.001

Página 1 | 18

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE SOLDADURAS
POR EL METODO DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

SEGÚN ASME Sección I - 2019

ASME Sección V Artículo 2 - 2019



INDICE

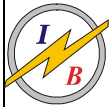
1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
4. REQUISITOS DEL PERSONAL
5. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL
6. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE
7. REQUISITOS GENERALES
8. ETAPAS Y AREAS DEL EXAMEN
9. DESARROLLO DE LA INSPECCION
10. EVALUACION DE INDICACIONES
11. CRITERIOS DE ACEPTACION
12. REPORTE DE ENSAYO

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A

Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



1. OBJETIVO.

Este procedimiento regirá los métodos y establecerá los requisitos para el examen radiográfico en soldadura de Calderas y sus componentes incluido las tuberías.

2. ALCANCE.

Las reglas de la Parte PW (ASME SECCION I – 2019) son aplicables a las calderas y sus componentes, incluidas las tuberías construidas según las disposiciones de esta Sección, que se fabrican mediante soldadura.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

La última edición de los siguientes documentos:

- ASTM E 94, Guide for Radiographic Testing
- ASTM E 747, Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Wire Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology
- ASTM E 142, Method for Controlling Quality of Radiographic Testing.
- ASTM E 1032, Test Method for Radiographic Examination of Weldments
- ASME Section V, Article 2, edition 2019.
- ASME Section I, edition 2019.
- Recommended Practice SNT-TC-1A, for Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification.
- Specifications of the Project.


4. REQUISITOS DEL PERSONAL.

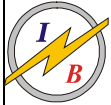
El Fabricante será responsable de asegurar que el personal de exámenes no destructivos (END) haya sido calificado y certificado de acuerdo con la práctica escrita de su empleador antes de realizar o evaluar exámenes radiográficos requeridos por esta Sección. SNT - TC - 1A se utilizará como una guía para que los empleadores establezcan su práctica escrita. Se pueden utilizar programas de certificación centrales nacionales o internacionales para

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



cumplir con los requisitos de examen y demostración de la práctica escrita del empleador.

- 4.1 El personal que realice las inspecciones debe de estar calificado de acuerdo al procedimiento de capacitación, calificación y certificación del personal de la compañía según la practica recomendada SNT-TC-1A de la ASNT.
- 4.2 El personal que realice las inspecciones debe estar calificado y certificado como Nivel I en el método de inspección por radiografía industrial.
- 4.3 El personal que interprete, evalúe y elabore el reporte de resultados de las inspecciones, debe estar calificado y certificado como Nivel II o III en el método de inspección por radiografía industrial.

5. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

- 5.1 Casco de seguridad y barbiquejos.
- 5.2 Lentes de seguridad con micas claras.
- 5.3 Protección auditiva para zonas con alto ruido.
- 5.4 Guantes.
- 5.5 Chaleco Reflectivo.
- 5.6 Respirador para partícula de polvo o para gases dependiendo de la zona de trabajo.
- 5.7 Calzado de seguridad con punta de acero.
- 5.8 Dosimetría personal.

6. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

- 6.1 Elaboración y análisis del IPER con todos los involucrados.
- 6.2 Tener a la mano los procedimientos de inspección.
- 6.3 Verificación de herramientas y equipos.
- 6.4 Tener hoja MSDS a utilizar en el sitio de trabajo.

7. REQUISITOS GENERALES.

7.1 Preparación de la superficie.


7.1.1 Materiales.

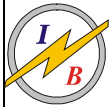
Las superficies deberán satisfacer los requisitos de las especificaciones de material que sean aplicables con acondicionamiento adicional, si es necesario, al grado en que las irregularidades de las superficies no cubran las discontinuidades o se confundan con estas.

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



7.1.2 Soldaduras.

Todas las uniones soldadas deberán ser preparadas como sigue: Las soldaduras onduladas o con irregularidades en la superficie en uno o ambos lados (donde sea accesible) deben ser removidas por cualquier proceso aceptable al grado en que la imagen radiográfica resultante de cualquier irregularidad no pueda encubrir, o ser confundida con la imagen de cualquier discontinuidad.

7.2 Densidad de la radiografía.

7.2.1 La densidad de la película a través de la imagen radiográfica del cuerpo del penetrámetro de agujeros apropiado o en la zona adyacente al alambre designado de un penetrámetro y el área de interés deberá ser 2.0 como mínimo para radiografías obtenidas con fuentes de rayos Gamma. Para la técnica de exposición con películas múltiples, cada película deberá tener una densidad mínima de 1.3. La densidad máxima debe ser 4.0 para cualquiera de las vistas, simple o compuesta.

7.2.2 Un densitómetro debe ser usado para verificar la densidad fotográfica de la película, una tolerancia de variaciones densidad de ± 0.05 unidades es permitida entre lecturas del densitómetro.

7.2.3 Una película calibrada escalonada de comparación rastreable a una norma apropiada deberá ser usada para verificar la calibración del densitómetro. La película calibrada debe tener al menos 5 áreas con una densidad neutra de 1.0-4.0

7.2.4 La calibración del densitómetro deberá efectuarse cada 90 días; sin embargo, se debe efectuar una verificación simple de la calibración por cada día de trabajo, antes de usarlo.

7.3 Pantallas intensificadoras.

7.3.1 Se usarán pantallas intensificadoras de plomo (en el frente) con un espesor de 0.005" o 0.010, y una pantalla de plomo de 0.010" de espesor en el reverso para proteger el efecto de la radiación dispersa. Se puede utilizar respaldo de plomo de mayor espesor para la protección contra la radiación posterior dispersa si esta no es suficiente, de acuerdo con 6.5 dicha protección adicional va en la parte exterior del porta-película.

7.3.2 No se utilizarán pantallas intensificadoras, cuando así este establecido como requisito específico en algún documento de trabajo.

7.3.3 No se usarán pantallas fluorescentes.

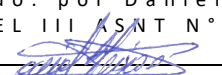
7.4 Películas.

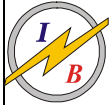
7.4.1 Se emplearán películas ASTM E1815-08 (2013) Clase I y Clase II de las marcas KODAK, AGFA o cualquiera otra marca que proporcione la calidad radiográfica requerida. La selección de las películas dependerá del espesor

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, RT, UT - 208695



a radiografiar y si la imagen del penetrámetro prescrito y el agujero pueden ser visto. Ver tabla 1.

TABLA 1

Image Quality & Film System Classes				
Type	CEN EN 584-1	ASTM E 1815-96	ISO 11699-1	JIS- K7627
D2	C1	special	C1	T1
D3	C2	I	C2	T1
D4	C3	I	C3	T2
D5	C4	I	C4	T2
D7	C5	II	C5	T3
D8	C6	III	C6	T4

CARESTREAM

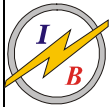
Film	Features and Customer Product Specifications	Classification	
		INDUSTREX M43ic Processor, INDUSTREX Single Part Developer Replenisher, 8 minutes at 79 °F (26 °C)	
		ASTM E1815	EN ISO 11699-1
DR50	<ul style="list-style-type: none"> Ultra-fine grain High contrast and excellent sensitivity For critical radiography, especially with high voltage x-rays and gamma rays Excellent for use in multi-films techniques 	Special	C1
M100	<ul style="list-style-type: none"> Ultra-fine grain Medium speed, very high contrast, high definition (excellent sensitivity) For critical radiography, such as weld inspection related to the nuclear industry 	Class I	C2
MX125	<ul style="list-style-type: none"> Very fine grain Medium speed, very high contrast, high definition For a wide range of critical radiography such as aeroengine, weld, fabrication, investment castings and assemblies 	Class I	C3
T200	<ul style="list-style-type: none"> Very fine grain Medium speed, high contrast For a wide range of critical radiography such as weld fabrication, investment castings and assemblies For use in multiple film radiography and in single film 	Class I	C4
AA400	<ul style="list-style-type: none"> Fine grain High speed, high contrast Suitable for weld and casting inspection Often used in multiple film techniques 	Class II	C5
HS800	<ul style="list-style-type: none"> Medium grain High speed, high contrast with direct x-rays, with lead screens, with fluorescent or with fluorometallic screens Suitable for low and high voltage equipment, and gamma sources For concrete and heavy construction, offshore pipeline, and thick wall casting applications 	Class III	C6

7.5 Radiación dispersa.

7.5.1 Se efectuará una prueba para determinar si existe la protección adecuada contra la radiación dispersa: en la parte posterior de cada porta película, durante cada exposición se coloca una letra B de dimensiones (7/16" largo mínimo y 1/16" espesor mínimo). Si aparece una imagen clara de la letra B en un fondo oscuro de la radiografía, será evidencia de que

Preparado: por Bryan Yzaguirre M LEVEL II RT SNT TC 1A	Revisado: por Daniel Merino P. LEVEL III ASNT N° 208695	Aprobado: por Eddis Manchay S LEVEL II RT SNT TC 1A
--	--	---

Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



la protección contra de la radiación de rebote posterior ha sido insuficiente y la radiografía deberá ser considerada inaceptable. Una imagen oscura de la letra B en un fondo claro no es causa de rechazo.

7.6 Penumbra geométrica.

7.6.1 La radiografía debe de ser hecha con una penumbra geométrica que cumpla lo siguiente:

Material Thickness, in. (mm)	U_g Maximum, in. (mm)
Under 2 (50)	0.020 (0.51)
2 through 3 (50-75)	0.030 (0.76)
Over 3 through 4 (75-100)	0.040 (1.02)
Greater than 4 (100)	0.070 (1.78)

7.6.2 Para calcular la penumbra geométrica (U_g) se utiliza la siguiente formula:

$$U_g = \frac{(F d)}{do}$$

Donde:

- U_g = Penumbra geométrica.
- F = Tamaño de la fuente.
- do = Distancia desde la fuente de radiación al objeto.
- d = Distancia del objeto a la película.

7.6.3 El fabricante de la fuente Gamma, deberá documentar el tamaño máximo de la fuente por escrito. No se deberá usar fuente cuyo tamaño máximo exceda a 0.300".

7.6.4 Cuando el tamaño de la fuente este dado en dos dimensiones, la siguiente corrección deberá ser echo para obtener el valor de F:

$$F = (a^2 + b^2)^{1/2}$$


Donde a y b son las dimensiones dadas por el fabricante.

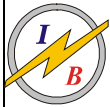
8. ETAPAS Y AREAS DEL EXAMEN.

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



8.1 La inspección por radiografía industrial se llevará a cabo cuando el cliente así lo solicite.

8.2 El área de interés en el examen radiográfico de soldaduras deberá incluir 0.5" de metal base adyacente a los lados de la soldadura.

9. DESARROLLO DE LA INSPECCION.

9.1 Identificación de la radiografía.

9.1.1 Todas las radiografías deberán ser identificadas por medio de un impresor automático o por la imagen radiográfica, obtenida mediante el empleo de números y letras de plomo de un tamaño adecuado, colocadas sobre el porta-películas con cinta adhesiva. Esta identificación no deberá estar colocada en el área de interés de la radiografía.

La identificación debe incluir permanentemente lo siguiente:

- Nombre o logotipo de la compañía que realiza la inspección.
- Fecha de la inspección.
- Numero de parte o identificación de la pieza inspeccionada.
- Número o posición de la película.
- Una letra "R" en caso de inspeccionar zonas reparadas, seguida de un número indicando el número de reparación inspeccionada.

9.2 Selección de la energía de la radiación.

9.2.1 Radiación Gamma. El isótopo radiactivo a ser usado es de Ir 192 en un rango de espesores de 1/8" (3mm) hasta 2" (50mm).

9.2.2 Para lograr los niveles de sensibilidad requeridos con los espesores menores del rango a usar, se deberá seleccionar los tipos de películas de grano extrafino y el procedimiento deberá probarse como satisfactorio, mediante la demostración de la definición del penetrómetro en el espesor mínimo del material radiografiado.

9.3 Marcas de localización.


9.3.1 Las marcas de localización (Puntos de referencias) deben aparecer como imágenes radiográficas en la película (impresas por caracteres de plomo) y deben ser colocadas sobre la pieza, no sobre el porta película, estos puntos de referencia deben estar clara y permanentemente marcados en el lugar correspondiente sobre la pieza o con marcador de metal o en un mapa o dibujo, de manera que permita rastrear al área de interés en la radiografía para asegurar su localización sobre la pieza.

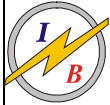
9.3.2 Las marcas de localización deben ser colocadas del lado de la fuente o de la película como se indica en la figura 1 (Esquema para Marcas de Localización).

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



9.4 Indicadores de Calidad de Imagen (ICI, IQI o Penetrómetro).

9.4.1 Se deberán utilizar Penetrómetro de alambre o rectangulares de agujeros los mismos que deben de cumplir con los requerimientos de SE 1025 para los de tipo de agujero y con SE 747 para los de tipo alambre.

9.4.2 Los Penetrómetros deben ser seleccionados del mismo grupo de aleaciones de un material o grado, o de un grupo de aleaciones de un material o grado con menor absorción que el material radiografiado.

9.4.3 Penetrómetro de alambre consta de un juego de alambres colocados de acuerdo con el incremento del diámetro de los alambres. Esto se muestra en la tabla 2

TABLA 2
Designación del penetrómetro de ASTM E-747
Diámetro Alambre e identificación del alambre.

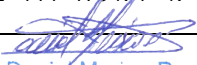
Table T-233.2					
Wire IQI Designation, Wire Diameter, and Wire Identity					
Set A			Set B		
Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity	Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity
0.0032	(0.08)	1	0.010	(0.25)	6
0.004	(0.10)	2	0.013	(0.33)	7
0.005	(0.13)	3	0.016	(0.41)	8
0.0063	(0.16)	4	0.020	(0.51)	9
0.008	(0.20)	5	0.025	(0.64)	10
0.010	(0.25)	6	0.032	(0.81)	11
Set C			Set D		
Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity	Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity
0.032	(0.81)	11	0.100	(2.54)	16
0.040	(1.02)	12	0.126	(3.20)	17
0.050	(1.27)	13	0.160	(4.06)	18
0.063	(1.60)	14	0.200	(5.08)	19
0.080	(2.03)	15	0.250	(6.35)	20
0.100	(2.54)	16	0.320	(8.13)	21

9.4.4 Penetrómetro rectangulares son listados en la tabla 3.

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695

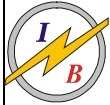


TABLA 3

Designación del penetrámetro tipo agujero ASTM E-1025
Espesor y diámetro del agujero

**Table T-233.1
Hole-Type IQI Designation, Thickness, and Hole Diameters**

IQI Designation	IQI Thickness, in. (mm)	17 Hole Diameter, in. (mm)	27 Hole Diameter, in. (mm)	47 Hole Diameter, in. (mm)
5	0.005 (0.13)	0.010 (0.25)	0.020 (0.51)	0.040 (1.02)
7	0.0075 (0.19)	0.010 (0.25)	0.020 (0.51)	0.040 (1.02)
10	0.010 (0.25)	0.010 (0.25)	0.020 (0.51)	0.040 (1.02)
12	0.0125 (0.32)	0.0125 (0.32)	0.025 (0.64)	0.050 (1.27)
15	0.015 (0.38)	0.015 (0.38)	0.030 (0.76)	0.060 (1.52)
17	0.0175 (0.44)	0.0175 (0.44)	0.035 (0.89)	0.070 (1.78)
20	0.020 (0.51)	0.020 (0.51)	0.040 (1.02)	0.080 (2.03)
25	0.025 (0.64)	0.025 (0.64)	0.050 (1.27)	0.100 (2.54)
30	0.030 (0.76)	0.030 (0.76)	0.060 (1.52)	0.120 (3.05)
35	0.035 (0.89)	0.035 (0.89)	0.070 (1.78)	0.140 (3.56)
40	0.040 (1.02)	0.040 (1.02)	0.080 (2.03)	0.160 (4.06)
45	0.045 (1.14)	0.045 (1.14)	0.090 (2.29)	0.180 (4.57)
50	0.050 (1.27)	0.050 (1.27)	0.100 (2.54)	0.200 (5.08)
60	0.060 (1.52)	0.060 (1.52)	0.120 (3.05)	0.240 (6.10)
70	0.070 (1.78)	0.070 (1.78)	0.140 (3.56)	0.280 (7.11)
80	0.080 (2.03)	0.080 (2.03)	0.160 (4.06)	0.320 (8.13)
100	0.100 (2.54)	0.100 (2.54)	0.200 (5.08)	0.400 (10.16)
120	0.120 (3.05)	0.120 (3.05)	0.240 (6.10)	0.480 (12.19)
140	0.140 (3.56)	0.140 (3.56)	0.280 (7.11)	0.560 (14.22)
160	0.160 (4.06)	0.160 (4.06)	0.320 (8.13)	0.640 (16.26)
200	0.200 (5.08)	0.200 (5.08)	0.400 (10.16)	...
240	0.240 (6.10)	0.240 (6.10)	0.480 (12.19)	...
280	0.280 (7.11)	0.280 (7.11)	0.560 (14.22)	...

9.5 Selección del penetrámetro.

9.5.1 Los Penetrámetros serán seleccionados de tabla 4.

TABLA 4

**Table T-276
IQI Selection**

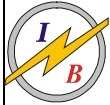
Nominal Single-Wall Material Thickness Range, in. (mm)	IQI					
	Source Side			Film Side		
	Hole-Type Designation	Essential Hole	Wire-Type Essential Wire	Hole-Type Designation	Essential Hole	Wire-Type Essential Wire
Up to 0.25, incl. (6.4)	12	2T	5	10	2T	4
Over 0.25 through 0.375 (6.4 through 9.5)	15	2T	6	12	2T	5
Over 0.375 through 0.50 (9.5 through 12.7)	17	2T	7	15	2T	6
Over 0.50 through 0.75 (12.7 through 19.0)	20	2T	8	17	2T	7
Over 0.75 through 1.00 (19.0 through 25.4)	25	2T	9	20	2T	8
Over 1.00 through 1.50 (25.4 through 38.1)	30	2T	10	25	2T	9
Over 1.50 through 2.00 (38.1 through 50.8)	35	2T	11	30	2T	10
Over 2.00 through 2.50 (50.8 through 63.5)	40	2T	12	35	2T	11
Over 2.50 through 4.00 (63.5 through 101.6)	50	2T	13	40	2T	12
Over 4.00 through 6.00 (101.6 through 152.4)	60	2T	14	50	2T	13
Over 6.00 through 8.00 (152.4 through 203.2)	80	2T	16	60	2T	14
Over 8.00 through 10.00 (203.2 through 254.0)	100	2T	17	80	2T	16
Over 10.00 through 12.00 (254.0 through 304.8)	120	2T	18	100	2T	17
Over 12.00 through 16.00 (304.8 through 406.4)	160	2T	20	120	2T	18
Over 16.00 through 20.00 (406.4 through 508.0)	200	2T	21	160	2T	20

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A

Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



9.5.2 Un agujero más pequeño en un penetrámetro más grueso o un agujero más grande en un penetrámetro más delgado puede sustituir cualquier de los listados, siempre que se proporcione una sensibilidad equivalente del Penetrámetro y todos los demás requisitos sean cumplidos.

9.5.3 **Soldaduras con refuerzos.** La selección del penetrámetro se basa en el espesor nominal de la pared sencilla **más el refuerzo estimado de la soldadura**. Anillos o láminas de respaldo (platinas o backings) no deben ser considerados como parte del espesor en la selección del penetrámetro.

9.5.4 **Soldaduras sin refuerzos.** La selección del penetrámetro se basa en el espesor nominal de la pared sencilla. Anillos o láminas de respaldo no deben ser considerados como parte del espesor en la selección del penetrámetro.

9.6 Colocación de penetrámetro.

9.6.1 Los penetrámetros deben ser colocados del lado de la fuente en la sección que va a ser examinada, de tal forma que el plano del penetrámetro sea normal al haz de radiación.

Cuando la configuración o el tamaño evita colocar él (los) penetrámetro (s) sobre la pieza o soldadura él (los) penetrámetro (s) debe (n) ser colocado (s) sobre un material que sea radiográficamente similar al que está siendo examinado.

El bloque debe tener el mismo espesor que la pieza sujeta a inspección.

El bloque debe ser colocado lo más cerca que sea posible del material inspeccionado. Las dimensiones del bloque exceder las dimensiones del penetrámetro de tal manera que el contorno de por lo menos tres de los lados de la imagen del Penetrámetro debese visible en la radiografía.

9.6.2 Cuando se utilicen penetrámetros rectangulares, se colocarán sobre el metal base, aproximadamente a 1/4" de la orilla de la soldadura. Cuando la corona o refuerzo de la soldadura o los anillos de respaldo no sean removidos, se deben emplear una lámina del mismo tipo del metal base y deberá ser colocado bajo el penetrámetro. Las láminas deberán ser de dimensiones mayores a los penetrámetros por los menos 1/8" en al menos tres lados.

9.6.3 Cuando se utilizan penetrámetros de alambre, deberán colocarse sobre la soldadura de tal manera que los alambres estén colocados perpendiculares al eje de la soldadura. El número de identificación del penetrámetro no debe estar en el área de interés.


9.6.4 Cuando se examinan partes de doble pared, tales como tuberías o ductos, con una fuente de radiación colocada en la parte exterior de la tubería, el penetrámetro deberá ser colocado, sobre la soldadura (penetrámetro de alambres) y del lado de la fuente de radiación.

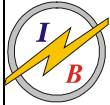
9.6.5 En casos donde no es posible colocar el penetrámetro del lado de la

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



fuelle, este debe ser colocado del lado de la película en contacto con la pieza que está siendo inspeccionada.

Cuando se use un penetrómetro del lado de la película, se le deberá adjuntar una letra "F" de plomo del mismo tamaño del número de identificación del penetrómetro sobre el penetrómetro rectangular sin obstruir el agujero esencial.

Cuando la configuración geométrica de la pieza a inspeccionar hace impráctico la colocación de la letra "F" fuera del área de interés, se permite colocar la letra sobre ella.

9.6.6 En la inspección de objetos irregulares, el penetrómetro deberá ser colocado en la parte de la pieza más alejada de la película.

9.6.7 Para componentes donde se utiliza uno o más porta-películas para una exposición, por lo menos la imagen de un Penetrómetro debe de aparecer en cada una de las radiografías, excepto cuando se presenta lo indicado líneas abajo.

Para recipientes cilíndricos, donde la fuente es colocada en el eje del objeto y uno o más porta-películas son utilizados para una exposición simultánea de la circunferencia completa, por lo menos tres penetrómetros deben ser colocados separados aproximadamente 120°. En secciones que se radiografían simultáneamente soldaduras longitudinales y una soldadura circunferencial, se debe colocar un Penetrómetro adicional en cada una de las secciones más alejadas de la soldadura longitudinal con respecto a la soldadura circunferencial.

Para recipientes esféricos, donde la fuente es colocada dentro del recipiente y uno o más porta-películas son utilizados para una exposición simultánea de la circunferencia completa, por lo menos tres penetrómetros deben ser colocados aproximadamente 120°. Para otras soldaduras radiografiadas simultáneamente, se debe colocar un penetrómetro adicional en cada una de las otras soldaduras.

Cuando se radiografían objetos arreglados de tal manera que forman un círculo, la imagen de cada objeto debe mostrar, por lo menos, un Penetrómetro.


En secciones donde la soldadura circunferencial y partes de una soldadura longitudinal adyacente son radiografiadas simultáneamente, un penetrómetro adicional debe ser colocado por cada sección longitudinal y en el extremo más alejado de la película.

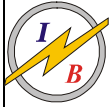
Para contenedores esféricos donde la fuente va en el centro por el lado interior del contenedor y una o más películas son usadas para la exposición simultánea completa, 3 penetrómetros colocados a aproximadamente a 120 grados, para las otras soldaduras que son radiografiadas al mismo

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



tiempo, un penetrámetro adicional debe colocarse en cada una de estas películas.

9.7 Colocación de la Película.

9.7.1 La película (una o más por exposición) se colocarán adyacentes a la parte que va a ser radiografiada, del lado opuesto de la fuente de radiación.

9.7.2 La película estará en contacto estrecho con el material, a fin de evitar la distorsión de la imagen radiográfica.

9.8 Variación de la Densidad.

9.8.1 Un penetrámetro cubrirá un área de interés en que la densidad radiográfica no varíe más de -15% a +30% de la densidad a través del cuerpo del penetrámetro rectangular o adyacente al alambre del penetrámetro de alambres, dentro del rango de densidades permitidas en 7.2.1. Cuando no es posible cumplir con lo anterior debe utilizar penetrámetros adicionales para cada área que no cumplan con lo establecido.

9.8.2 Cuando se utiliza el respaldo bajo el Penetrámetro rectangular en la inspección de uniones soldadas no se requiere cumplir con él límite de +30% siempre que se obtenga la sensibilidad radiográfica y que la densidad no exceda de 4.0. Se deberá usar por lo menos un penetrámetro por radiografía, con exposiciones simultáneas en una pieza.

9.8.3 Cuando la densidad en una película varia más de -15% a +30% que en la zona del penetrámetro, un penetrámetro adicional debe ser colocado en cada zona donde haya habido esta, si uno de los penetrámetros muestra sensibilidad aceptable y su densidad cubre la mayor parte de la radiografía y el segundo penetrámetro muestra una sensibilidad aceptable y su densidad cubre la menor parte de la radiografía, estos dos penetrámetros sirven para la calificación de la radiografía.

9.9 Técnicas Radiográficas.

9.9.1 Siempre que sea práctico se deben radiografiar espesores de pared simple y vista de pared simple; de otra forma, se usara la técnica de doble pared y vista de pared simple.

9.9.2 Técnica de pared simple. En esta técnica, la radiación pasa solamente a través de una pared de la soldadura.


9.9.3 Técnica de doble pared. Cuando no es practico aplicar la técnica de pared simple, se debe aplicar una de las siguientes técnicas:

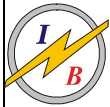
9.9.4 Vista de pared simple. Para soldaduras en componentes, cuando la radiación pasa a través de las dos paredes del componente y solamente la soldadura en el lado de la película es vista. Se requieren por lo menos tres exposiciones separadas 120°.

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



9.9.5 Vista de doble pared. Soldaduras en componentes, cuando la radiación pasa a través de las dos paredes del componente con diámetro nominal exterior de 3 1/2" o menor, se puede emplear la técnica de doble pared y vista de doble pared. Solamente para materiales y soldaduras de tuberías con diámetros nominales de 3 1/2" o menores puede ser empleada la vista de doble pared.

Cuando el haz de la radiación es angulado suficientemente para separar las imágenes de las porciones de soldadura del lado de la fuente y del lado de la película sin traspasar las áreas a ser interpretadas. Cuando se requiere una cobertura completa, un mínimo de dos exposiciones tomadas a 90 grados entre sí serán realizadas para cada junta.

Como alternativa, la soldadura puede ser radiografiada con el haz de radiación colocado de modo que las imágenes de ambas paredes se superponen. Cuando se requiere la cobertura completa, un mínimo de tres exposiciones tomadas a 60 grados o 120 grados entre sí se harán para cada junta.

9.10 Cálculo del tiempo de exposición.

9.10.1 Se puede emplear una regla de cálculo, una gráfica de exposición o un modelo matemático apropiado para determinar el tiempo de exposición:

$$T = \frac{60 \times P \times D^2}{0.55 \times A \times 2^{-E/13.55}}$$

T=Tiempo de exposición en minutos.

P= Factor del tipo de película.

D=Distancia fuente - película en metros.

A=Actividad de la fuente en Curies.

E=Espesor del componente en milímetros

9.11 Almacenamiento de las películas radiográficas no expuestas.

9.11.1 Las películas no expuestas, deben almacenarse de tal forma que estén protegidas de los efectos de la luz, presión, calor excesivo, humedad, vapores y radiaciones ionizantes que puedan dañarlas.

9.11.2 Las películas no expuestas deben manejarse bajo condiciones apropiadas de la luz de seguridad.


9.12 Procesado.

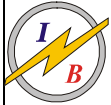
9.12.1 Es importante tener el máximo cuidado en la forma de procesar la película radiográfica con el fin de obtener un revelado correcto, el procesado debe efectuarse de acuerdo con las condiciones del fabricante

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695



de la película y los productos químicos usados en este proceso. Básicamente el proceso del revelado consta de las siguientes fases:

- Revelado de la película. Proceso durante el cual la imagen latente pasa a imagen visible. El tiempo normal de revelado está entre 5 a 8 minutos a 20°C dependiendo de la densidad deseada (Seguir las recomendaciones del fabricante).
- Baño en una solución ácida o "baño de paro". Consiste en introducir la película antes de pasarla al fijador en un ácido entre 30 a 60 segundos cuya función es neutralizar los agentes alcalinos y detener rápidamente la acción del revelador (Ácido acético y agua). De no ser así la película deberá ser lavada inmediatamente durante 3 minutos con agua corriente circulante.
- Fijado. Proceso durante el cual se disuelven y eliminan de la emulsión las sales de plata que no han sido expuestas a la radiación y se refuerza la estructura de gelatina que se hace más sólida. Se acostumbra utilizar el doble del tiempo de revelado pero que no pase de 15 minutos.
- Lavado Final. Después del fijado debe hacerse un lavado a la película para eliminar los componentes del revelador, se efectúa con agua circulante. Se recomienda lavar la película con un tiempo de 10 minutos.
- Secado. Es el último paso del procesado de la película. Debe de hacerse de preferencia con secadoras adecuadas. De no ser así acondicionar un ambiente en donde las películas se puedan secar de manera uniforme.

9.13 Visualización de las radiografías.

9.13.1 Las radiografías serán examinadas con un iluminador de intensidad variable. La intensidad de la luz ambiental debe ser tal, que no provoque problemas de reflexión de la luz sobre la superficie de la película. Se deberá emplear mascarar para eliminar los excesos de iluminación en las áreas de inspección.


9.13.2 Todas las radiografías deben estar libres de daños mecánicos, químicos u otras manchas que al extenderse no enmascaren o puedan ser confundidas con imágenes de discontinuidades en el área de interés. Las manchas que deben evitarse son:

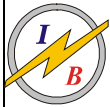
1. Velado.
2. Ralladuras, manchas de agua, manchas de los químicos.
3. Rasguños, marcas dactilares, polvos, marcas de corriente estática.
4. Indicaciones falsas debido a pantallas defectuosas.

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
WT, PT, RT, UT - 208695



10. EVALUACION DE INDICACIONES.

10.1 Todas las indicaciones relevantes deben ser evaluadas en términos de los criterios de aceptación.

10.2 Indicaciones relevantes, diferentes que fisuras, o zonas de fusión o penetración incompleta (las dos primeras no se aceptan sin importar su longitud) deben ser evaluadas de la siguiente manera:

10.2.1 Indicaciones redondeadas. Indicaciones cuya longitud es igual o menor a tres veces su ancho.

Estas indicaciones pueden ser de forma circular, elíptica, cónica o irregular y pueden tener cola. Cuando se evalúa el tamaño de una indicación, la cola debe ser incluida.

10.2.2 Indicaciones alargadas. Indicaciones cuya longitud es más de tres veces su ancho.

10.2.3 Indicaciones alineadas. Una secuencia de cuatro o más indicaciones redondeadas debe ser considerada como alineadas, cuando toquen una línea recta trazada entre los centros de las indicaciones localizadas en los extremos.

11. CRITERIO DE ACEPTACION.

11.1 Cualquier indicación caracterizada como fisura o zona de fusión o penetración incompleta.

11.2 Cualquier otra indicación alargada en la radiografía que tenga una longitud mayor que

- (a) 1/4 pulg. (6 mm) para t hasta 3/4 pulg. (19 mm)
- (b) 1/3t para t desde 19 mm (3/4 pulg.) a 57 mm (2 1/4 pulg.)
- (c) 19 mm (3/4 pulg.) para t más de 57 mm (2 1/4 pulg.)

Donde t es el espesor de la soldadura


11.3 Cualquier grupo de indicaciones alineadas que tengan una longitud agregada mayor que t en una longitud de 12t, excepto cuando la distancia entre las imperfecciones sucesivas exceda 6L donde L es la longitud de la imperfección más larga del grupo.

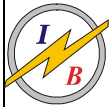
11.4 Indicaciones redondeadas superiores a las mostradas en A-250 (ASME SECCION I – 2019).

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A


Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695

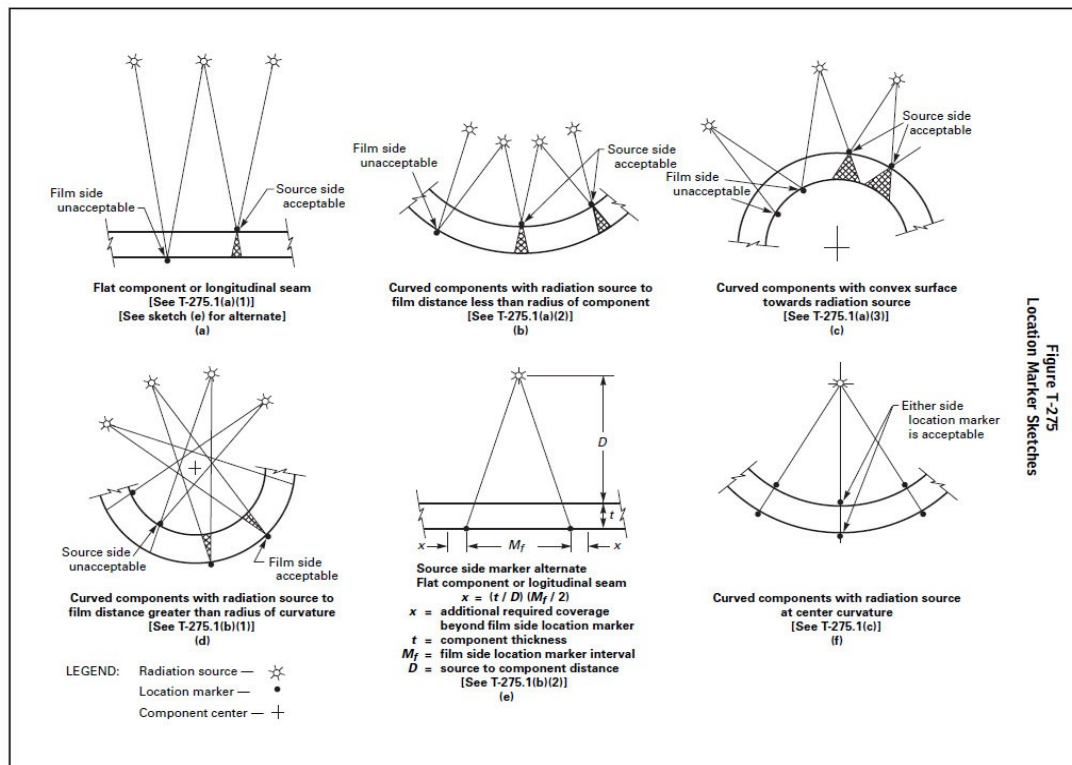


12. REPORTE DE RESULTADOS.

12.1 La ubicación de las discontinuidades estará diferenciada al punto cero de la soldadura de los tubos, el mismo que en general coincidirá con el candado de la soldadura (punto de encuentro de los cordones en la parte superior) y la cinta métrica con números de plomo avanzará en el sentido de las agujas del reloj mirando agua abajo (en el sentido del flujo del fluido en la tubería).

12.2 Los resultados de todas las inspecciones deben de ser reportadas en el formato de reporte de inspección. Ver anexo A

FIGURA 1

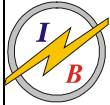


Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A

Daniel Merino Ponce
Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 200695



ANEXO A



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º	PAG	01	DE	01	PROCEDIMIENTO: INS-BUS/ASME RT 01-2021	
SOLICITADO POR	Atención: ING.					
COMPONENTE EVALUADO						
MATERIAL	TIPO DE PELÍCULA		T. EXPOSICION			
ESPESOR	DIMENSION DE PELICULA		CALIDAD RADIOGRAFICA			
FUENTE / CI	PANTALLA		IND. CAL. IMAGEN			
RADIAC. A	DENSIDAD		POSICIÓN ICI			
TAMAÑO FOCAL	DISTANCIA F/P		CODIGO/NORMA			
TECNICA DE EXPOSICION: C						
IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20				Muestras indicadas por el cliente		
NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES						
Aa. Porosidad agrupada	Bb. Escoria alineada	Ea. Fisura longitudinal	I. Cordón Irregular			
Ab. Porosidad alineada	Bc. Escoria agrupada	Eb. Fisura transversal	K. Quemón			
Ac. porosidad aislada	C. Falta de fusión	Fa. Socavado interno.	L. defecto de película			
Ba. Escoria aislada	D. Penetración incompleta	F. socavado externo	T. Formación de gotas			
LUGAR Y FECHA DE EJECUCION		INSPECTOR END		SUPERVISOR END		
LUGAR XX / XX / 2020		XXXXXXXXXX NIVEL II RT SNT - TC - 1A				

Calle las Begonias 177 - Urb. El Ermitaño Independencia, Lima - Perú. Telef: 608-6450 Cel: 99625-3825 / 975 190520
Mail: inspectronic@yahoo.es / operaciones@inspectronic.com / administracion@inspectronic.com

Preparado: por Bryan
Yzaguirre M
LEVEL II RT SNT TC 1A

Revisado: por Daniel Merino P.
LEVEL III ASNT N° 208695

Aprobado: por Eddis
Manchay S
LEVEL II RT SNT TC 1A

Daniel Merino Ponce
ASNT NDT LEVEL III
MT, PT, RT, UT - 208695

ANEXO 3: CARTA DE AUTORIZACION DEL USO DE DATOS



CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE DATOS

Yo **JAIME ARTURO SEGURA CERRON**, identificado con **DNI 09073784**, en mi calidad de GERENTE GENERAL de la empresa TERMODINAMICA SOCIEDAD ANONIMA con R.U.C N° 20504638422, ubicada en la ciudad de Lima

OTORGO LA AUTORIZACIÓN

Al señor **JOSE MANUEL MONTENEGRO SOTO** identificado con **DNI N°48196833**, bachiller de la escuela profesional de ingeniería mecánica que utilice la siguiente información de la empresa:

- ✓ Documentación de control de calidad
- ✓ Certificados de Calibración de instrumentos
- ✓ Documentación de soldadura: WPS,PQR y WPQ

con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis para optar el Título Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

() Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

(X) Mencionar el nombre de la empresa.

TERMODINAMICA S.A.

J A I M E S E G U R A C E R R O N
GERENTE GENERAL

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 09073784

El Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el bachiller será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Firma del Bachiller

DNI: 48196833



Calle Victor Reynel 1045, Lima - Perú
Email. Clientes@termodinamica.com.pe
Telf. (01) 336 6850

www.termodinamica.com.pe

Se adjunta copia del DNI del Representante Legal



**CERTIFICATION OF MANUFACTURERS OF
BOILERS & PRESSURE VESSELS**

(Not applicable to ASME Section IV, Cast Iron and Aluminum Boilers, ASME Section VIII Division 1, UG-90(c)(2) and Graphite Vessels, ASME Section VIII Division 2 and Division 3, Section XII, and Engineering contracted under Section I)

**ASME Section VIII Division 1
ASME Section I
ASME Section IV**

GUIDE FOR MANUFACTURERS /INSTALLERS/REPAIRERS & AUDIT TEAMS

The Technical Standards and Safety Authority
Boilers and Pressure Vessels Safety Program
345 Carlingview Drive,
Toronto Ontario, Canada
M9W 6N9

INTRODUCTION

This guide is prepared for the use of Manufacturers/Installers/Repairers and TSSA non-nuclear audit team leaders, members and applicants for TSSA Certificates of Authorization (C of A). It is not intended to replace or interpret the requirements of the CSA B-51 Standard or the ASME Boiler and Pressure Vessel Codes. The checklist does not list all of the detailed requirements of CSA B51 and ASME Codes referenced, but rather lists the highlights that the applicant is required to include in the written Quality Control (QC) Manual.

In addition, to assist the TSSA audit team, this guide is provided to applicants for TSSA Certificates of Authorization for their use in identifying and verifying the paragraph(s) where their QC Manual addresses all applicable control requirements of the CSA Standard and ASME Codes. The QC Manual must contain the description of the controls necessary for implementing the QC Program, but it is not required to contain all of the programmatic requirements which will be found in the QC Program, such as written procedures.

The guide is based upon CSA B51 and ASME Sections I, IV, VIII Division 1 requirements. The guide is subject to revision by TSSA based on changes made to CSA B51 and ASME Codes, from time to time, or based on feedback received from users.

An audit must cover a QC Manual and its implementation. It is recognized that the scope of work, QC Manual and Manual implementation will vary from one applicant to another, therefore, only those activities to be performed under the scope of an applicant's TSSA Certificate of Authorization are required to be addressed in the QC Manual. TSSA audit teams are advised that this guide may not outline all possible aspects of each audit. The QC Manual need not follow the format of this guide, but shall described applicable requirements.

Questions of possible need for interpretation raised by the survey team members or the applicant shall be submitted to the TSSA Boiler and Pressure Vessel Chief Inspector for a resolution.

HOW TO USE THIS GUIDE

Review each checklist item in the checklist against the QC Manual and:

- 1) Check the applicable column - "Yes", "No" or "N/A" (Not Applicable)
- 2) Note the paragraph number in the QC Program Manual which covers the subject addressed in the column labelled "Quality Program Reference".

Submit one copy of the completed checklist with one uncontrolled copy of the current QC Manual to TSSA Head Office for review, at least one month prior to the scheduled implementation audit date.

DEMONSTRATION OF THE QUALITY SYSTEM

The purpose of the demonstration item is to evaluate the applicant's Quality Control System (QCS) and its implementation. For evaluation of the QCS, the applicant must demonstrate to the current Code rules sufficient administrative and construction of the QCS to show that they have the knowledge and ability to produce the Code items typical of those covered by the QCS.

It is expected that the construction functions be demonstrated using typical Code work. However, they may be demonstrated using current work, a mock-up, or a combination of the two. Any current Code work ongoing at the time of the audit is subject to the audit team's review. While that applicant must address each element of the QCS in the Code, the applicant need only demonstrate those elements within the intended scope of activities that apply to their program.

If the applicant holds a single Certificate of Authorization, the demonstration item must include the elements of the QCS on the item that will be constructed for the requested type of Certificate of Authorization. The demonstration item shall be based on the latest mandated Code Edition in effect at the time of the review. If the demonstration item is based upon current work that is being fabricated to a previous Code Edition, the applicant shall address changes in the Code that would require different actions in the demonstrations to be in compliance with the current Code.

For applicants requesting multiple Certificates of Authorization, it is not necessary to have a demonstration item with design calculations for each Code section. An item fabricated to any one of the requested Certificates of Authorization may be used as the demonstration item. However, if the demonstration item is not to the most stringent Code requirements, the applicant must provide additional calculations or another documentation package that contains Code calculations to the most stringent Code requirements and administrative documentation to sufficiently demonstrate compliance with all aspects of the applicants QCS.

If computer calculations are to be used, the applicant shall demonstrate that the computer program has the capability of producing acceptable calculations, including the verification documents or computer files.



QUALITY SYSTEM REVIEW CHECKLIST

Company Name: _____

Reviewed by: _____ Date: _____

No.	Quality Element and Sub-Elements	Yes	No	N/A	Quality Program Reference
1	GENERAL QUALITY CONTROL SYSTEM REQUIREMENTS				
	(a) The QCS is documented in detail in a QC Manual that addresses all requirements of the applicable Code Section and includes: <ul style="list-style-type: none"> (i) a cover sheet that contains the company name, physical address, and a brief description of the program scope(s) as it will appear on the requested Certificate of Authorization. (NOTE: The cover sheet may also contain the effective date of the QC Manual, mailing address, phone number or other information desired by the certificate holder or applicant.)				
	(ii) a brief description of the products being fabricated and/or work being accomplished under the Code, or work the shop assembler wishes to accomplish under the code, including applicability of the QCS to shop activities, field activities, or both.				
	(iii) Control features to demonstrate Code compliance.				
2	MANUAL REVISION CONTROL				
	(a) Manual revision control system (i.e. is the QC Manual revised by page or by section, are the controls clearly described?)				
	(b) The title of the person responsible for revising the QC Manual.				
	(c) The title of the person responsible for reviewing new ASME Code Editions and making any required changes to the QC Manual within six months from the new Edition issue date.				
	(d) Provision for review and approval of the QC Manual to maintain it is current.				
	(e) Provision for submittal of the QC Manual revisions to the Authorized Inspector (AI) for acceptance prior to implementation including timely update of all copies to reflect approved revisions.				
	(f) In the case where the QC Manual exists in more than one language, at least one version is in English and identified as the authoritative version. In the case where the QC Manual exists in languages other than English, a statement by the C of A holder that the translation is correct shall be provided.				
	(NOTE: A glossary of terms is desirable from the standpoint of clarity and if abbreviated titles of personnel and control documents are used throughout the QC Manual.)				



QUALITY SYSTEM REVIEW CHECKLIST

No.	Quality Element and Sub-Elements	Yes	No	N/A	Quality Program Reference
3	AUTHORITY AND RESPONSIBILITY				
	(a) The authority and responsibility for QC by management is documented. <small>(NOTE: In practice, a statement of Authority and Responsibility must be signed by a senior company official responsible for Code activities (i.e. President, Vice President, Plant Manager, etc.).)</small>				
	(b) The authority and responsibility of those in charge of the QC System are clearly established and documented.				
	(c) Persons performing QC functions have sufficient and well-defined responsibility, the authority and the organizational freedom to identify QC problems and to initiate, recommend, and provide solutions, including stop work orders if further processing would result in a non-conformance with the applicable Code section.				
4	ORGANIZATION				
	(a) An organization chart showing the relationship between management, engineering, purchasing, manufacturing, production, field assembly, field construction, inspection, and quality control, as applicable, exists and reflects the actual organization. <small>(NOTE: The purpose of this chart is to identify and associate the various organizational groups with the particular function for which they are responsible. The Code does not intend to encroach on the right to establish or alter whatever form of organization considered to be appropriate for Code work.)</small>				
5	DRAWINGS, DESIGN CALCULATIONS AND SPECIFICATION CONTROL				
	(a) Procedures exist which assure that the latest applicable drawings, design calculations, specifications and instructions required by Code, as well as authorized changes, are used for manufacture, assembly, examinations, inspections and testing. Procedures include provisions for:				
	(i) Review of customer supplied documents for Code compliance; the title of the person responsible for the review and approval of the customer calculations, specifications, and drawings to ensure Code compliance can be obtained. This approval must be identified by signature and date on all applicable documents.				
	(ii) The preparation, review, approval and distribution of drawings, calculations and specifications.				
	(iii) The title of the person responsible for the preparation of the design calculations and drawings produced internally.				
	(iv) The title of the person responsible for reviewing and approving the drawings and calculations prepared internally in order to ensure Code compliance to the latest Code (approval by signature and date).				



QUALITY SYSTEM REVIEW CHECKLIST

No.	Quality Element and Sub-Elements	Yes	No	N/A	Quality Program Reference
	(v) The title of the person responsible for computer aided design calculations and drawings. A detailed description of how this is verified to ensure the correct output has been obtained.				
	(vi) Computer program revisions must be made within 6 months of Code revision changes. The verification process that ensures the revised program is producing the correct output is described.				
	(vii) The title of the person responsible for the design registration with the appropriate provincial authority and filing the registered designs upon request shall be described.				
6	MATERIAL CONTROL				
	(i) Procedures for material control exist to assure that the material received is properly identified and has the correct documentation, including material certifications, material test reports, to satisfy Code requirements, as applicable.				
	(ii) The material control system ensures that only the intended material is issued in Code construction. (NOTE: The required certificates of compliance or material test reports may be electronically transmitted from the material manufacturer or supplier to the Certificate Holder.)				
	(iii) If substitution of materials are allowed, the applicable procedures for control of this activity are documented, including designation of the individual authorized to approve substitutions.				
	(iv) The title of the individual responsible for identifying the need for material test reports or certificates of compliance is cited.				
	(v) The title of the individual responsible for performing a receiving inspection of Code materials is cited.				
	(vi) Information to be provided to the material receiver concerning characteristics of the material to be checked is documented.				
	(vii) A procedure exists for the handling of materials that are found to be non-conforming at receiving inspection.				
	(viii) If further material testing is required to be performed at receiving inspection or during the manufacturing operations, the applicable procedures for control of this activity are documented.				
	(ix) Measures have been established and documented to assure the proper marking, handling, and storage of materials.				
7	MINIATURE PRESSURE VESSELS (IF APPLICABLE)				
	(NOTE: Applicants shall also hold an ASME Section I and/or Section VIII Division 1 Certificate of Authorization)				
	The Certified Individual (CI):				



QUALITY SYSTEM REVIEW CHECKLIST

No.	Quality Element and Sub-Elements	Yes	No	N/A	Quality Program Reference
	Is an employee of the applicant.				
	(a) Meets the knowledge and training requirements and is qualified and certified by the manufacturer.				
	(d) Is qualified and certified by the manufacturer or assembler. Qualifications shall include as a minimum:				
	(i) Knowledge of the requirements of ASME Section VIII Division 1 for the verification of completeness and correctness of the nameplate stamping and Manufacturer's Data Report.				
	(ii) Knowledge of the manufacture's or assembler's quality program.				
	(iii) Training commensurate with the scope, complexity, or special nature of the activities to which oversight is to be provided.				
	(b) Records developed, maintained and certified by the manufacturer or assembler, containing objective evidence of the qualifications of the CI and the training program provided.				
	(c) Measures are established to assure that the CI performs all the required duties in the applicable Code, and duties as required below:				
	(i) Verify that each miniature vessel meets all the applicable requirements of ASME Section VIII Division 1 and has a current capacity certification for the "UV" designator.				
	(ii) Review documentation for each lot of miniature pressure vessels to be stamped, and that the requirements of ASME Section VIII Division 1 has been verified and completed.				
	(iii) Sign the appropriate Manufacturer's Data Report for the miniature pressure vessel prior to it's release.				
8	EXAMINATION AND INSPECTION PROGRAM				
	(a) Fabrication operations, including examinations and test procedures are described in sufficient detail to permit the AI to determine at what stages specific inspections are to be performed. Specifically:				
	(i) Provisions for the use of checklists, process sheets, travelers, etc., for a list of examinations and tests to be performed and for designation of inspection points.				
	(ii) Checklists are made available to the AI prior to the start of fabrication.				
	(b) The title of the individual responsible for contacting the AI and make available to the AI the latest revised drawings, design calculations and all job-related documents for initial review and designation of inspection points on the checklist.				



QUALITY SYSTEM REVIEW CHECKLIST

No.	Quality Element and Sub-Elements	Yes	No	N/A	Quality Program Reference
	(c) Material test reports or certificates of compliance, examination reports, test records, and other fabrication documents are available to the AI.				
	(d) Measures are provided for transferring material markings to assure traceability is maintained.				
	(i) If a coded marking system is used, it is documented in the manual or written procedure acceptable to the AI.				
	(e) Measures are taken to ensure that the AI is informed of approaching inspection points.				
	(f) A proposed repair procedure to be submitted to the AI for concurrence of repairs to any pressure retaining material.				
	(g) Controls taken to ensure that all required inspections have been completed by the AI.				
	(h) The title of the individual responsible for the preparation of the Manufacturer's Data Report. The report shall be reviewed for correctness and certified by the individual accepting the workmanship on behalf of the company.				
	(i) The title of the individual responsible for verifying the nameplate stamping with the Manufacturer's Data Report before presenting the report together with the job file to the AI for review and signature.				
	(j) Measures are established to assure that the final inspection is performed, and all specified requirements have been met prior to obtaining the AI's concurrence to attach the nameplate.				
	(k) The AI shall verify the attachment of the nameplate to the correct vessel.				
	(l) Measures are established for the distribution of the applicable Data Reports.				
	(m) Measures are established to control field activities, when applicable.				
9	NON-CONFORMANCES				
	(a) A procedure exists for the correction of non-conformances. When the AI involvement is required by Code, the procedure is agreed upon with the AI. The procedure shall include:				
	(i) Identification of the persons responsible for the resolution of the non-conformances.				
	(ii) Identifying and controlling further processing of non-conforming items until final disposition.				
	(iii) Documenting the non-conformance, the disposition, and informing the AI of the non-conforming condition.				
	(iv) (NOTE: A non-conformance is any condition which does not comply with the applicable rules of the Code, QC Manual, or other specified requirements. Non-conformances must be corrected before the completed item can be considered acceptable to Code.)				



QUALITY SYSTEM REVIEW CHECKLIST

No.	Quality Element and Sub-Elements	Yes	No	N/A	Quality Program Reference
	(v) The non-conformance is addressed on the checklist with QC involvement and the AI's concurrence with a hold point added.				
	(vi) The final inspection accepted by the QC and AI.				
	(vii) When the disposition is "Use-As-Is", the disposition shall involve an engineer to ensure an engineering evaluation has been carried out, when applicable.				
10	WELDING				
	(a) Welding to conform to the requirements of ASME Section IX and the Code of Construction, as applicable to the scope of work.				
	(b) The title of the individual responsible for certifying Welding Procedure Specifications (WPS) and Procedure Qualification Records (PQR). The individual responsible shall:				
	(i) Be appointed by letter.				
	(ii) Have a satisfactory level of competence in accordance with the QCS, and as a minimum be qualified by education, experience, or training.				
	(iii) Have a record maintained by the applicant containing objective evidence of all qualifications, training, or experience.				
	(c) WPS's are available to the welder in the work area.				
	(d) Measures are taken to assure continuous welder qualification in accordance with Section IX and the Code of Construction.				
	(e) The title of the individual responsible for assuring that only qualified welders are assigned to perform Code work.				
	(f) Measures are provided to ensure there is a system for identifying work completed by each welder.				
	(g) Measures are established for removing or inspecting tack welds.				
	(h) Measures are established for the storage and conditioning, as required, of low-hydrogen electrodes.				
	(i) Measures are established for the control, issuance, and return of welding material to assure the proper welding material is used.				
	(j) Measures for providing the AI the right to require and witness the requalification of a welder or procedure for just cause.				
11	NON-DESTRUCTIVE EXAMINATION				
	(a) Provisions exist for identifying the appropriate NDE procedures applicable to the scope of work. These provisions assure that:				
	(i) NDE personnel are qualified in accordance with the applicable Code section requirements.				



QUALITY SYSTEM REVIEW CHECKLIST

No.	Quality Element and Sub-Elements	Yes	No	N/A	Quality Program Reference
	(ii) NDE (UT, MT, PT, RT and VT) examinations are performed in accordance with a written procedure when required.				
	(iii) RT film, UT and RT reports are retained in accordance with the applicable Code.				
	(iv) All NDE equipment is calibrated.				
	(v) Measures for providing the AI the right to require and witness the demonstration by NDE personnel of an NDE examination or NDE procedure for just cause.				
12	HEAT TREATMENT				
	(a) Controls are in place to assure that heat treatment is completed as required by the applicable Code.				
	(b) Measures are established to assure the proper placement of thermocouples and the use of chars.				
	(c) When heat treatment is subcontracted, measures are established to assure that the procedures are followed and that heat treatment charts are provided.				
	(d) The title of the individual responsible for maintaining traceability of the item being heat treated when sent to the subcontracted facility.				
	(e) Documentation is provided to the AI for assurance that all heat treatment requirements have been met.				
13	CALIBRATION OF MEASURING AND TEST EQUIPMENT				
	(a) A procedure exists for the calibration of examination, measuring, and test equipment used in fulfillment of applicable Code requirements.				
	(b) Measures are established that assure calibration records are maintained and that status indicators are used to indicate the current calibration status of the equipment.				
14	RECORDS RETENTION				
	(a) Procedures exist for the maintenance of Manufacturer's Data Reports, radiographs, Certificates of Compliance/Conformance and records which are required by the applicable Code section.				
	(b) The manufacturer or assembler shall maintain the documents outlined below for a period of at least three years: (i) Manufacturer's Partial Data Reports (ii) Manufacturer's drawings (iii) Design calculations, including any applicable proof test reports (iv) Checklists, process sheets, travelers, etc., (v) Material test reports and/or material certifications (vi) Pressure parts documentation and certifications (vii) Welding Procedure Specifications and Procedure Qualification Records				



QUALITY SYSTEM REVIEW CHECKLIST

No.	Quality Element and Sub-Elements	Yes	No	N/A	Quality Program Reference
	(viii) Welder Qualification Records for each welder who welded on the vessel (ix) Non-Destructive Examination reports (x) Repair procedures and records (xi) Process control sheets (xii) Heat treatment records and test results (xiii) Non-conformances and dispositions (xiv) Hydrostatic test records (xv) Copy of photograph of nameplate(s) (xvi) Any other applicable documentation				
15	AUTHORIZED INSPECTOR				
	(a) An inspection agreement is established and maintained with an ASME accredited Authorized Inspection Agency.				
	(b) All required inspections are to be performed by the AIA of Record (the AIA identified on the application).				
	(c) A controlled copy of the QC Manual is available to the AI at the plant or construction site where Code activities are being carried out.				
	(d) The AI has access to all drawings, calculations, specifications, procedures, process sheets, repair procedures, records, test results, and any other documents necessary for the AI to perform their duties.				
	(e) Provisions exist for providing a liaison between the AI and the manufacturer or assembler.				
	(f) Provisions exist for access for the AI and the AI Supervisor to all areas involving Code activities.				
	(g) Provisions exist to assure that all Code required inspections by the AI are performed.				
	(h) TSSA is notified whenever the agreement is cancelled or changed to another accredited Authorized Inspection Agency.				
	(i) Provisions exist for TSSA periodic inspection of electrical boilers as defined in ASME Section I, PEB 18.2.2.				
	(j) Provisions exist for the review of miniature pressure vessel certification after the first and second year of each three-year review cycle. Review to be performed by the AI Supervisor and the report submitted to the TSSA.				
16	SAMPLE FORMS				
	(a) Forms used to control functions relative to quality are included within the QC Manual and their use explained in the text of the QC Manual.				

Table 8.19
Arc Welding Cost Definitions

Variable	Definition
Deposition rate, <i>D</i>	Rate of weld metal deposited, lb/h (kg/h) (from data for 1 hour of continuous welding without arc stoppage)
Deposition efficiency, <i>E</i>	Ratio of weld metal deposited to total weight of electrode used, %
Operator factor, <i>K</i>	Ratio of arc hours to clock hours for a welder, %
Labor rate, <i>L</i>	Welder wages, \$/h
Overhead rate, <i>O</i>	Cost of other business expenses, \$/h
Power cost, <i>P</i>	Electricity, \$/kWh
Amperes, <i>A</i> Volts, <i>V</i>	Vary according to specific welding procedure as well as electrode type and diameter
Material cost, <i>M</i>	Electrodes, \$/lb (\$/kg); wire, lb (kg); flux, \$/lb (\$/kg); and gas, \$/ft ³ (\$/m ³)

Table 8.20
Manual Arc Welding Values for Steel*

Process	Deposition Efficiency (<i>E</i>)	Operator Factor (<i>K</i>) Average	Material Costs (<i>M</i>), \$/lb [†] Average Estimated Range [‡]	
SMAW	65%	25%	0.59 to 0.91	
GTAW	90%	25%	1.30 to 3.25	
GMAW	95%	35%	0.65 to 1.30	
FCAW	85%	35%	0.78 to 2.60	
SAW [§]	98%	50%	Wire	0.59 to 0.72
			Flux	0.46 to 0.85

* Users are advised to use in-house time studies for actual values.

† Users are advised to evaluate the average estimated range of material costs to ensure they reflect current local prices ranges. If currency and units of weight are different from \$/lb, the appropriate conversions must be made.

‡ Use current prices.

§ SAW is a semiautomatic process.

This methodology makes the following two important assumptions with respect to determining the cycle time of the various weldment manufacturing systems:

1. Activity times do not vary from weldment to weldment, that is, the activity times are constants that do not vary; and
2. Equipment operates without failure or disruption.

These assumptions result in cycle times that are optimistic and ignore any potential benefits from using buffers between welding machines or welding centers. That is, the average cycle times calculated by this methodology may be much shorter than they would be if allowances were made for variations in activity times

and machine downtime due to equipment failures. However, buffers are incorporated to mitigate the effects of welding machine downtimes.

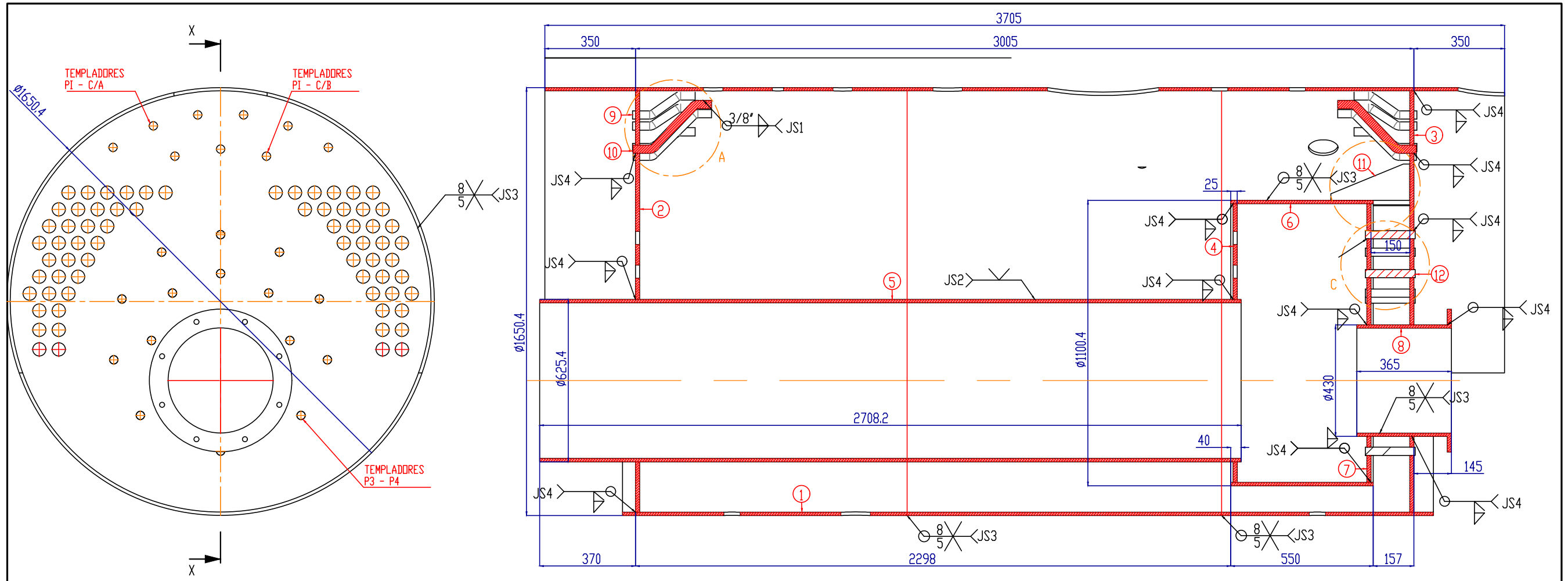
The following section describes the various categories of welding manufacturing systems as well as these concepts. Equations are then presented for use in calculating the cycle times for each of the manufacturing systems examined.

In complex automated and robotic production systems, welding centers may have one or more arc or resistance spot welding machines tended by one or more operators. In addition, weldments may be produced using multiple welding centers in which operators may tend multiple welding centers.

Once the cycle time has been estimated, the cost per weldment can be determined by the following:

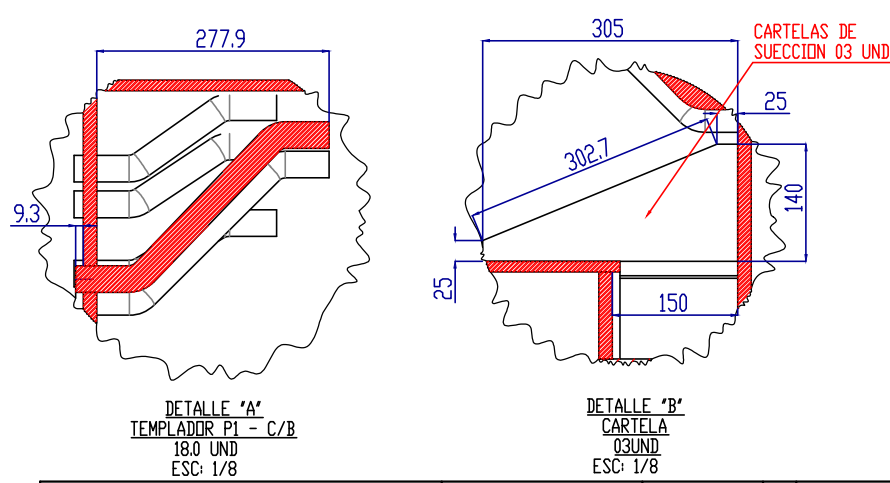
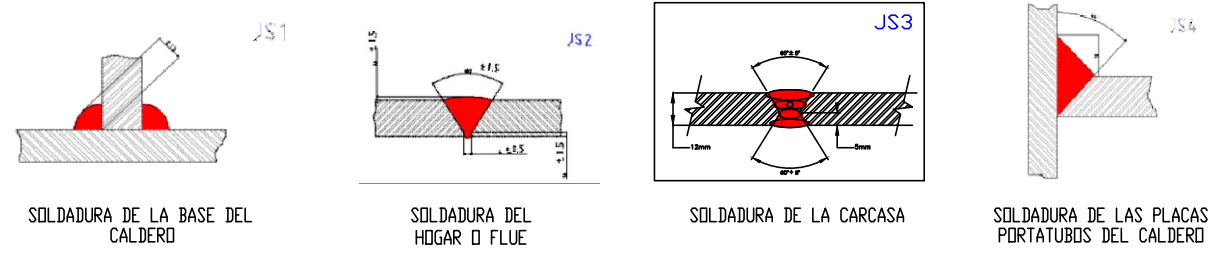
ANEXO 6: WELDING MAP

EL PRESENTE PLANO Y SUS ESPECIFICACIONES SON DE USO EXCLUSIVO DE TERMODINAMICA S.A. SU REPRODUCCION, DIFUSION Y/O UTILIZACION SIN AUTORIZACION EXPRESA ESTA PROHIBIDA Y DARA LUGAR A ACCIONES LEGALES.



VISTA LATERAL DERECHA - CUERPO CALDERO 125 BHP
ESC: 1/15

VISTA FRONTAL - CUERPO CALDERO 125 BHP
ESC: 1/15



ITEM	CANT	NOMBRE	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL
1	1	CASCO	PLANCHA PARA CALDERA ASTM-A285 - GR.C/ (1/2" x 3705 mm x 5145 mm)	1/2"	ASTM-A285
2	1	PLACA FRONTAL	PLANCHA LAC DE ACERO AL CARBONO ASTM-A36/ (5/8" x ϕ 1625 mm)	5/8"	ASTM-A285
3	1	PLACA POSTERIOR	PLANCHA LAC DE ACERO AL CARBONO ASTM-A36/ (5/8" x ϕ 1625 mm)	5/8"	ASTM-A285
4	1	PLACA FRONTAL DE TAMBOR	PLANCHA LAC DE ACERO AL CARBONO ASTM-A36/ (5/8" x ϕ 1075mm)	5/8"	ASTM-A285
5	1	FLUE	PLANCHA LAC DE ACERO AL CARBONO ASTM-A36/ (1/2" x 1925 mm x 2708 mm)	1/2"	ASTM-A285
6	1	TAMBOR	PLANCHA LAC DE ACERO AL CARBONO ASTM-A36/ (1/2" x 550 mm x 3417 mm)	1/2"	ASTM-A285
7	1	PLACA POSTERIOR DE TAMBOR	PLANCHA LAC DE ACERO AL CARBONO ASTM-A36/ (5/8" x ϕ 1075mm)	5/8"	ASTM-A285
8	1	REGISTRO POSTERIOR	PLANCHA LAC DE ACERO AL CARBONO ASTM-A36/ (1/2" x 1311 X 340 mm)	1/2"	ASTM-A285
9	12	TEMPLADOR P1 - C/A	BARRA REDONDA DE ACERO AL CARBONO AISI 1045 11/4"	11/4"	AISI 1045
10	6	TEMPLADOR P1 - C/B	BARRA REDONDA DE ACERO AL CARBONO AISI 1045 11/4"	11/4"	AISI 1045
11	3	CARTELA	PLANCHA LAC DE ACERO AL CARBONO ASTM-A36/ (1/2" x 140 mm x 305 mm)	1/2"	ASTM-A285
12	15	TEMPLADOR DE TAMBOR	BARRA REDONDA DE ACERO AL CARBONO AISI 1045 11/4"	11/4"	AISI 1045

CLIENTE: 	REFERENCIA	PLANDS:	REV:	FECHA:	DESCRIPCION:	DIB:	REV:	APR:	V*B:	
			A	04/08/23	IF.C	AS.	L.D.	L.D.		
			B	06/10/23	IF.C	AS.	L.D.	L.D.		
			C							
CONTRATISTA: 	CLIENTE:	PROYECTO : CALDERO PIROTUBULAR DE 125.0 BHP N°1								
	NRO DE PROYECTO:	PLANO : PLANO WELDING MAP DE CUERPO DE CALDERO							HOJA:	03
	ESCALA:	FORM:	N° DE PLANO :					REV:	B	
INDICADA	A3	23VPID001 - PLESS001								

ANEXO 7: TABLA DE PESO LINEAL DE SOLDADURA

achieved. If it is anticipated that normal efficiencies may not be achieved, the estimator must calculate different values based on the simplicity or complexity of the work.

When the material estimate is prepared and a welding procedure and joint geometry are assigned to each weld, the weight of deposited filler metal per foot (meter) of weld may be estimated from charts such as those shown in Table 8.2 through Table 8.10. The densities of various common metals and alloys are presented in Table 8.10.

Although the data presented in the tables are for carbon steel, these data can be used to determine the weight of any deposited metal. Calculations can be made according to the following equation:

$$W = \rho DV \tag{8.1}$$

where

W = Weight of the deposited metal in question, lb/ft (kg/m);

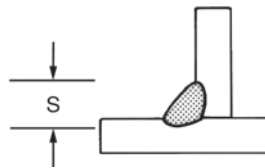
ρ = Density of the deposited metal, lb/in.³ (g/mm³); and

DV = Deposited metal volume, in.³/ft (mm³/mm) from Tables 8.2 through 8.10.

The weight of the deposited filler metal is required in the determination of all arc welding costs other than autogenous processes. The welding process and the welding procedure affect the quantity of filler metal, flux, gas, and labor required for fabricating each weldment. All of these quantities may be derived from the deposited filler metal weight.

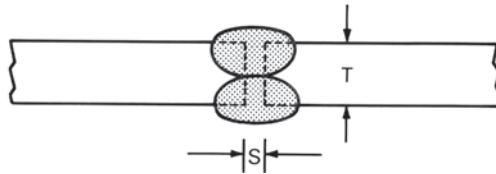
To determine the quantities of filler metal, gas, flux, and labor based on the weight of the deposited metal, the estimator must know the filler metal deposition rate, the deposition efficiency, and the operator factor—the ratio of arc time to the total work time needed to complete a weld.

Table 8.2
Volume and Weight of Carbon Steel Fillet Welds



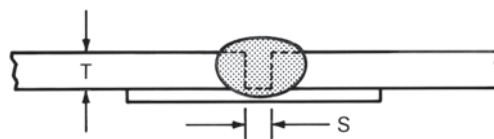
Fillet Weld Size, S		Deposited Metal				Oversize Weld Factor
		Volume		Weight		
in.	mm	in. ³ /ft	mm ³ /mm	lb/ft	kg/m	% Leg
3/16	5	0.34	18.2	0.10	0.15	27
1/4	6	0.43	21.1	0.12	0.18	7
5/16	8	0.68	36.6	0.19	0.28	7
3/8	10	0.96	51.2	0.27	0.40	7
7/16	11	1.3	69.9	0.36	0.54	7
1/2	13	1.7	91.4	0.48	0.71	3
5/8	16	2.5	134.4	0.71	1.06	3
3/4	19	3.6	193.6	1.0	1.5	3
7/8	22	5.0	268.8	1.4	2.1	3
1	25	6.4	344.1	1.8	2.9	3

Table 8.3
Volume and Weight of Square-Groove Butt Joints in Carbon Steel, Welded Both Sides



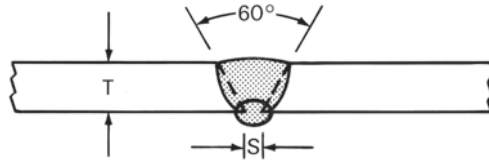
Joint Dimensions				Deposited Metal				Oversize Weld Factor	Fillet Weld Size Equivalent
Thickness, T		Root Opening Size, S		Volume		Weight			
in.	mm	in.	mm	in. ³ /ft	mm ³ /mm	lb/ft	kg/m	%	in.
1/8	3.2	0	0	0.43	23.1	0.12	0.18	7	0.250
		1/32	0.8	0.46	24.7	0.13	0.19		
3/16	4.8	1/32	0.8	0.71	38.2	0.20	0.29	7	0.3125
		1/16	1.6	0.79	42.5	0.22	0.33		
1/4	6.4	1/16	1.6	0.93	50.0	0.26	0.39	7	0.375
		3/32	2.4	1.0	53.8	0.29	0.43		

Table 8.4
Volume and Weight of Square-Groove Butt Joints in Carbon Steel with Backing Strip



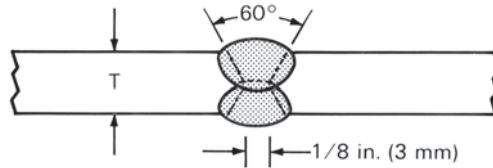
Joint Dimensions				Deposited Metal				Oversize Weld Factor	Fillet Weld Size Equivalent
Thickness, T		Root Opening Size, S		Volume		Weight			
in.	mm	in.	mm	in. ³ /ft	mm ³ /mm	lb/ft	kg/m	%	in.
1/8	3.2	0	0	0.22	11.8	0.06	0.09	7	0.250
		1/16	1.6	0.32	17.2	0.09	0.13		
3/16	4.8	0	0	0.33	17.7	0.09	0.14	7	0.375
		3/32	2.4	0.53	28.5	0.15	0.22		
1/4	6.4	0	0	0.45	24.2	0.13	0.19	7	0.500
		1/8	3.2	0.75	40.3	0.21	0.31		

Table 8.5
Volume and Weight of Single-V-Groove Butt Joints in Carbon Steel with a Back Weld



Joint Dimensions				Deposited Metal				Oversize Weld Factor	Fillet Weld Size Equivalent
Thickness, T		Root Opening Size, S		Volume		Weight			
in.	mm	in.	mm	in. ³ /ft	mm ³ /mm	lb/ft	kg/m	%	in.
1/4	6	1/16	2	0.81	43.5	0.23	0.34	27	0.125
5/16	8	3/32	2	1.2	64.5	0.35	0.52	7	0.125
3/8	10	1/8	3	2.0	10.8	0.57	0.85	7	0.250
1/2	13	1/8	3	3.5	18.8	1.0	1.5	7	0.375
5/8	16	1/8	3	4.8	25.8	1.4	2.1	7	0.375
3/4	19	1/8	3	5.7	30.6	1.6	2.4	7	0.3125
1	25	1/8	3	10.0	53.8	2.8	4.2	3	0.500

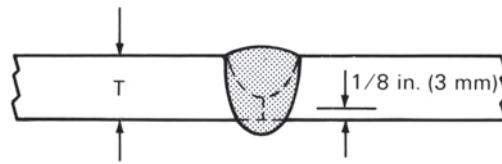
Table 8.6
Volume and Weight of Double-V-Groove Joints in Carbon Steel



Joint Dimensions			Deposited Metal			
Thickness, T		Volume	Weight			
in.	mm		in. ³ /ft	mm ³ /mm	lb/ft	kg/m
5/8	16	3.0	160	0.86	1.3	
3/4	19	3.9	210	1.1	1.6	
1	25	6.0	320	1.7	2.5	
1-1/4	32	8.5	460	2.4	3.6	
1-1/2	38	11.5	620	3.3	4.9	
1-3/4	44	14.9	800	4.2	6.2	
2	50	18.8	1000	5.3	7.9	
2-1/4	57	23.0	1240	6.5	9.7	
2-1/2	64	27.8	1500	7.9	11.8	
3	75	38.5	2070	10.9	16.2	

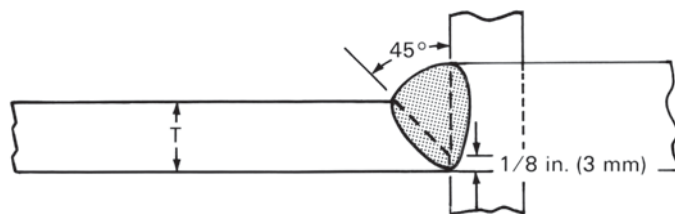
Note: Primary and secondary weld volumes for deposit weld metal are based on the geometry of the joint; there is not an allowance for weld face reinforcement.

Table 8.7
Volume and Weight of Single-U-Groove Butt Joints in Carbon Steel



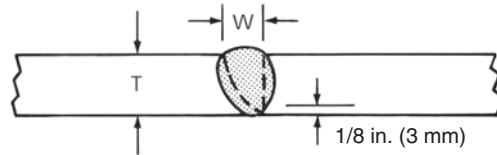
Joint Dimensions		Deposited Metal					
Thickness, T		Volume		Weight		Nose Radius	Groove Angle
in.	mm	in. ³ /ft	mm ³ /mm	lb/ft	kg/m	in.	Degrees
1/2	13	3.0	160	0.84	1.3	0.375	28
5/8	16	3.9	210	1.1	1.6	0.375	28
3/4	19	5.4	290	1.5	2.2	0.375	28
1	25	7.9	420	2.2	3.3	0.375	28
1-1/4	32	10.7	580	3.0	4.5	0.375	28
1-1/2	38	13.9	750	3.9	5.8	0.375	26
1-3/4	44	17.1	910	4.8	7.1	0.375	25
2	50	20.0	1070	6.0	8.3	0.375	23
2-1/4	57	25.4	1370	7.1	10.6	0.375	22
2-1/2	64	30.0	1610	8.4	12.5	0.375	22
2-3/4	70	34.6	1860	9.7	14.4	0.375	21
3	75	40.0	2150	11.2	16.2	0.375	21
3-1/2	89	51.1	2750	14.3	21.2	0.375	20
4	100	63.9	3450	17.9	26.6	0.375	20

Table 8.8
Volume and Weight of Single-Bevel Groove Joints in Carbon Steel



Joint Dimensions		Deposited Metal				Oversize Weld Factor	Fillet Weld Size Equivalent
Thickness, T		Volume		Weight			
in.	mm	in. ³ /ft	mm ³ /mm	lb/ft	kg/m	%	in.
1/4	6	0.21	11.3	0.06	0.09	27	1/2 of 0.125
5/16	8	0.39	21.0	0.11	0.16	27	1.2 or 0.1875
3/8	10	0.61	32.8	0.17	0.25	27	0.125
1/2	13	1.2	64.5	0.34	0.51	27	0.1875
5/8	16	2.0	108	0.56	0.83	7	0.250
3/4	19	3.0	160	0.84	1.25	7	0.3127
1	25	5.7	310	1.6	2.4	7	0.375

Table 8.9
Volume and Weight of Single-J-Groove Joints in Carbon Steel



Joint Dimensions		Deposited Metal				Plate Thickness	Nose Radius	Groove Angle
Thickness, T		Volume	Weight					
in.	mm	in. ³ /ft	mm ³ /mm	lb/ft	kg/m	in.	in.	Degrees
1	25	5.7	310	1.6	2.4	1	0.375	28
1-1/4	32	7.9	420	2.2	3.3	1.25	0.375	28
1-1/2	38	10.4	560	2.9	4.3	1.5	0.375	26
1-3/4	44	13.2	710	3.7	5.5	1.75	0.375	25
2	50	15.7	840	4.4	6.5	2	0.375	23
2-1/4	57	18.6	1000	5.2	7.7	2.25	0.375	22
2-1/2	64	22.1	1190	6.2	9.2	2.5	0.375	22
2-3/4	70	25.7	1380	7.2	10.7	2.75	0.375	21
3	75	29.6	1590	8.3	12.4	3	0.375	21
3-1/2	89	38.2	2050	10.7	15.9	3.5	0.375	20
4	100	47.5	2550	13.3	19.8	4	0.375	20

Table 8.10
Approximate Density for
Common Engineering Alloys

Alloy Group	Density	
	lb/in. ³	g/mm ³
Carbon steel	0.28	7.8×10^{-3}
Stainless steels	0.29	8.0×10^{-3}
Copper alloys	0.31	8.6×10^{-3}
Nickel alloys	0.31	8.6×10^{-3}
Aluminum alloys	0.10	2.8×10^{-3}
Magnesium alloys	0.065	1.8×10^{-3}
Titanium alloys	0.17	4.7×10^{-3}

Filler Metal Deposition Rate. The deposition rate is the weight of filler metal deposited per unit of arc-on time. The amount of filler metal required depends on the deposition efficiency (see below) and the deposited metal. The weight of filler metal required for each weldment can be calculated using the following equation:

$$FM = \frac{100 (DW)(L)}{DE} \quad (8.2)$$

where

- FM = Weight of filler metal, lb (kg);
- DW = Deposited filler metal, lb/ft (kg/m);
- L = Weld length, ft (m); and
- DE = Deposition efficiency, %.

ANEXO 8: TABLA PW-11 REQUERIMIENTOS DE ENSAYOS VOLUMETRICOS PARA JUNTAS A TOPE

ASME BPVC.I-2023

(23)

**Table PW-11
Required Volumetric Examination of Welded Butt Joints**

Butt Weld Type	Pressure Part Service Conditions [Note (1)]		
	Subject to Furnace Radiant Heat [Note (2)]	Not Subject to Furnace Radiant Heat [Note (2)]	
	Contains Steam and/or Water	Contains Water	Contains Steam
Longitudinal	All sizes and thicknesses	All sizes and thicknesses	All sizes and thicknesses
Circumferential welds in drums and shells	>NPS 10 (DN 250) or >1 ¹ / ₈ in. (29 mm) thick	>NPS 10 (DN 250) or >1 ¹ / ₈ in. (29 mm) thick	>NPS 10 (DN 250) or >1 ¹ / ₈ in. (29 mm) thick
Circumferential welds in pipes, tubes, and headers	>NPS 4 (DN 100) or > ¹ / ₂ in. (13 mm) thick	>NPS 10 (DN 250) or >1 ¹ / ₈ in. (29 mm) thick	>NPS 16 (DN 400) or >1 ⁵ / ₈ in. (41 mm) thick

GENERAL NOTES:

- (a) Unless exempted by this table, all longitudinal and circumferential welded butt joints are to be volumetrically examined throughout their entire length.
- (b) Volumetric examination is required when either the size or wall thickness limit is exceeded (i.e., the diameter and thickness limitations apply independently).
- (c) Radiographic examination shall be performed in accordance with PW-51.
- (d) Ultrasonic examination shall be carried out in accordance with PW-52.
- (e) Personnel performing the volumetric examination required by this table shall be qualified and certified in accordance with PW-50.
- (f) When any combination of radiographic parameters produces a geometric unsharpness exceeding 0.07 in. (1.8 mm) then UT shall be used.
- (g) When volumetric examination is required and the thickness is below 1/2 in. (13 mm), RT shall be used.
- (h) Both RT and UT examination are required for welds in ferritic materials using the electroslag process. If a grain refining (austenizing) heat treatment is used, the UT examination shall be performed after the heat treatment is completed. If an austenizing heat treatment is not used, the UT examination shall be done after an intermediate postweld heat treatment or after the final postweld heat treatment is completed.
- (i) Both RT and UT examination are required for welds in any material using the inertia or continuous drive friction welding process.
- (j) For electric boilers volumetric examination is not required when the maximum allowable working pressure is ≤100 psig (700 kPa) and the shell I.D. is ≤16 in. (400 mm) (see PEB-9).
- (k) For firetube boilers, volumetric examination is not required for
 - (1) longitudinal welded butt joints in furnaces made with the addition of filler metal, provided a bend test of a sample of the welded joint for each section of the furnace meets the requirements of PW-53
 - (2) circumferential welded butt joints in furnaces (see PFT-14)
 - (3) butt welds and corner joints meeting the requirements of PFT-21.1 through PFT-21.3 for waterlegs, furnaces, and fireboxes
- (l) For miniature boilers, volumetric examination is not required (see PMB-9).
- (m) Volumetric examination is not required for the longitudinal weld in ERW products that comply with an acceptable material specification when used for construction within the limitations of PG-9.5.
- (n) For watertube boilers, volumetric examination is not required for butt welds and corner joints meeting the requirements of PWT-12 and PFT-21.

NOTES:

- (1) Service conditions and pressure part contents are as determined by the designer.
- (2) A weld will not be considered subject to radiant heat from the furnace when in a portion of a pressure part that has five or more rows of tubes between it and the furnace.

PW-13 HEAD-TO-FLANGE REQUIREMENTS

Dished heads, other than hemispherical, concave to pressure to be attached by butt welding, and flanged heads or flanged furnace connections to be fillet welded, shall have a length of flange not less than 1 in. (25 mm) for heads or furnace openings not over 24 in. (600 mm) in external diameter and not less than 1¹/₂ in. (38 mm) for heads or furnace openings over 24 in. (600 mm) in diameter.

PW-14 OPENINGS IN OR ADJACENT TO WELDS

Any type of opening that meets the requirements for compensation given in PG-32 through PG-44 may be located in a welded joint.

PW-15 WELDED CONNECTIONS

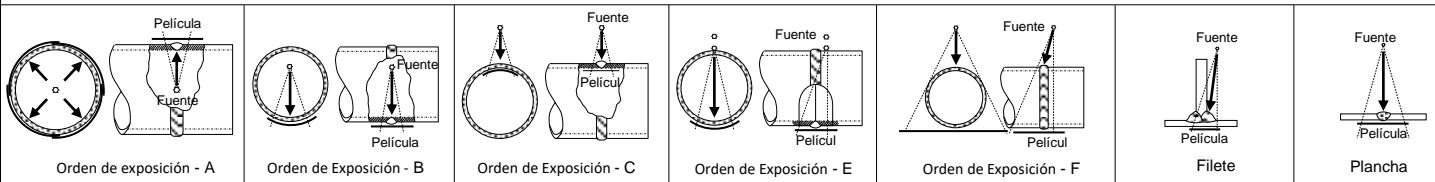
PW-15.1 Nozzles, other connections, and their compensation may be attached to vessels by welding. Sufficient weld and compensation shall be provided on either side of the plane through the center of the opening, parallel to the longitudinal axis of the vessel, to develop the required strength, as prescribed in PG-37, in shear or tension, whichever is applicable



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º 101/ T-11-2023	PAG	01	DE	02	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT 001-15
SOLICITADO POR	TERMODINAMICA S. A				Atención: ING.JOSE M MONTENEGRO
PROYECTO	FABRICACION DE CALDERA 1 Y 2				
COMPONENTE EVALUADO	CASCO DE CALDERA 1 (INFORME PREVIO)				
CODIGO / PLANO					
MATERIAL	ASTM A-285 GR.C	TIPO DE PELÍCULA	AGFA D5 / Pb.	T. EXPOSICION	1:41 (min: seg)
ESPEJOR / DIAM.	9.5 mm / Ø 665 mm	DIMENSION DE PELICULA	70 x 300 mm	CAL RADIOG.	II
FUENTE / Ci	GAMMA / 30.0 Ci	PANTALLA	Pb. 0.027 mm. (ambos lados)	IND. CAL.IMAGEN /CANT.	1 ASTM B
RADIAC. A	PARED SIMPLE	DENSIDAD	2 a 4	POSICIÓN ICI	Lado del film
TAMAÑO FOCAL	6.35 mm	DISTANCIA F/P	332.5 mm	CODIGO/NORMA	ASME B31.3

TECNICA DE EXPOSICION: A



IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	JL1 P1		OK	
2	P2		OK	
3	P3		OK	
4	P4		OK	
5	P5		OK	
6	P6		OK	
7	Cruce P1		OK	
8	JL2 P1		OK	
9	P2		OK	
10	P3		OK	
11	P4		OK	
12	P5			
13	P6			
14	Cruce 1			
15	Cruce 2			
16	JL3 P1			
17	P2			
18	Cruce			
19				

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES

Aa. Porosidad agrupada Ab. Porosidad alineada Ac. porosidad aislada Ba. Escoria aislada	Bb. Escoria alineada Bc. Escoria agrupada C. Falta de fusión D. Penetración incompleta	Ea. Fisura longitudinal Eb. Fisura transversal Fa. Socavado interno. F. socavado externo	I. Cordón Irregular K. Quemón L. defecto de película T. Formación de gotas
--	---	---	---

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION	INSPECTOR END	SUPERVISOR END
CERCADO DE LIMA 22 / 11/ 2023	 EDDIS MANCHAY SANCHEZ LEVEL II VT SNT - TC - 1A EDDIS MANCHAY SANCHEZ NIVEL II RT SNT - TC - 1A	



CASCO DE CALDERA 1

FECHA: 22-11-23

No DE TUBO CASCO DE CALDERA 1

No DE JUNTA: JL1, JL2, JL3



No DE INFORME:

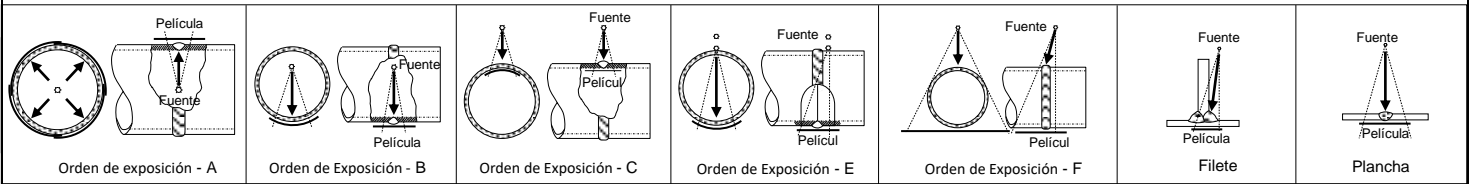
101/ T-11-2023



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º 102/ T-11-2023		PAG	01	DE	02	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT 001-15	
SOLICITADO POR		TERMODINAMICA S. A				Atención: ING. JOSE M MONTENEGRO	
PROYECTO		FABRICACION DE CALDERA 1 Y 2					
COMPONENTE EVALUADO		CASCO DE CALDERA 2 (INFORME PREVIO)					
CODIGO / PLANO							
MATERIAL	ASTM A-285 GR.C	TIPO DE PELÍCULA	AGFA D5 / Pb.		T. EXPOSICION	1:41 (min: seg)	
ESPESOR / DIAM.	9.5 mm / Ø 665 mm	DIMENSION DE PELICULA	70 x 300 mm		CAL RADIOG.	II	
FUENTE / Ci	GAMMA / 30.0 Ci	PANTALLA	Pb. 0.027 mm. (ambos lados)		IND. CAL. IMAGEN / CANT.	1 ASTM B	
RADIAC. A	PARED SIMPLE	DENSIDAD	2 a 4		POSICIÓN ICI	Lado del film	
TAMAÑO FOCAL	6.35 mm	DISTANCIA F/P	332.5 mm		CODIGO/NORMA	ASME B31.3	

TECNICA DE EXPOSICION: A



IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	JL1 P1		OK	
2	P2		OK	
3	P3		OK	
4	P4		OK	
5	P5		OK	
6	P6		OK	
7	Cruce		OK	
8	JL2 P1		OK	
9	P2		OK	
10	P3		OK	
11	P4		OK	
12	P5		OK	
13	P6		OK	
14	Cruce 1		OK	
15	Cruce 2		OK	
16	JL3 P1		OK	
17	P2		OK	
18	Cruce		OK	
19				

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES

Aa. Porosidad agrupada Ab. Porosidad alineada Ac. porosidad aislada Ba. Escoria aislada	Bb. Escoria alineada Bc. Escoria agrupada C. Falta de fusión D. Penetración incompleta	Ea. Fisura longitudinal Eb. Fisura transversal Fa. Socavado interno. F. socavado externo	I. Cordón Irregular K. Quemón L. defecto de película T. Formación de gotas
--	---	---	---

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION	INSPECTOR END	SUPERVISOR END
CERCADO DE LIMA 22 / 11 / 2023	 EDDIS MANCHAY SANCHEZ NIVEL II RT SNT - TC - 1A	



CASCO DE CALDERA 2

FECHA: 22-11-23

No DE TUBO CASCO DE CALDERA 2

No DE JUNTA: JL1, JL2, JL3



No DE INFORME:

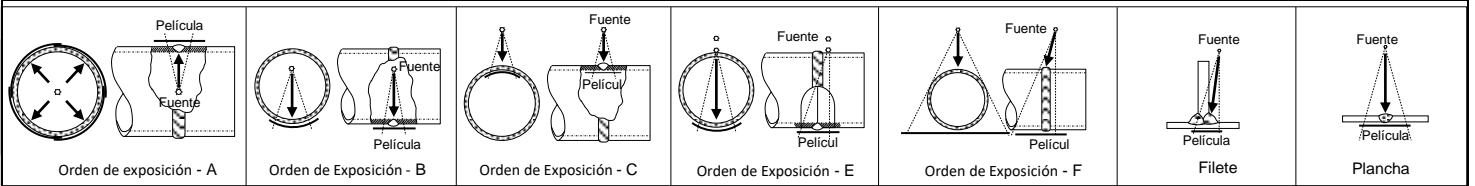
102/ T-11-2023



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º 103/ T-11-2023		PAG	01	DE	02	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT 001-15	
SOLICITADO POR		TERMODINAMICA S. A				Atención: ING. JOSE M MONTENEGRO	
PROYECTO		FABRICACION DE CALDERA 1 Y 2					
COMPONENTE EVALUADO		FLUE DE CALDERA 1 (INFORME PREVIO)					
CODIGO / PLANO							
MATERIAL	ASTM A-285 GR.C	TIPO DE PELÍCULA	AGFA D5 / Pb.		T. EXPOSICION	1:41 (min: seg)	
ESPEJOR / DIAM.	9.5 mm / Ø 665 mm	DIMENSION DE PELICULA	70 x 300 mm		CAL RADIOG.	II	
FUENTE / Ci	GAMMA / 30.0 Ci	PANTALLA	Pb. 0.027 mm. (ambos lados)		IND. CAL. IMAGEN / CANT.	1 ASTM B	
RADIAC. A	PARED SIMPLE	DENSIDAD	2 a 4		POSICIÓN ICI	Lado del film	
TAMAÑO FOCAL	6.35 mm	DISTANCIA F/P	332.5 mm		CODIGO/NORMA	ASME B31.3	

TECNICA DE EXPOSICION: A



IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	FLUE 1	P1	OK	
2		P2	OK	
3		P3	OK	
4		P4	OK	
5		P5	OK	
6		P6	OK	
7		P7	OK	
8		P8	OK	
9		P9	OK	
10		P10	OK	
11				
12				Muestras indicadas por el cliente
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES

Aa. Porosidad agrupada Ab. Porosidad alineada Ac. porosidad aislada Ba. Escoria aislada	Bb. Escoria alineada Bc. Escoria agrupada C. Falta de fusión D. Penetración incompleta	Ea. Fisura longitudinal Eb. Fisura transversal Fa. Socavado interno. F. socavado externo	I. Cordón Irregular K. Quemón L. defecto de película T. Formación de gotas
--	---	---	---

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION	INSPECTOR END	SUPERVISOR END
CERCADO DE LIMA 22 / 11 / 2023	 EDDIS MANCHAY SANCHEZ NIVEL II RT SNT - TC - 1A	

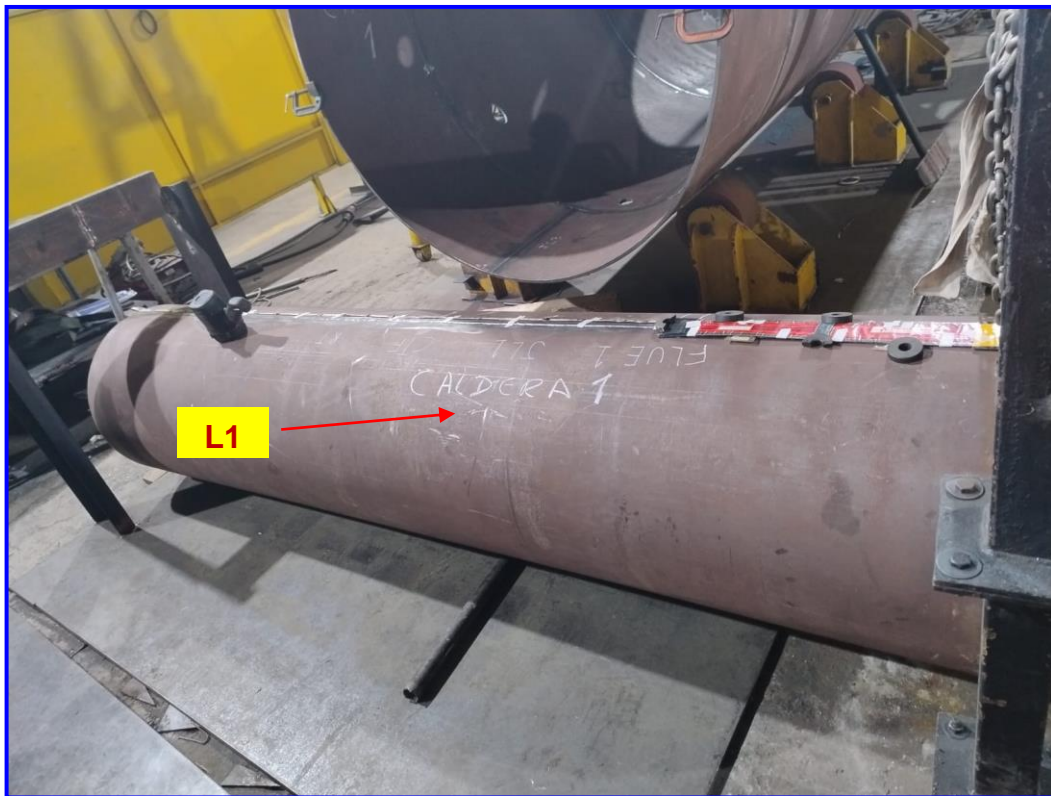


FLUE 1/ CALDERA 1

FECHA: 22-11-23

No DE TUBO FLUE 1

No DE JUNTA: L1/ CAL.1



No DE INFORME:

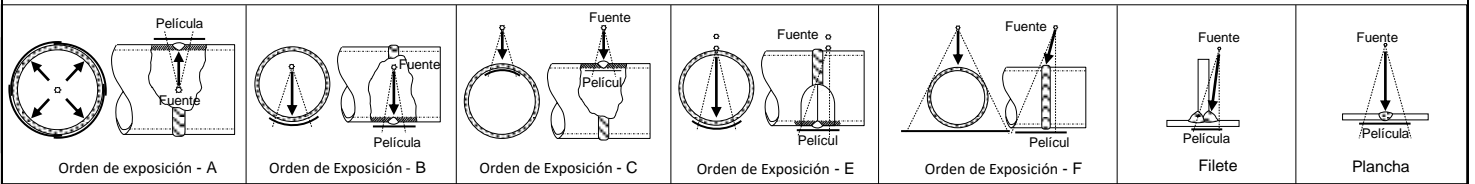
103/ T-11-2023



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º 104/ T-11-2023		PAG	01	DE	02	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT 001-15	
SOLICITADO POR		TERMODINAMICA S. A				Atención: ING.JOSE M MONTENEGRO	
PROYECTO		FABRICACION DE CALDERA 1 Y 2					
COMPONENTE EVALUADO		FLUE DE CALDERA 2 (INFORME PREVIO)					
CODIGO / PLANO							
MATERIAL	ASTM A-285 GR.C	TIPO DE PELÍCULA	AGFA D5 / Pb.		T. EXPOSICION	1:41 (min: seg)	
ESPEJOR / DIAM.	9.5 mm / Ø 665 mm	DIMENSION DE PELICULA	70 x 300 mm		CAL RADIOG.	II	
FUENTE / Ci	GAMMA / 30.0 Ci	PANTALLA	Pb. 0.027 mm. (ambos lados)		IND. CAL.IMAGEN /CANT.	1 ASTM B	
RADIAC. A	PARED SIMPLE	DENSIDAD	2 a 4		POSICIÓN ICI	Lado del film	
TAMAÑO FOCAL	6.35 mm	DISTANCIA F/P	332.5 mm		CODIGO/NORMA	ASME B31.3	

TECNICA DE EXPOSICION: A



IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	FLUE 2 P1		OK	
2	P2		OK	
3	P3		OK	
4	P4		OK	
5	P5		OK	
6	P6		OK	
7	P7		OK	
8	P8		OK	
9	P9		OK	
10	P10		OK	
11				
12				Muestras indicadas por el cliente
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES

Aa. Porosidad agrupada Ab. Porosidad alineada Ac. porosidad aislada Ba. Escoria aislada	Bb. Escoria alineada Bc. Escoria agrupada C. Falta de fusión D. Penetración incompleta	Ea. Fisura longitudinal Eb. Fisura transversal Fa. Socavado interno. F. socavado externo	I. Cordón Irregular K. Quemón L. defecto de película T. Formación de gotas
--	---	---	---

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION	INSPECTOR END	SUPERVISOR END
CERCADO DE LIMA 22 / 11/ 2023	 EDDIS MANCHAY SANCHEZ NIVEL II RT SNT - TC - 1A	



FLUE 2/ CALDERA 2

FECHA: 22-11-23

No DE TUBO FLUE 2

No DE JUNTA: L1/ CAL.2



No DE INFORME:

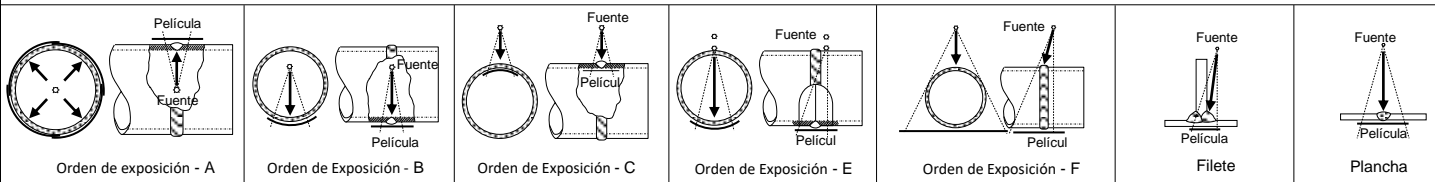
104/ T-11-2023



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º 105/ T-11-2023		PAG	01	DE	02	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT 001-15	
SOLICITADO POR		TERMODINAMICA S. A				Atención: ING.JOSE M MONTENEGRO	
PROYECTO		FABRICACION DE CALDERA 1 Y 2					
COMPONENTE EVALUADO		ACCESORIO DE CALDERA 1 (TAMBOR 1) (INFORME PREVIO)					
CODIGO / PLANO							
MATERIAL	ASTM A-285 GR.C	TIPO DE PELÍCULA	AGFA D5 / Pb.		T. EXPOSICION	1:41 (min: seg)	
ESPEJOR / DIAM.	9.5 mm / Ø 665 mm	DIMENSION DE PELICULA	70 x 300 mm		CAL RADIOG.	II	
FUENTE / Ci	GAMMA / 30.0 Ci	PANTALLA	Pb. 0.027 mm. (ambos lados)		IND. CAL.IMAGEN /CANT.	1 ASTM B	
RADIAC. A	PARED SIMPLE	DENSIDAD	2 a 4		POSICIÓN ICI	Lado del film	
TAMAÑO FOCAL	6.35 mm	DISTANCIA F/P	332.5 mm		CODIGO/NORMA	ASME B31.3	

TECNICA DE EXPOSICION: A



IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	TAMBOR 1 P1		OK	
2	P2		OK	
3				
4				Muestras indicadas por el cliente
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES

Aa. Porosidad agrupada Ab. Porosidad alineada Ac. porosidad aislada Ba. Escoria aislada	Bb. Escoria alineada Bc. Escoria agrupada C. Falta de fusión D. Penetración incompleta	Ea. Fisura longitudinal Eb. Fisura transversal Fa. Socavado interno. F. socavado externo	I. Cordón Irregular K. Quemón L. defecto de película T. Formación de gotas
--	---	---	---

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION CERCADO DE LIMA 22 / 11/ 2023	INSPECTOR END  EDDIS MANCHAY SANCHEZ NIVEL II RT SNT - TC - 1A	SUPERVISOR END
---	--	-------------------------------

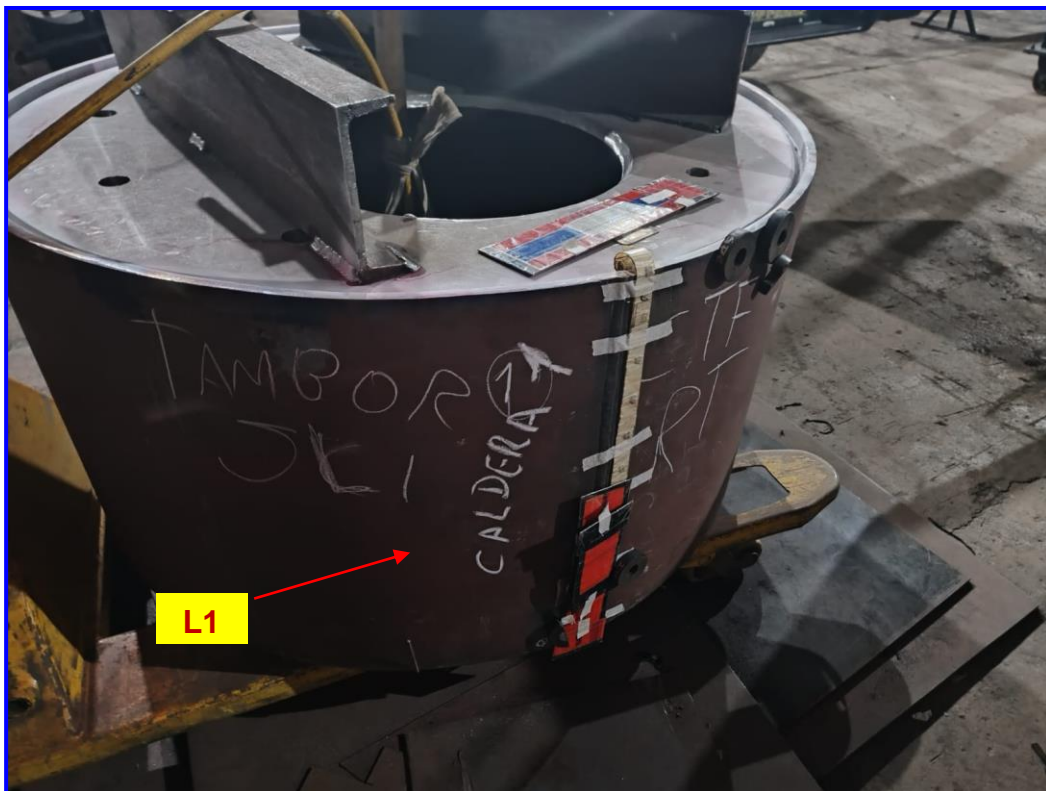


TAMBOR 1/ CALDERA 1

FECHA: 22-11-23

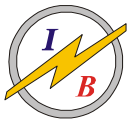
No DE TUBO TAMBOR 1

No DE JUNTA: L1/ CAL.1



No DE INFORME:

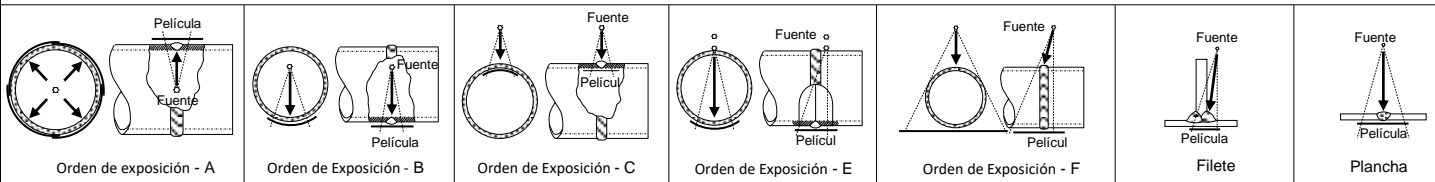
105/ T-11-2023



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º 106/ T-11-2023		PAG	01	DE	02	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT 001-15	
SOLICITADO POR		TERMODINAMICA S. A				Atención: ING.JOSE M MONTENEGRO	
PROYECTO		FABRICACION DE CALDERA 1 Y 2					
COMPONENTE EVALUADO		ACCESORIO DE CALDERA 2 (TAMBOR 2) (INFORME PREVIO)					
CODIGO / PLANO							
MATERIAL	ASTM A-285 GR.C	TIPO DE PELÍCULA	AGFA D5 / Pb.		T. EXPOSICION	1:41 (min: seg)	
ESPESOR / DIAM.	9.5 mm / Ø 665 mm	DIMENSION DE PELICULA	70 x 300 mm		CAL RADIOG.	II	
FUENTE / Ci	GAMMA / 30.0 Ci	PANTALLA	Pb. 0.027 mm. (ambos lados)		IND. CAL.IMAGEN /CANT.	1 ASTM B	
RADIAC. A	PARED SIMPLE	DENSIDAD	2 a 4		POSICIÓN ICI	Lado del film	
TAMAÑO FOCAL	6.35 mm	DISTANCIA F/P	332.5 mm		CODIGO/NORMA	ASME B31.3	

TECNICA DE EXPOSICION: A



IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	TAMBOR 2 P1		OK	
2	P2		OK	
3				
4				Muestras indicadas por el cliente
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES

Aa. Porosidad agrupada Ab. Porosidad alineada Ac. porosidad aislada Ba. Escoria aislada	Bb. Escoria alineada Bc. Escoria agrupada C. Falta de fusión D. Penetración incompleta	Ea. Fisura longitudinal Eb. Fisura transversal Fa. Socavado interno. F. socavado externo	I. Cordón Irregular K. Quemón L. defecto de película T. Formación de gotas
--	---	---	---

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION CERCADO DE LIMA 22 / 11/ 2023	INSPECTOR END  EDDIS MANCHAY SANCHEZ NIVEL II RT SNT - TC - 1A	SUPERVISOR END 
---	---	---

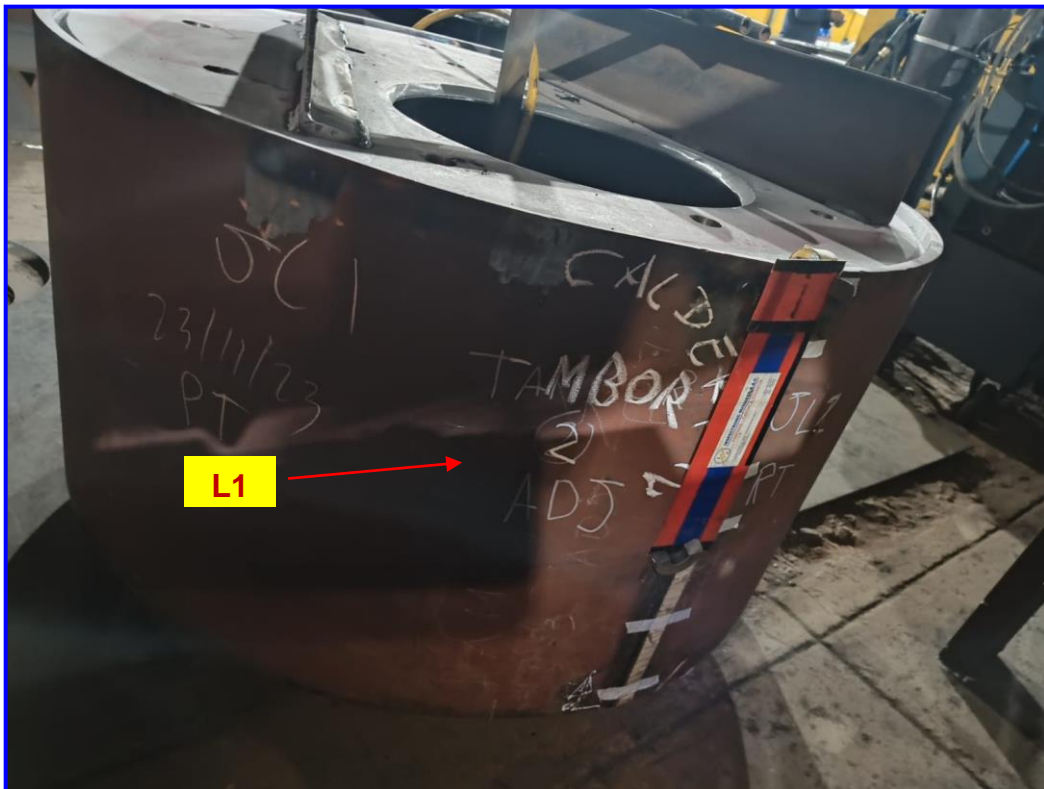


TAMBOR 2/ CALDERA 2

FECHA: 22-11-23

No DE TUBO TAMBOR 2

No DE JUNTA: L1/ CAL.2



No DE INFORME:

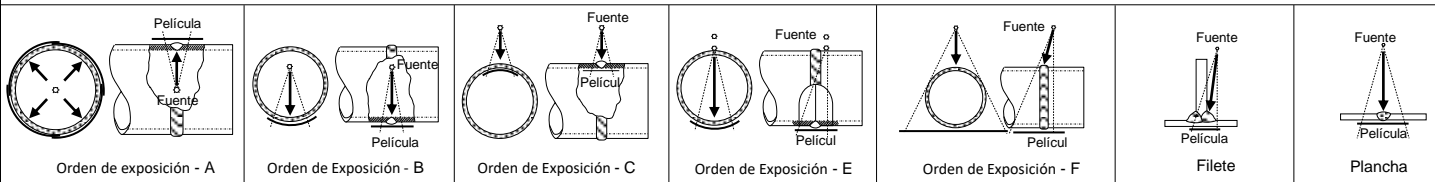
106/ T-11-2023



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º 107/ T-11-2023		PAG	01	DE	02	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT 001-15	
SOLICITADO POR		TERMODINAMICA S. A				Atención: ING.JOSE M MONTENEGRO	
PROYECTO		FABRICACION DE CALDERA 1 Y 2					
COMPONENTE EVALUADO		ACCESORIO DE CALDERA 1 (REGISTRO POSTERIOR 1) (INFORME PREVIO)					
CODIGO / PLANO							
MATERIAL	ASTM A-285 GR.C	TIPO DE PELÍCULA	AGFA D5 / Pb.		T. EXPOSICION	1:41 (min: seg)	
ESPEJOR / DIAM.	9.5 mm / Ø 665 mm	DIMENSION DE PELICULA	70 x 300 mm		CAL RADIOG.	II	
FUENTE / Ci	GAMMA / 30.0 Ci	PANTALLA	Pb. 0.027 mm. (ambos lados)		IND. CAL.IMAGEN /CANT.	1 ASTM B	
RADIAC. A	PARED SIMPLE	DENSIDAD	2 a 4		POSICIÓN ICI	Lado del film	
TAMAÑO FOCAL	6.35 mm	DISTANCIA F/P	332.5 mm		CODIGO/NORMA	ASME B31.3	

TECNICA DE EXPOSICION: A



IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	REG POST 1	P1	OK	
2		P2	OK	
3				
4				Muestras indicadas por el cliente
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES

Aa. Porosidad agrupada Ab. Porosidad alineada Ac. porosidad aislada Ba. Escoria aislada	Bb. Escoria alineada Bc. Escoria agrupada C. Falta de fusión D. Penetración incompleta	Ea. Fisura longitudinal Eb. Fisura transversal Fa. Socavado interno. F. socavado externo	I. Cordón Irregular K. Quemón L. defecto de película T. Formación de gotas
--	---	---	---

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION CERCADO DE LIMA 22 / 11/ 2023	INSPECTOR END  EDDIS MANCHAY SANCHEZ NIVEL II RT SNT - TC - 1A	SUPERVISOR END
---	---	-------------------------------



REGISTRO POSTERIOR 1/ CALDERA 1

FECHA:

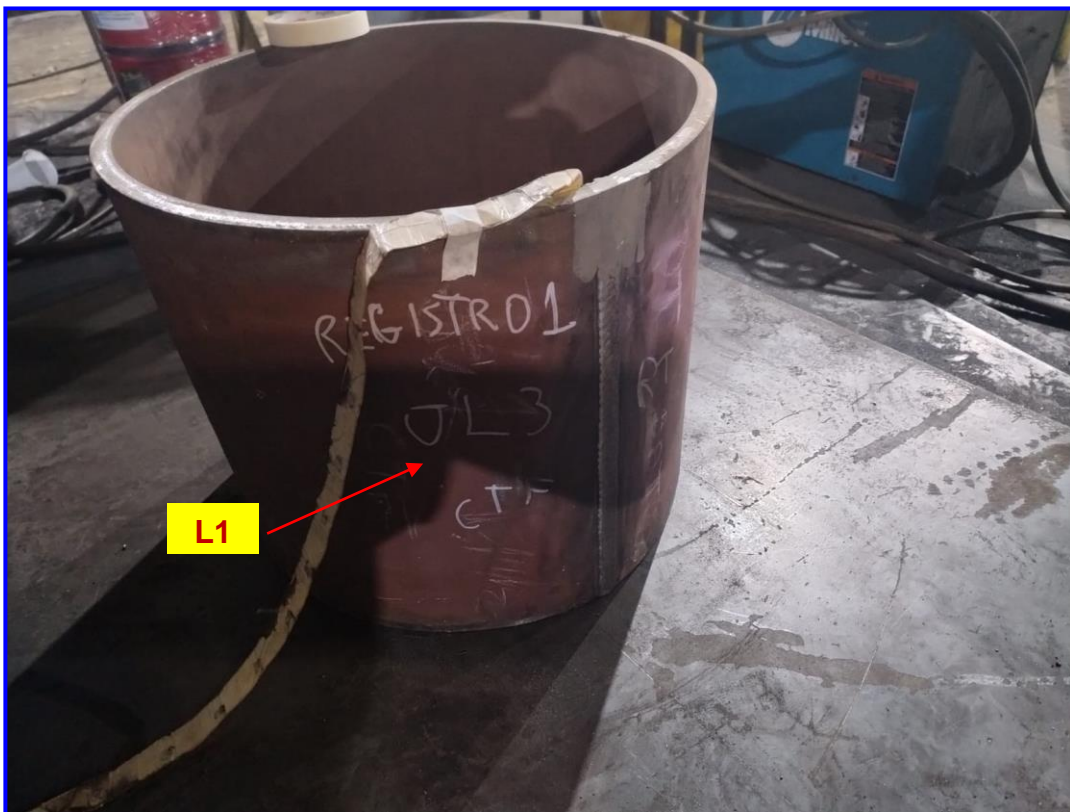
22-11-23

No DE TUBO

REGISTRO POSTERIOR 1

No DE JUNTA:

L1/ CAL.1



No DE INFORME:

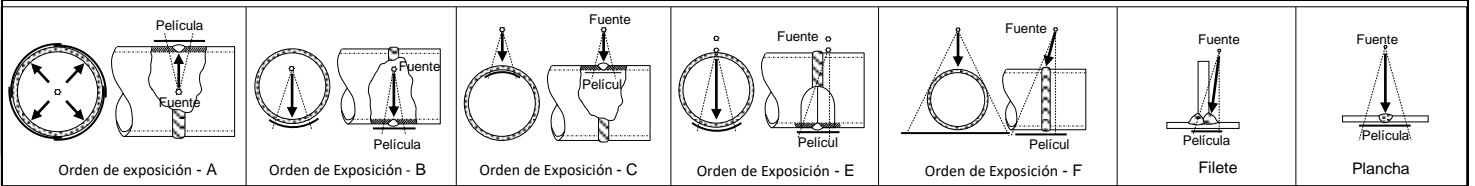
107/ T-11-2023



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º 108/ T-11-2023		PAG	01	DE	02	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT 001-15	
SOLICITADO POR		TERMODINAMICA S. A				Atención: ING.JOSE M MONTENEGRO	
PROYECTO		FABRICACION DE CALDERA 1 Y 2					
COMPONENTE EVALUADO		ACCESORIO DE CALDERA 2 (REGISTRO POSTERIOR 2) (INFORME PREVIO)					
CODIGO / PLANO							
MATERIAL	ASTM A-285 GR.C	TIPO DE PELÍCULA	AGFA D5 / Pb.		T. EXPOSICION	1:41 (min: seg)	
ESPEJOR / DIAM.	9.5 mm / Ø 665 mm	DIMENSION DE PELICULA	70 x 300 mm		CAL RADIOG.	II	
FUENTE / Ci	GAMMA / 30.0 Ci	PANTALLA	Pb. 0.027 mm. (ambos lados)		IND. CAL.IMAGEN /CANT.	1 ASTM B	
RADIAC. A	PARED SIMPLE	DENSIDAD	2 a 4		POSICIÓN ICI	Lado del film	
TAMAÑO FOCAL	6.35 mm	DISTANCIA F/P	332.5 mm		CODIGO/NORMA	ASME B31.3	

TECNICA DE EXPOSICION: A



IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	REG POST 2	P1	OK	
2		P2	OK	
3				
4				Muestras indicadas por el cliente
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES

Aa. Porosidad agrupada Ab. Porosidad alineada Ac. porosidad aislada Ba. Escoria aislada	Bb. Escoria alineada Bc. Escoria agrupada C. Falta de fusión D. Penetración incompleta	Ea. Fisura longitudinal Eb. Fisura transversal Fa. Socavado interno. F. socavado externo	I. Cordón Irregular K. Quemón L. defecto de película T. Formación de gotas
--	---	---	---

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION	INSPECTOR END	SUPERVISOR END
CERCADO DE LIMA 22 / 11/ 2023	 EDDIS MANCHAY SANCHEZ NIVEL II RT SNT - TC - 1A	



REGISTRO POSTERIOR 2/ CALDERA 2

FECHA:

22-11-23

No DE TUBO

REGISTRO POSTERIOR 2

No DE JUNTA:

L1/ CAL.2



No DE INFORME:

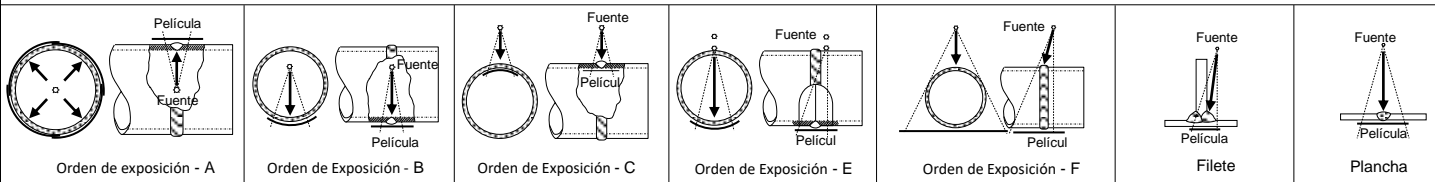
108/ T-11-2023



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º 109/ T-11-2023		PAG	01	DE	02	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT 001-15	
SOLICITADO POR		TERMODINAMICA S. A				Atención: ING.JOSE M MONTENEGRO	
PROYECTO		FABRICACION DE CALDERA 1 Y 2					
COMPONENTE EVALUADO		ACCESORIO DE CALDERA 1 (REGISTRO HOMBRE 1) (INFORME PREVIO)					
CODIGO / PLANO							
MATERIAL	ASTM A-285 GR.C	TIPO DE PELÍCULA	AGFA D5 / Pb.		T. EXPOSICION	1:41 (min: seg)	
ESPEJOR / DIAM.	9.5 mm / Ø 665 mm	DIMENSION DE PELICULA	70 x 300 mm		CAL RADIOG.	II	
FUENTE / Ci	GAMMA / 30.0 Ci	PANTALLA	Pb. 0.027 mm. (ambos lados)		IND. CAL.IMAGEN /CANT.	1 ASTM B	
RADIAC. A	PARED SIMPLE	DENSIDAD	2 a 4		POSICIÓN ICI	Lado del film	
TAMAÑO FOCAL	6.35 mm	DISTANCIA F/P	332.5 mm		CODIGO/NORMA	ASME B31.3	

TECNICA DE EXPOSICION: A



IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	REG HOM1 P1		OK	
2				
3				Muestras indicadas por el cliente
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES

Aa. Porosidad agrupada Ab. Porosidad alineada Ac. porosidad aislada Ba. Escoria aislada	Bb. Escoria alineada Bc. Escoria agrupada C. Falta de fusión D. Penetración incompleta	Ea. Fisura longitudinal Eb. Fisura transversal Fa. Socavado interno. F. socavado externo	I. Cordón Irregular K. Quemón L. defecto de película T. Formación de gotas
--	---	---	---

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION CERCADO DE LIMA 22 / 11/ 2023	INSPECTOR END  EDDIS MANCHAY SANCHEZ NIVEL II RT SNT - TC - 1A	SUPERVISOR END _____ _____
---	--	---



REGISTRO HOMBRE 1/ CALDERA 1

FECHA: 22-11-23

No DE TUBO REGISTRO HOMBRE 1

No DE JUNTA: L1/ CAL.1



No DE INFORME:

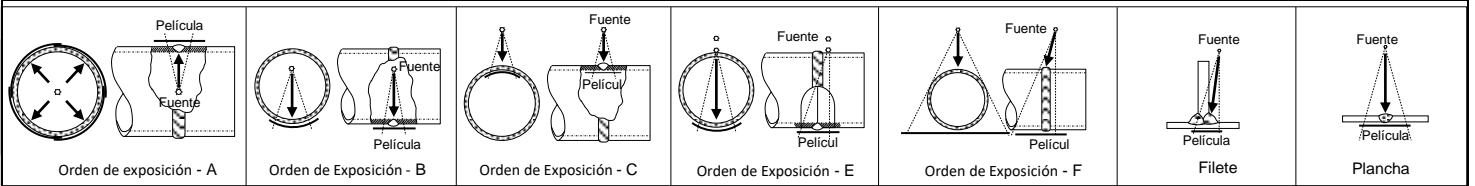
109/ T-11-2023



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

REPORTE N.º 110/ T-11-2023		PAG	01	DE	02	PROCEDIMIENTO: INS-ASME-RT 001-15	
SOLICITADO POR		TERMODINAMICA S. A				Atención: ING.JOSE M MONTENEGRO	
PROYECTO		FABRICACION DE CALDERA 1 Y 2					
COMPONENTE EVALUADO		ACCESORIO DE CALDERA 2 (REGISTRO HOMBRE 2) (INFORME PREVIO)					
CODIGO / PLANO							
MATERIAL	ASTM A-285 GR.C	TIPO DE PELÍCULA	AGFA D5 / Pb.		T. EXPOSICION	1:41 (min: seg)	
ESPEJOR / DIAM.	9.5 mm / Ø 665 mm	DIMENSION DE PELICULA	70 x 300 mm		CAL RADIOG.	II	
FUENTE / Ci	GAMMA / 30.0 Ci	PANTALLA	Pb. 0.027 mm. (ambos lados)		IND. CAL.IMAGEN /CANT.	1 ASTM B	
RADIAC. A	PARED SIMPLE	DENSIDAD	2 a 4		POSICIÓN ICI	Lado del film	
TAMAÑO FOCAL	6.35 mm	DISTANCIA F/P	332.5 mm		CODIGO/NORMA	ASME B31.3	

TECNICA DE EXPOSICION: A



IDENTIFICACION		DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	REG HOM 2 P1		OK	
2				
3				Muestras indicadas por el cliente
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES

Aa. Porosidad agrupada Ab. Porosidad alineada Ac. porosidad aislada Ba. Escoria aislada	Bb. Escoria alineada Bc. Escoria agrupada C. Falta de fusión D. Penetración incompleta	Ea. Fisura longitudinal Eb. Fisura transversal Fa. Socavado interno. F. socavado externo	I. Cordón Irregular K. Quemón L. defecto de película T. Formación de gotas
--	---	---	---

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION CERCADO DE LIMA 22 / 11/ 2023	INSPECTOR END  EDDIS MANCHAY SANCHEZ NIVEL II RT SNT - TC - 1A	SUPERVISOR END
---	---	-------------------------------



REG HOMBRE 2/ CALDERA 2

FECHA: 22-11-23

No DE TUBO REGISTRO HOMBRE 2


No DE JUNTA: L1 / CAL.2



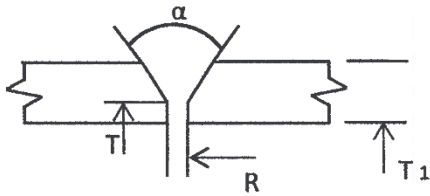
No DE INFORME:

110/ T-11-2023

ANEXO 10: WPS, PQR y WPQ

	ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS, ASME IX-2021)	TER-WPS-01 Rev. 0 Fecha: 15/02/22 Pag. 1 de 2
---	---	--

Nombre de la compañía: TERMODINAMICA S.A.	Por: Marco Gutierrez Navarro	
Especificación de Procedimiento: TER-GTAW/FCAW-WPS.94	Fecha: 01-07-2022	PQR de soporte: TER-GTAW/FCAW-PQR.94
Revisión N° 0	Fecha: 01-07-2022	
Proceso (s) de soldadura: GTAW / FCAW	Tipo: MANUAL	

<p>JUNTA</p> <p>Diseño de junta: Tope en V - °60</p> <p>Respaldo: (Si) <input checked="" type="checkbox"/> (No) <input type="checkbox"/></p> <p>Material de respaldo (Tipo): <u>N/A</u></p> <p><input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Refractario</p> <p><input type="checkbox"/> No metálico <input type="checkbox"/> Otro</p> <p>Esquema, Dibujo de fabricación, Símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, la abertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada</p>	<p>Detalles</p>  <p>$\alpha: 60^\circ - 65^\circ$ R: 1.6mm a 4mm T: 1mm + 0.8mm</p>
---	---

METAL BASE	
P - N°: <u>1</u> Grupo N°: <u>1</u> al P - N°: <u>1</u> Grupo N°: <u>1</u>	
Especificación de tipo y grado: <u>A 285 Grado C</u>	
Hasta la especificación de tipo y grado: <u>N/A</u>	
Análisis químico y Propiedades mecánicas: <u>N/A</u>	
Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: <u>N/A</u>	
Rango de espesores	
Metal base: Ranura <u>Desde 1.5mm hasta 19 mm</u> Filete <u>Si</u>	
Diam. Tubo: Ranura <u>Desde 610 mm hasta ilimitado</u> Filete <u>N/A</u>	
Otro: _____	

METAL DE APORTE		
Especificación N° (SFA)	GTAW A5.18	FCAW A5.20
AWS N° (Clase)	ER 70S-6	E71T-1M
N° F	6	6
N° A	1	1
Tamaño del electrodo	3.2 mm	1.2 mm
Rango de espesores	3.2 mm	16.8 mm
Ranura	Si	Si
Filete	Si	Si
Fundente (Clase)	N/A	N/A
Fundente Nombre comercial	N/A	N/A
Inserto Consumible	N/A	N/A



ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS, ASME IX-2021)

TER-WPS-01

Rev.	0
Fecha:	15/02/22
Pag.	1 de 2

POSICIONES

Posición(es) de ranura Todas
 Progresión: Asc. X Desc. N/A
 Posición de filete 1F, 2F y 3F

PRECALENTAMIENTO

Temp. Pre calentamiento min. 15 °C (min)
 Temp. Interpase. Min 15 °C (min)
 Mantenimiento pre calentamiento N/A

TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO

Rango de temperatura N/A
 Tiempo -

GAS


	Composición Porcentual		
	Gas (es)	(Mezcla)	Flujo
GTAW	<u>Ar</u>	<u>100</u>	<u>15 - 25 Lt</u>
FCAW	<u>Ar -CO2</u>	<u>80-20</u>	<u>10 - 20 Lt</u>
Respaldo	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Corriente AC o DC DC Polaridad E(-) y E(+)
 Rango de amperaje Ver Tabla Rango de voltaje Ver Tabla
 Tamaño y tipo de electrodo de Tungsteno 3/32"
 (Tungsteno puro, 2% Thoriado, etc.)
 Modo de transferencia en GMAW Si
 (Arco spray, corto circuito, etc.)
 Velocidad de alimentación de alambre 3.8 - 4.5 m/mim

TÉCNICA

Pasada ancha o angosta Primer pase: angosto / Segundo paso: como sea requerido
 Orificio o tamaño de protección gaseosa 10 mm
 Limpieza inicial y entrepasadas (Escobillado, Esmerilado, etc.) Esmerilado y escobillado
 Método de resane de raíz: Disco abrasivo
 Oscilación La que sea necesaria
 Distancia de boquilla a pieza de trabajo 10 mm a 15 mm
 Pase múltiple o simple Multiple
 Electrodo simple o múltiple Multiple
 Velocidad de avance (rango) Ver Tabla
 Martilleo N/A
 Otro N/A


 Marco Antonio Botierrez Novales
 CWI 13074121
 QC1 EXP. 7/1/2022

Pase N°	Proceso	Metal de aporte		Corriente			Velocidad de avance (cm./min.)
		Clase	Diam (mm)	Polaridad	Amperaje	Voltaje	
1 Raiz	GTAW	ER 70S-6	3.2	DC E(-)	60 - 120	12 - 16	5 - 7
2+N Relleno	FCAW	E71T-1M	1.2	DC E(+)	160 -300	23 - 32	7 - 11
3 Acabado	FCAW	E71T-1M	1.2	DC E(+)	160 -300	23 - 32	7 - 1



**REGISTRO DE CALIFICACION DE
PROCEDIMIENTO (PQR)
(ASME SECCION IX - Edición 2021)**

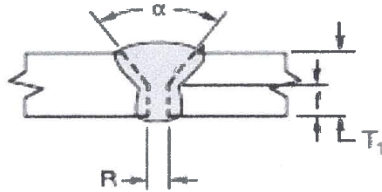
TER-PQR-01

Rev.:	0
Fecha:	15/02/22
Pág.:	1 de 2

QW-483 REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO (PQR)
(See QW-200.2, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)
Las condiciones reales usados a la muestra de ensayo de soldadura

Nombre de la compañía TERMODINAMICA S.A.
 Registro de calificación de procedimiento N° TER-GTAW/FCAW-PQR.94 Fecha: 1-Jul-22
 WPS N° TER-GTAW/FCAW-WPS.94
 Proceso de soldadura GTAW / FCAW
 Tipo (Manual, Automatic, Semi-Automatic) Manual / Semi automática

JUNTAS (QW-402)



$\alpha = 60^\circ - 70^\circ$
 $R = 3.0mm - 5.0mm$
 $f = 0.0mm - 1.0mm$

Diseño de la ranura del cupon de prueba

(Para las calificaciones de combinación, el espesor del metal de soldadura depositado se registrarán para cada metal de relleno o proceso utilizado.)

METAL BASE (QW-403)
 Material Spec. ASTM A36
 Tipo or Grado -
 P-N° 1 to P-No 1
 Espesor de la muestra de ensayo 9.5 mm
 Diámetro de la muestra de ensayo NA
 Otros ---

TRATAMIENTO TERMICO POSTERIOR A LA SOLDADURA (QW-407)
 Rango de temperatura: -
 Tiempo de permanencia: -
 Velocidad de calentamiento: -
 Velocidad de enfriamiento: -
 Temp. Libre Calentamiento -
 Temp. De Descarga: -

GAS (QW-408)

	Composicion Porcentual		
	Gas(es)	(Mixture)	Flow Rate
Proteccion GTAW	Ar	100.00%	20 L/min
Proteccion FCAW	Ar - CO2	80 y 20%	15 L/min
Respaldo	-	-	-

METALES DE APORTE (QW-404)
 SFA Especificacion GTAW / FCAW
A.5.18 / A 5.20
 AWS Clasificacion ER 70S-6 / E71T-1M
 F-N° 6
 A-N° 1
 Tamaño de metal de aporte 3.2 mm / 1.2 mm
 Otros ---
 Espesor del metal de soldadura 3.2 mm / 6.8 mm

CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)
 Corriente DC
 Polaridad E(-) - E(+)
 Amps 60 - 100 / 180 - 200 (A)
 Volts 12 - 15 / 28 - 30 (V)
 Modo de transferencia -
 Medida electrodo de tungsteno -
 Heat input máx 8.2 KJ/cm
 Ceramic -

POSICION (QW-405)
 Posicion de ranura 3G
 Progresion de soldadura(Ascendente, Descendente) Ascendente
 Otros ---

TECNICA (QW-410)
 Velocidad de Avance 5-7 cm/min / 7-11 cm/min
 Pase recto u ondulado Recto y ondulado
 Oscilacion Con Oscilacion
 Pase múltiple o simple (por lado) Multiple
 Electrodo simple o múltiple Multiple
 Otros -

PRECALENTAMIENTO (QW-406)
 Temperatura de precalentamiento 10 °C
 Temperatura entre pases 10° - 300°C

MANTENIMIENTO DE PRECALENTAMIENTO
 Otros:


 Marco Antonio Gutierrez Navarro
 CWI 13074121
 QC1 EXP. 7/1/2022



**REGISTRO DE CALIFICACION DE
PROCEDIMIENTO (PQR)
(ASME SECCION IX - Edición 2021)**

TER-PQR-01

Rev.:	0
Fecha:	15/02/22
Pág.:	2 de 2

Ensayo de Traccion (QW-150)

Specimen No.	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Area (mm ²)	Carga de Total,	Ruptura Kg	Ultima Unidad Stress, psi (Mpa)	Tipo de fallo y ubicación
M1	19.32	9.32	180.10	7970		540.0	Base Metal
M2	18.81	9.41	177.00	8014		550.0	Base Metal

Prueba de doblez Guiado (QW - 160)

Tipo y Figura No.	Resultado
DC-1	Aceptable
DC-2	Aceptable
DR-1	Aceptable
DR-2	Aceptable

Ensayos de Resistencia al Impacto (QW - 170)

Specimen No.	Ubicación de la muesca	Medida del Especimen	Temperatura de Prueba	Valores de impacto			Drop Weight Break (Y/N)
				ft-lb	% corte	Mils	
-	-	-	-	-	-	-	-

Pruebas de Dureza

Specimen No	Valor medio - Promedio (Dureza Vickers)					Resultado
	Metal Base	HAZ	Metal Soldadura	HAZ	Metal Base	
-						
-						

Comentarios

Ensayo de Soldadura a Filete (QW - 180)

Resultado—Satisfactorio: Si _____ No _____ Penetración en el metal base: Si _____ No _____
Macro—Resultados _____

Otros Ensayos

Tipo de Ensayo _____

Rango nominal de Ferrita (FN) 4-10. Se adjunta Análisis de Ferrita.

Las herramientas de limpieza (escobilla, escobilla manual, circular y pinza puesta tierra) son nuevas. Y de uso exclusivo para el material inoxidable

Nombre de Soldador	<u>Franklin Crisanto Tume</u>	DNI N°	<u>46025133</u>	Stamp N°.	<u>CTF</u>
Las pruebas realizadas por	<u>UNI</u>	Laboratorio Test N°.	<u>22-1655 - Ensayo de Traccion</u>		
Las pruebas realizadas por	-	Laboratorio Test N°.	-		
Las pruebas realizadas por	-	Laboratorio Test N°.	-		

Certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que se prepararon los ensayos de soldadura, soldados, y probado de acuerdo con los requisitos de la Sección IX de la ASME - 2021

Empresa TERMODINAMICA S.A.

Fecha 1-Jul-22 Por Marco Gutiérrez Navarro

(Detalle de registro de las pruebas son sólo ilustrativas y pueden ser modificadas para ajustarse al tipo y número de pruebas requeridas por el Código.)



REGISTRO DE ENSAYO DE DOBLADO

PMG-PD-01

Edición 01

N° INFORME (Report) :

PMG-PD-01-07-2022

CLIENTE (Customer):

TERMODINAMICA S.A.

LUGAR DE PRUEBA (Laboratory):

Laboratorio PROMEGEN

REALIZADO POR (Conducted by):

Marco Gutiérrez Navarro

FECHA DE ENSAYO (Date of test):

01 07 2022

SERVICIO

IDENTIFICACION ESPECIMENES (ID of specimens)				RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results)	
N°	N° ESTAMPA (Specimen)	TIPO ^a (Type)	ESPESOR NOMINAL (mm) (Thickness)	RESULTADO ^b (Result)	DISCONTINUIDAD (Discontinuities)
1	CTF	DTC	9.5	CONFORME	NINGUNA
2	CTF	DTC	9.5	CONFORME	NINGUNA
3	CTF	DTR	9.5	CONFORME	NINGUNA
4	CTF	DTR	9.5	CONFORME	NINGUNA

^a Tipo de ensayos (Type of test): DTC: Doble Transversal-Cara (Transverse Bend -Face) / DTR: Doble Transversal-Raiz (Transverse Bend-Root)
DLC: Doble Longitudinal-Cara (Longitudinal Bend-Face) / DLR: Doble Longitudinal-Raiz (Longitudinal Bend-Root)
DL: Doble-Lado (Bend-Side) / RSF: Ruptura Soldadura Filete (Fillet Weld Break) / NB: Nick Break

^b C: Conforme (Pass) / NC: No Conforme (No Pass)

* Nota(Note): Medidas en milímetros (Sizes in millimeters)

OBSERVACIONES (Remarks):

- Norma Aplicada en el ensayo (Test in conformance with the requirements of): ASME IX 2021
- Especificación del material base y N° P o N° S o Grupo (Base Metal): ASTM A36
- Diámetro del punzón utilizado (plunger diameter): 38.0mm
- Distancia axial entre rodillos según norma (Distance between rollers as standard): 90.0mm
- De acuerdo al cliente, estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de procedimiento y/o soldador (According to the customer these specimens belong to bend tests required for procedure qualification and welder)


PROMEGEN E.I.R.L.
 Marco Antonio Gutiérrez Rosasco
CWI 13074121
QC1 EXP. 7/1/2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : PROMEGEN EIRL
Obra : TERMODINAMICA S.A.
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Tracción en Aceros
Expediente N° : 22-1655
Recibo N° : 78152
Fecha de emisión : 1/07/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en dos probetas de acero de planchas soldadas.
Acero A-36, Proceso de soldadura GTAW y FCAW.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal: ZWICK ROELL
Certificado de calibración: CMC-050-2021

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 350.405:2019
Procedimiento interno AT-PR-10.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	SECCIÓN TRANSVERSAL (mm)	ÁREA (mm ²)	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	CARGA MÁXIMA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	ELONGACIÓN FINAL (%)	OBSERVACIÓN
M1 TER-GTAW/FCAW WPS.94	19.32 x 9.32	180.1	7,970	10,199	14.80	29.6	FALLA DUCTIL EN MATERIAL BASE
M2 TER-GTAW/FCAW WPS.94	18.81 x 9.41	177.0	8,014	10,193	13.20	26.4	FALLA DUCTIL EN MATERIAL BASE

Soldador: Franklin Crisanto Tume.
DNI: 46025132

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : A.S.V.
J.B.P.



Ing. Oscar Miranda Hospinal
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Se prohíbe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.
- 2) Este informe solo brinda resultados sobre las muestras que han sido ensayadas.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI



De acuerdo a ASME IX-2023

Nombre del soldador: PAREDES ALIANO, AUGUSTO CESAR WPQ N°: WPQ-TER-006.24
 N° Identificación: 21103381 Estampa: PAA
 WPS N°: TER-GTAW/FCAW-WPS-94 Fecha de Calificación: 17/07/2024

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Especificación del Metal Base: ASTM A36 Espesor de Material Base: 12 mm

Limites de calificación y condiciones de la prueba

Variables de la soldadura (QW-350)	Valores Actuales	Rango Calificado									
Proceso de soldadura	GTAW / FCAW	GTAW / FCAW									
Tipo de proceso usado	Manual / Semiautomatico	Manual / Semiautomatico									
Metal Base P-N° a P-N°	P-N°1 a P-N°1	P-N°1 a P-N°1									
Respaldo (metal, metal soldado, etc.)	SIN RESPALDO	CON O SIN RESPALDO (GTAW) CON RESPALDO (FCAW)									
Plancha ó Diámetro	12 mm	Desde 1.5 mm hasta 19 mm									
Especificación del Metal de Aporte	SFA-5.18 / SFA-5.20	SFA-5.18 / SFA-5.20									
Clasificación del Metal de Aporte	ER70S-6 / E71T-1M	ER70S-6 / E71T-1M									
F-N° del Metal de Aporte	F6	F6 con o sin respaldo (según proceso)									
Inserto Consumible (GTAW ó PAW)	N.A.	N.A.									
Tipo de metal de aporte (sólido/metal ó núcleo de fundente/polvos) (GTAW ó PAW)	Solido / Alambre Tubular	Solido / Alambre Tubular									
Espesor del depósito de soldadura	GTAW - Pase Raiz - Relleno Hasta 3.2 mm FCAW - Acabado Desde 3.2 mm Hasta 12 mm	GTAW - Pase Raiz - Relleno 3.2 mm FCAW - Acabado Desde 3.2 mm Hasta 19 mm									
Posicion Calificada	3G	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RANURA</th> <th>FILETE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plancha y Tubería > 24 pulg.</td> <td>Tubería ≤ Ø 24 pulg.</td> <td>Plancha y Tubería</td> </tr> <tr> <td>F, V</td> <td>F</td> <td>F, H, V</td> </tr> </tbody> </table>	RANURA		FILETE	Plancha y Tubería > 24 pulg.	Tubería ≤ Ø 24 pulg.	Plancha y Tubería	F, V	F	F, H, V
RANURA		FILETE									
Plancha y Tubería > 24 pulg.	Tubería ≤ Ø 24 pulg.	Plancha y Tubería									
F, V	F	F, H, V									
Progresión de Soldeo	Ascendente	Ascendente									
Gas Inerte usado como	---	---									
Gas de Protección (GTAW, GMAW, PAW)	GTAW(Argon 100%) / FCAW(Ar 80% - CO2 20%)	GTAW(Argon 100%) / FCAW(Ar 80% - CO2 20%)									
Modo de Transferencia (GMAW)	---	---									
Tipo de corriente y polaridad para GTAW	DCEN/DCEP	DCEN/DCEP									

RESULTADOS

ACEPTABLE

- Examinación Visual de acabado de soldadura (QW-302.4)
- Dobles transversal cara y raiz (QW-462.3(a)) Dobles Longitudinal (QW-462.3(b)) Dobles de lado (QW-462.2)
- Dobles de especimen de tubería, resistente a la corrosion (QW-462.5(c)) Dobles de especimen de plancha, resistente a la corrosion (QW-462.3(d))
- Especimen de tubería, ensayo macro para fusion (QW-462.5(b)) Especimen de plancha, ensayo macro para fusion (QW-462.5(e))

Tipo de doblado	Resultado	Tipo de doblado	Resultado
PAA-3G-DL1	ACEPTABLE	PAA-3G-DL2	ACEPTABLE

Resultado de la prueba volumetrica alternativa (QW-191): RT UT

Ensayo de Fractura - Soldadura de Filete (QW-181.2) Longitud y porcentaje de defectos

Soldadura de filete en plancha (QW-462.4(b)) Soldadura de filete en tubería (QW-462.4(c))

Examinación Macro (QW-184) Tamaño del filete (mm): Concavidad o Convexidad (mm):

Otros ensayos

Película o especimen evaluado por: Compañía:

Ensayo mecanico Conducido por: ALEX DE LA CRUZ YALAN Ensayo de laboratorio N°: SMART TESTING SAC

Soldadura supervisada por: ALEX DE LA CRUZ YALAN N° ENSAYO: LAB.ST-JUL-0027.2024

Nosotros certificamos que las afirmaciones en este registro son correctas y que el ensayo de soldadura fue preparado, soldado y ensayado de de acuerdo con los requerimientos de la Sección IX del Código ASME Ed. 2023



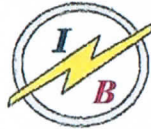
Alex De La Cruz Yalan
CWI 14041281
QC1 EXP. 4/1/2026

INSPECTOR AWS - CWI

REVIEWED By: ALEX DE LA CRUZ YALAN
FOR CONFORMITY: call N° 966370939

Fecha: 17/07/2024

ANEXO 11: CERTIFICACION DE PERSONAL



INSPECTRONIC BUSINESS S.A.C.
Ingeniería - Calidad & Eficiencia

Certifica que el señor:

EDDIS MANCHAY SANCHEZ

Ha sido calificado mediante evidencia satisfactoria de acuerdo a nuestra practica escrita de entrenamiento y certificación de personal en pruebas no destructivas PE-IB-01-19, cumpliendo con los requerimientos de la practica recomendada SNT TC 1ª ED.2016, como
NDT LEVEL II

En el método de RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

PRIMERA CERTIFICACION	RESULTADOS EXAMINACION	NUMERO DEL CERTIFICADO	EXAMINADOR RE-CERTIFICACION	NUMERO DEL CERTIFICADO	FECHA DE EMISION	FECHA DE EXPIRACION
10 ABRIL 2018 HECTOR J SILVERMAN ASNT NDT LEVEL III N° 17319	-EXAMEN GENERAL :80.0 % -EXAMEN ESPECIFICO:96.1 % -EXAMEN PRACTICO :100 % -PROMEDIO :92.0%	CERT.N°246822107	OCTAVIO RAUL ARCE ASNT NDT LEVEL III N° 236365	CERTIFICADO N° IB-RT-001-2019	14 AGOSTO. 2019	14 AGOSTO. 2024

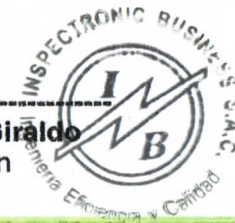
Este Certificado puede ser usado por el portador como evidencia de haber completado la examinación General, Específico y Práctico de manera satisfactoria, Según el procedimiento de Certificación (Practica Escrita) de **INSPECTRONIC BUSINESS SAC**, ha sido Completada.



Ing. Octavio Raul Arce
ASNT NDT Level III Cert. 236365



Lic. Gledy Giraldo Giraldo
Administración





TERMODINAMICA

Ingeniería - Proyectos - Servicios

TERMODINAMICA S.A.

Este certificado atestigua que:

MONTENEGRO SOTO, JOSE MANUEL
DNI: 48196833

Ha completado satisfactoriamente el entrenamiento y ha aprobado los exámenes generales, específico y practico del curso de:

INSPECCIÓN VISUAL -NIVEL II

Desarrollada de acuerdo a la práctica recomendada **RP SNT-TC-1A ED. 2020** y el estándar **ANSI/ASNT CP105-2020**.

EXAMINACIÓN			
GENERAL	ESPECIFICO	PRACTICO	PROMEDIO
90.00%	94.00%	92.00%	92.00%


Este certificado es emitido en cumplimiento de acuerdo a los procedimientos de Ensayos no Destructivos de Inspección Visual "TE-PCC-004/TE-PCC-009".

Fecha de Emisión : **11 de octubre del 2022**
Fecha de Caducidad: **10 de octubre del 2027**
N° de Certificado : **TE-END-VT-01.22**



JAIMÉ SEGURA CERRÓN
GERENTE GENERAL
TERMODINAMICA S.A.





ALEX DE LA CRUZ YALAN
EXAMINADOR
ASNT NDT LEVEL, III N° 284267

REVIEWED
By: **ALEX DE LA CRUZ YALAN, ASNT LEVEL III N° 284267**
FOR CONFORMITY: call N° **966370939**



TERMODINAMICA

Ingeniería - Proyectos - Servicios

TERMODINAMICA S.A.

Este certificado atestigua que:

MONTENEGRO SOTO, JOSE MANUEL
DNI: 48196833

Ha completado satisfactoriamente el entrenamiento y ha aprobado los exámenes generales, específico y practico del curso de:

LÍQUIDOS PENETRANTES -NIVEL II

Desarrollada de acuerdo a la práctica recomendada **RP SNT-TC-1A ED. 2020** y el estándar **ANSI/ASNT CP105-2020**.

EXAMINACIÓN			
GENERAL	ESPECIFICO	PRACTICO	PROMEDIO
88.00%	90.00%	92.00%	90.00%

Este certificado es emitido en cumplimiento de acuerdo a los procedimientos de Ensayos no Destructivos de Líquidos Penetrantes "TE-PCC-005/TE-PCC-012".

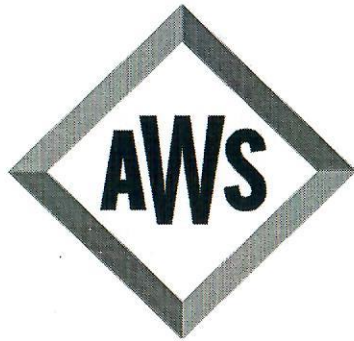
Fecha de Emisión : **18 de octubre del 2022**
Fecha de Caducidad: **17 de octubre del 2027**
N° de Certificado : **TE-END-PT-01.22**

JAIME SEGURA CERRÓN
GERENTE GENERAL
TERMODINAMICA S.A.



ALEX DE LA CRUZ YALAN
EXAMINADOR
ASNT NDT LEVEL III N° 284267

REVIEWED
BY: ALEX DE LA CRUZ YALAN, ASNT LEVEL III N° 284267
FOR CONFORMITY: call N° 966370939



American Welding Society®

Certifies that Welding Inspector

Alex De La Cruz Yalan

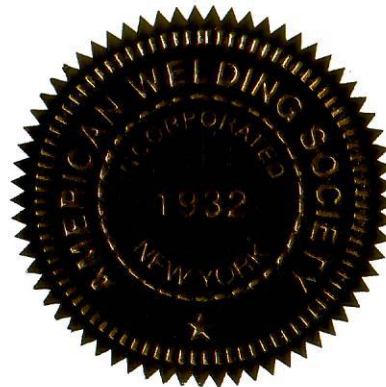
*has complied with the requirements of AWS QC1,
Standard for AWS Certification of Welding Inspectors*

14041281

CERTIFICATE NUMBER

Apr/01/2026

EXPIRATION DATE



AWS PRESIDENT

AWS QUALIFICATION & CERTIFICATION
COMMITTEE CHAIR

ANEXO 13: JUICIO DE EXPERTOS

Lima, 03 de julio del 2024

Sr. Ing. Alex De la Cruz

Presente

Asunto: Validación de instrumento por Juicio de Expertos.

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para cordialmente saludarle y aprovechar la oportunidad para informarle que, como parte del desarrollo de mi investigación para optar el título de ingeniero mecánico en la Universidad Nacional del Callao, es necesario realizar, la validación por juicio de expertos, del instrumento para la compilación de datos en la investigación cuantitativa titulada: “Diseño de un sistema de control de calidad para el proceso de fabricación de calderas pirotubulares basada en ASME BPVC SEC I en TERMODINAMICA S.A”

Conociendo su exitosa trayectoria profesional y académica relacionada a mi tema de investigación, es que me permito solicitar su colaboración para emitir su juicio de experto y validar el instrumento de investigación que nos permitirá recoger los datos del estudio.

Para lo cual adjunto a la presente:

- Ficha de Evaluación.
- Instrumento de recolección de información.
- Matriz de Operacionalización de Variables

Agradeciendo de antemano su amable colaboración con la presente solicitud, quedo de Usted.

Muy Cordialmente



Jose Manuel Montenegro Soto

DNI: 48196833

TESISTA

Ficha de evaluación

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del experto: De la Cruz Yalan, Alex

1.2. Certificaciones del Experto: AWS CWI N° 14041281 y ASNT NDT LEVEL III N° 284267
VT/PT/MT/UT

1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: **Guide for manufacturer / installers/
repairers & audit teams**

1.4. Título de la Investigación: **“Diseño de un sistema de control de calidad para el
proceso de fabricación de calderas piro tubulares basada en ASME BPVC SEC I
en TERMODINAMICA S.A”**

1.5. Autor: The Technical Standards and Safety Authority

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN (Marcar con una X)

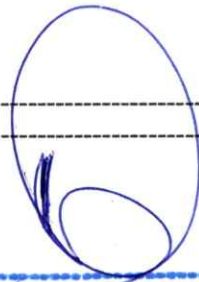
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 50%	Bueno 51 –70%	Muy Bueno 71 – 80%	Excelente 81 –100%
1. CLARIDAD	Está formulado con el lenguaje apropiado					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					X
3. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización Lógica					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del sistema metodológico y científico				X	
7. CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos, científicos acordes a la tecnología				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones					X
9. METODOLOGIA	Responde al propósito del trabajo bajo los objetivos a lograr.					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación					X

III. RECOMENDACIÓN:

IV. OPCION DE APLICABILIDAD:

- () El Instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
() El Instrumento debe ser mejorado, antes de ser aplicado.

05 de julio del 2024



ALEX DE LA CRUZ Y.
ASNT NDT LEVEL III N° 284267
VT/PT/MT/UT

Firma del
Experto

Lima, 03 de julio del 2024

Sr. Ing. Alejandro Meza Peña

Presente

Asunto: Validación de instrumento por Juicio de Expertos.

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para cordialmente saludarle y aprovechar la oportunidad para informarle que, como parte del desarrollo de mi investigación para optar el título de ingeniero mecánico en la Universidad Nacional del Callao, es necesario realizar, la validación por juicio de expertos, del instrumento para la compilación de datos en la investigación cuantitativa titulada: “Diseño de un sistema de control de calidad para el proceso de fabricación de calderas pirotubulares basada en ASME BPVC SEC I en TERMODINAMICA S.A”

Conociendo su exitosa trayectoria profesional y académica relacionada a mi tema de investigación, es que me permito solicitar su colaboración para emitir su juicio de experto y validar el instrumento de investigación que nos permitirá recoger los datos del estudio.

Para lo cual adjunto a la presente:

- Ficha de Evaluación.
- Instrumento de recolección de información.
- Matriz de Operacionalización de Variables

Agradeciendo de antemano su amable colaboración con la presente solicitud, quedo de Usted.

Muy Cordialmente



Jose Manuel Montenegro Soto

DNI: 48196833

TESISTA

Ficha de evaluación

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del experto: Meza Peña, Alejandro

1.2. Certificaciones del Experto: AWS SCWI N° 18030028, API 570 ID: 95514, API 653 ID: 108850, API 510 ID: 111927 y CRI: 2108006N

1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: **Guide for manufacturer / installers/ repairers & audit teams**

1.4. Título de la Investigación: **“Diseño de un sistema de control de calidad para el proceso de fabricación de calderas pirotubulares basada en ASME BPVC SEC I en TERMODINAMICA S.A”**

1.5. Autor: The Technical Standards and Safety Authority

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN (Marcar con una X)

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 50%	Bueno 51 – 70%	Muy Bueno 71 – 80%	Excelente 81 – 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con el lenguaje apropiado					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					X
3. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización Lógica					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del sistema metodológico y científico				X	
7. CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos, científicos acordes a la tecnología					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones					X
9. METODOLOGIA	Responde al propósito del trabajo bajo los objetivos a lograr.					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación					X

III. RECOMENDACIÓN:

IV. OPCION DE APLICABILIDAD:

- (X) El Instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
() El Instrumento debe ser mejorado, antes de ser aplicado.

04 de julio del 2024

Firma del
Experto

API Authorized Inspector
API 510 - 570 - 653



ANEXO 14: CERTIFICADO DE INSPECCION BV

**BUREAU
VERITAS**

S/T IND 153077

Nº 010268

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN N° 133703

Callao, 24 de junio del 2024

Pág. 1 de 2

1. DATOS GENERALES:

- 1.1. ORGANISMO DE INSPECCIÓN: INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.
1.2. CLIENTE: TERMODINAMICA S.A.
1.3. DIRECCIÓN: Cal. Víctor Reynel Nro. 1045 - Cercado de Lima - Lima

2. PROPÓSITO DE LA CERTIFICACIÓN:

Evaluar que la caldera pirotubular, indicada en el Ítem 3, cumpla con los requerimientos de inspección de acuerdo con el "Procedimiento de hermeticidad según ASME I" N° TE-PCC-012 Rev. 1 (otorgado por el cliente).

3. DATOS DEL PRODUCTO (Según información del cliente)

01 Caldera pirotubular

Nº de serie	: CH-125-H-3-01-001
Tipo	: Pirotubular Horizontal
Potencia	: 125 BHP
Presión de operación	: 50-125 PSI.
Presión de diseño / MAPO	: 150 PSI.
Presión de prueba hidrostática	: 250 PSI.
Código de fabricación	: ASME BPVC I: 2021
Año	: 2024
Usuario	: SINOHYDRO CORPORATION LIMITED SUCURSAL DEL PERU.

4. LUGAR Y FECHA DE INSPECCION

Planta Industrial: TERMODINAMICA S.A.
Ubicado: Cal. Víctor Reynel Nro. 1045 - Cercado de Lima - Lima
Fecha: 20 de junio del 2024.

5. DOCUMENTO DE REFERENCIA

TE-PCC-012 Rev. 1 "Procedimiento de hermeticidad según ASME I" (otorgado por el cliente).

6. RESULTADOS

Los resultados de la presente certificación se detallan a continuación:

6.1. INSPECCIONES REALIZADA:

6.1.1. PRUEBA DE PRESIÓN HERMETICIDAD (Según procedimiento N° TE-PCC-012 Rev. 1.)

REQUISITO:

La prueba de hermeticidad se realizará al finalizar la fabricación y/o instalación del sistema y/o equipo. Esta prueba se realiza con la finalidad de comprobar la hermeticidad del tramo y/o



**BUREAU
VERITAS**

S/T IND 153077

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN N° 133703

N° 010269

Callao, 24 de junio del 2024

Pág. 2 de 2

equipo liberado. La prueba de resistencia se realizará a mínimo 1.5 x MAPO (Presión de operación máxima); la inexistencia de fugas el sistema y/o equipo dará un resultado conforme a la prueba. La duración es como mínimo 1/2 hora.

RESULTADO:

De acuerdo con el Registro de prueba de presión hidrostática N° 133702, debemos manifestar que, la caldera pirotubular no presenta fugas, ni deformaciones, por lo tanto, se encuentran en conformidad con los criterios de aceptación del "Procedimiento de hermeticidad según ASME I" N° TE-PCC-012 Rev. 1 (otorgado por el cliente).

7. DOCUMENTACIÓN APLICABLE

La caldera pirotubular descrita en el Ítem 3 del presente documento, fue verificado de acuerdo con los requisitos del "Procedimiento de hermeticidad según ASME I" N° TE-PCC-012 Rev. 1- ítem. 7 (otorgado por el cliente).

7.1. INSPECCIONES Y ENSAYOS REALIZADOS POR INSPECTORATE

- Registro de prueba de presión hidrostática N° 133702

7.2. DOCUMENTOS ENTREGADOS POR EL CLIENTE

- Procedimiento de hermeticidad según ASME I N° TE-PCC-012 Rev. 1.
- Certificado de fabricación N° CH-125-H-3-01-001.

8. CONCLUSIONES

La caldera pirotubular descrita en el Ítem 3 del presente documento, cumple con los requisitos establecidos en el propósito indicado en el ítem 2.

9. CONDICIONES DEL CERTIFICADO

El presente certificado es válido solo para el propósito indicado en el ítem 2, y el producto descrito en el Ítem 3, y a los resultados indicados en el ítem 6 del presente certificado no pudiéndose extender la conclusión a otras unidades diferentes a la certificada.

10. VALIDÉZ DEL CERTIFICADO

Este certificado es válido sólo en su papel original, para el producto indicado en el Ítem 3 y las condiciones señaladas en el ítem 9. Siempre que el producto mencionado no sea alterado, ni modificado en su conformado.

INES OYAGUE Q.
JEFE DE CERTIFICACIONES
Inspectorate Services Peru S.A.C
A. Bureau Veritas Group Company





PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA

Código: F-IND-004
Versión: 06
Fecha: 15/05/2023

ST IND: 153077 REGISTRO N° 133702

1. DATOS GENERALES

CLIENTE: TERMODINAMICA S.A

LUGAR DE INSPECCION: Cal. Victor Reynel Nro. 1045 - Cercado de Lima - Lima

FECHA DE INSPECCION: 20/06/2024 POTENCIA: 125 BHP

PRODUCTO ENSAYADO: Caldera horizontal pirotubular IDENTIFICACION: CH-125-H-3-01-001

2. DATOS DE PROCEDIMIENTO:

PROCEDIMIENTO DE INSPECCION: N° TE-PCC-012 Rev. 1 (Otorgado por el cliente)

METODO DE INSPECCION: CÓDIGO ASME SEC V

CRITERIO DE ACEPTACIÓN: N° TE-PCC-012 Rev. 1 (Otorgado por el cliente) (Ítem 7)

3. EQUIPOS EMPLEADOS

EQUIPO (DESCRIPCION) CODIGO DEL EQUIPO CERTIFICADO DE CALIBRACION FECHA DE CALIBRACION

MANOMETRO DE DEFORMACIÓN (0-400 PSI) ME-5645 MT-2649-2024 2024-05-09

TERMOMETRO INFRAROJO ELAB-6686 LT-313-2023 2023-11-22

4. DATOS DE PRUEBA

DURACION DE PRUEBA 30 minutos PRESION DE PRUEBA 250 PSI

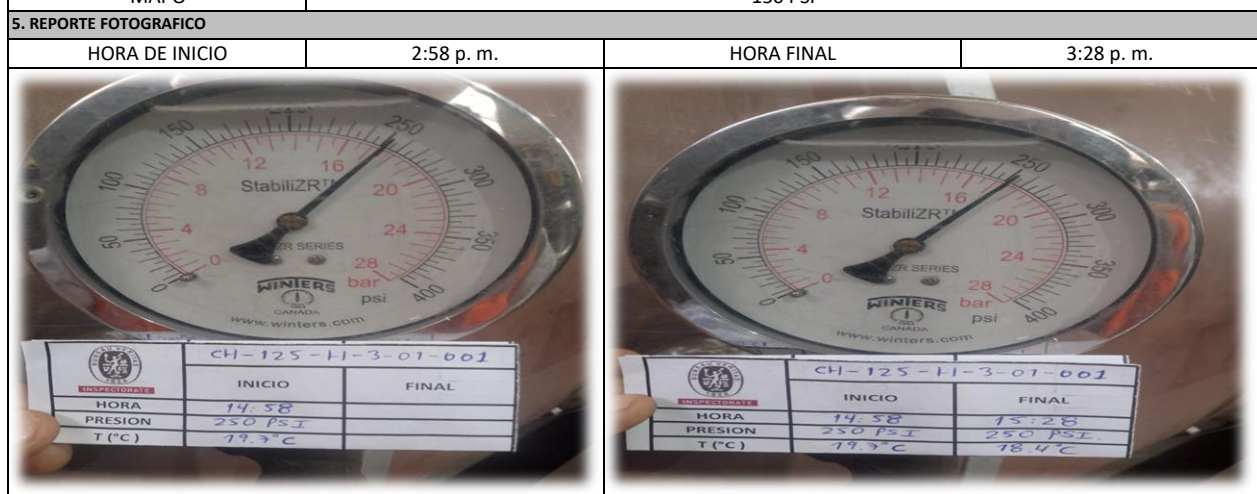
MEDIO DE PRUEBA USADO Agua RANGO DEL MANOMETRO 0 - 400 PSI

TEMPERATURA Inicial 19.7 °C / Final 18.4 °C

MAPO 150 PSI

5. REPORTE FOTOGRAFICO

HORA DE INICIO 2:58 p. m. HORA FINAL 3:28 p. m.



6. RESULTADOS:

Durante el prueba no se observaron fugas por uniones soldadas, ni deformaciones en la caldera pirotubular.

7. OBSERVACIONES:

- La caldera pirotubular no presentó fugas por las soldaduras de los accesorios.
La caldera pirotubular no presentó fugas por los cordones de soldadura.
No se observó caída de presión.
Según procedimiento, la presión de prueba es como mínimo 1.5 x MAPO (Presión Máxima Admisible de Operación); la prueba se realizó a 250 PSI.

8. CONCLUSIONES:

La caldera pirotubular en mención ES CONFORME; con los requisitos descritos en el criterio de aceptación del "Procedimiento de hermeticidad según ASME I" (ítem 7) (otorgado por el cliente).

9. RESPONSABLES:

EJECUTADO: APROBADO:

Handwritten signatures of Alvaro Martin Quispe Flores for both 'EJECUTADO' and 'APROBADO' roles. Includes a 'REVISADO' stamp on the 'APROBADO' signature.

FECHA: jueves, 20 de Junio de 2024

ANEXO 15: ACREDITACION PARA PRUEBA DE VALVULAS



Accredited Service Provider

This Termodinamica facility in Lima, Peru has been audited for quality, safety, and competency and accredited to provide comprehensive OEM service for all Emerson products in the category of:

Pressure Relief Valves



DocuSigned by:

José Guillermo Frauendorf

5A43AE5CFDA04EC...

Jose Guilherme Frauendorf
LATAM Pressure Management Director
Emerson

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Guillermo Marván", is positioned above a horizontal line.

Guillermo Marván
LATAM Service Manager
Emerson

ANEXO 16: MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD



TERMODINAMICA
Ingeniería - Proyectos - Servicios

MANUAL


MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD

CODIGO: GQ-M-002

VERSIÓN Nº 00


ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Cargo: Coordinador SGC	Cargo: Coordinador SGC	Cargo: Gerente General
Fecha de elaboración: 04/07/24	Fecha de revisión: 04/07/24	Fecha de aprobación: 04/07/24

Cualquier impresión parcial o total del presente documento que no lleve el sello de copia controlada se considera como:
"Copia no Controlada"


	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 2 de 21	

CONTENIDO


GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES	5
1. AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD	6
1.1. Alcance.	6
1.2. Responsabilidad.	6
1.3. Gerente de General.....	6
1.4. Supervisor de Calidad.....	6
1.5. Ingeniero Proyectista	6
1.6. Supervisor de soldadura.....	6
1.7. Jefe de logistica	6
1.8. Supervisor de proyectos	7
2. ORGANIZACIÓN.....	8
2.1. Alcance.....	8
2.2. Responsabilidad	8
2.3. Diagrama Organizacional.....	8
3. PLANOS, CÁLCULOS DE DISEÑO Y CONTROL DE ESPECIFICACIONES	9
3.1. Alcance:	9
3.2. Responsabilidad	9
3.3. Planos y especificaciones:	9
3.4. Cálculos de Diseño.....	9
3.5. Revisiones de Código ASME.....	9
3.6. Control de Documentos	9
4. CONTROL DE MATERIAL	10
4.1. Alcance.....	10
4.2. Responsabilidad	10
4.3. Orden de Compra	10
4.4. Inspección de recepción.....	10
4.5. Almacenamiento	10
4.6. Documentos	11
5. PROGRAMA DE INSPECCION Y ENSAYO	12
5.1. Alcance.....	12
5.2. Responsabilidad	12
5.3. Preparación del pedido	12
5.4. Liberación del Material.....	12
5.5. Transferencia de Marcas.....	12
5.6. Identificación del material	13
5.7. Inspecciones.....	13
5.8. Prueba Final	13
6. CORRECCIÓN DE NO CONFORMIDADES	14

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 3 de 21	

6.1.	Alcance.....	14
6.2.	Responsabilidad	14
6.3.	No conformidades.....	14
6.4.	Informe de Disposición	14
7.	SOLDADURA.....	15
7.1.	Alcance.....	15
7.2.	Responsabilidad	15
7.3.	Distribución de Material de Soldadura.	15
7.4.	Especificación de procedimiento de soldadura / Calificación del desempeño del.....	15
7.5.	Documentos de Soldadura.....	16
7.6.	Recalificación	16
7.7.	Asignación y retiro de soldadores	16
7.8.	Soldadura de apuntalado	16
7.9.	Revisión de la Especificación del Procedimiento de Soldadura.....	16
7.10.	Expiración de calificaciones de los soldadores.....	16
8.	EXAMINACION NO DESTRUCTIVA	17
8.1.	Alcance.....	17
8.2.	Responsabilidad	17
8.3.	Documentación	17
8.4.	Examinador de Nivel III.....	17
8.5.	Recertificación.....	17
9.	TRATAMIENTO TERMICO	18
9.1.	Alcance.....	18
9.2.	Tratamiento Térmico	18
9.3.	Procedimientos	18
9.4.	Registros.....	18
9.5.	Revisión de Control de Calidad	18
9.6.	Equipos	18
10.	CALIBRACIÓN.....	19
10.1.	Alcance.....	19
10.2.	Responsabilidad	19
10.3.	Equipos	19
10.4.	Equipos de Examen No Destructivo	19
11.	RETENCIÓN DE REGISTROS	20
11.1.	Alcance.....	20
11.2.	Responsabilidad	20
11.3.	Registros	20
11.4.	Inspector Autorizado	20
11.5.	Numero de serie	20

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 4 de 21	

12.	INDICE -FORMATOS	21
12.1.	Alcance.....	21

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 5 de 21	

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES

TÉRMINOS:

ASME: Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos

Código: Incluye varias secciones como ASME Secciones I, II (Partes A, C y D), , V, VIII División 1, IX y NBIC

WPS: Especificación del Procedimiento de Soldadura

PQR: Registro de Calificación del Procedimiento

MTR: Reporte de Prueba de Material

SNT-TC-1A: Especificación de la Sociedad Americana de Ensayos No Destructivos

NBIC: Código de Inspección de la Junta Nacional

DEFINICIONES:


Orden de Trabajo de Ensamblaje: Documento que detalla la construcción según fue construida.

ITR: Informe de Inspección y Prueba - Detalla los requisitos de inspección y prueba y los puntos de retención del AI en la tienda.

ATR: Informe de Ensamblaje y Prueba - Documenta la construcción final y los puntos de retención del AI en el ensamblaje.

Representante de Calidad: Individuos que reportan directa o indirectamente al Supervisor de Calidad.

MIR: Reporte de Información de Material

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 6 de 21	

1. AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD

1.1. Alcance.

Esta sección cubre la interfaz y la responsabilidad de cada persona dentro de TERMODINAMISA S.A.

1.2. Responsabilidad.

La responsabilidad de esta sección recae en el Gerente de general de TERMODINAMICA S.A.

1.3. Gerente de General.

El Gerente de general de TERMODINAMICA S.A. es directamente responsable de la operación general de la planta de fabricación. El Gerente de General designará la responsabilidad a varios jefes de departamento y será el árbitro en cualquier conflicto entre Control de Calidad y Producción.

1.4. Supervisor de Calidad

El Supervisor de calidad tendrá la responsabilidad general de la implementación del Programa de Control de Calidad y trabajará en estrecha colaboración con todos los demás departamentos con el objetivo de producir artículos de calidad. El Supervisor de Calidad será responsable de la aprobación del Manual de Control de Calidad y sus revisiones. También es responsable de la preparación del Informe de prueba de inspección y el Informe de prueba de ensamblaje que son la base para el plan de calidad y producción. También es responsable de la inspección de control de calidad en el taller.

1.5. Ingeniero Proyectista


El Ingeniero Proyectista es responsable de la preparación de planos, cálculos de diseño, especificaciones y cambios posteriores.

1.6. Supervisor de soldadura

El supervisor de soldadura es responsable de la formación y aplicación de las especificaciones de los procedimientos de soldadura y reparación.

1.7. Jefe de logística

El jefe de logística es responsable de preparar la orden de compra y la compra de material Código ASME.


	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 7 de 21	

1.8. Supervisor de proyectos

El supervisor de proyectos es responsable de la fabricación de los componentes de caldera en el taller.

Las revisiones al Manual pueden ser solicitadas por cualquier persona o cliente. Todas las revisiones solicitadas recibirán la debida consideración. Esto no implica que todos los cambios serán realizados. Las revisiones al Manual serán realizadas por el Supervisor de calidad. Las revisiones serán enviadas al AI (Inspector Autorizado) para su revisión antes de que el Manual sea publicado o implementado.

La aprobación del Supervisor de calidad y la aceptación del AI serán indicadas con firma y fecha en el Índice. Se emitirá una nueva revisión para el Manual completo cuando sea modificado. Las últimas revisiones al Manual serán indicadas por texto en cursiva (también en azul cuando esté en color) que ha sido añadido y una línea vertical en el margen cuando el texto ha sido revisado, y se indicará el texto eliminado.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 8 de 21	

2. ORGANIZACIÓN

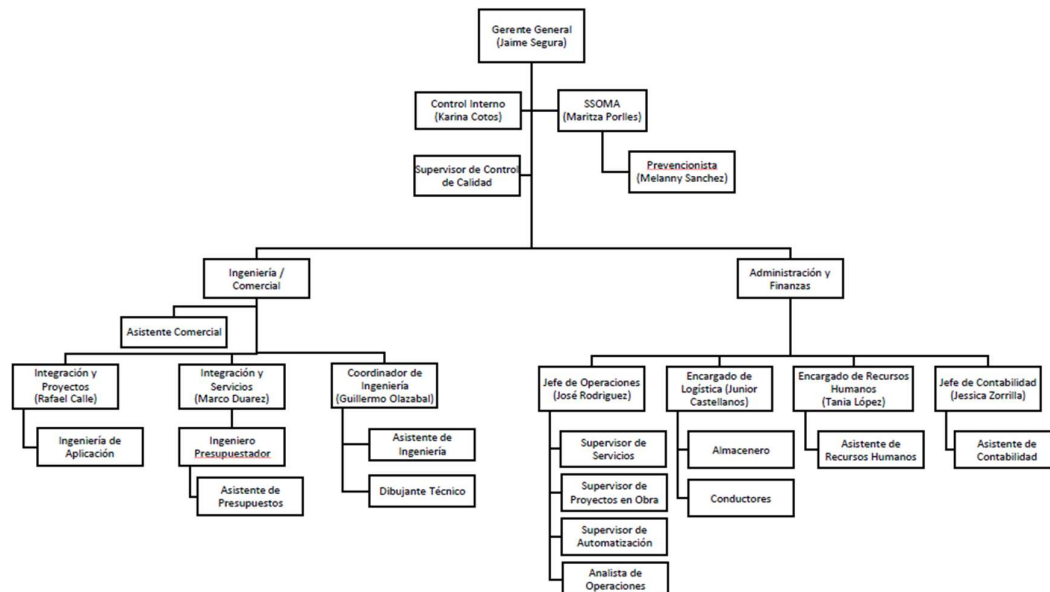
2.1. Alcance


Esta sección cubre la organización TERMODINAMICA S.A. También establece la línea de comunicaciones y muestra cómo se relacionan los departamentos entre sí en el procesamiento del Trabajo de la Sección I. Las relaciones de reporte mostradas aquí tienen prioridad sobre otros organigramas internos de la organización al tratar con el Trabajo de la Sección I.

2.2. Responsabilidad

El Gerente de General de TERMODINAMICA S.A., es quien delega la responsabilidad y en última instancia todos le responden a él. En los casos donde se identifica a los gerentes como responsables de una actividad, pueden delegar la ejecución de la actividad a otros en la organización. Cuando las actividades ocurren fuera de los límites administrativos de las TERMODINAMICA S.A., el Gerente de General, aún mantiene la responsabilidad funcional.

2.3. Diagrama Organizacional



	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 9 de 21	

3. PLANOS, CÁLCULOS DE DISEÑO Y CONTROL DE ESPECIFICACIONES

3.1. Alcance:

Esta sección se ocupa de la generación, revisión, aprobación, distribución y revisiones de dibujos, cálculos de diseño y especificaciones. Esta sección cubre la relación con el Código ASME para cada uno de estos elementos.

3.2. Responsabilidad

Es responsabilidad del Ingeniero de Proyecto generar, revisar, aprobar y distribuir estos documentos.

3.3. Planos y especificaciones:

Los planos y especificaciones serán proporcionados por TERMODINAMICA S.A. o por el cliente. El Ingeniero de Proyecto será responsable de la revisión final del Plano/ especificación para el cumplimiento del Código ASME. Esto puede incluir:

- a. Criterios de diseño
- b. Número de dibujo y parte
- c. Material (especificación y grado), tamaño
- d. WPS (Procedimiento de Soldadura Especificado) y detalles de la junta
- e. Ensayos No Destructivos (NDE)
- f. Tratamiento Térmico post soldadura (PWHT)
- g. Dimensiones

Es responsabilidad del Ingeniero de Proyectos asegurarse de que los dibujos y especificaciones estén disponibles para quien lo requiera.

3.4. Cálculos de Diseño


Los cálculos de diseño serán generados por TERMODINAMICA S.A. Será responsabilidad del Ingeniero de Proyecto revisar y aprobar estos cálculos de diseño para el cumplimiento del Código ASME.

3.5. Revisiones de Código ASME

Las nuevas ediciones del Código ASME serán revisadas por el Ingeniero de Producto, quien será responsable de cualquier cambio en el diseño y/o recálculos requeridos por cualquier Revisión del Código y su incorporación en los dibujos y procesos de fabricación. Los cambios se realizarán antes de la fecha obligatoria de la edición.

3.6. Control de Documentos

Los planos y especificaciones son documentos controlados; los cambios se realizan a través del sistema de Aviso de Solicitud de Cambio de Ingeniería. Los Cálculos de Diseño son revisados para cada nueva edición y revisados cuando sea requerido por el Código. Estos están controlados por revisión.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 10 de 21	

4. CONTROL DE MATERIAL

4.1. Alcance

Esta sección cubre el pedido, recepción y almacenamiento de material conforme al Código ASME. El material conforme al Código ASME incluye también el material de soldadura.

4.2. Responsabilidad

El pedido de material será responsabilidad del jefe de logística. La inspección de recepción será responsabilidad del Supervisor de calidad y el almacenamiento físico será responsabilidad del jefe de logística.

4.3. Orden de Compra


El jefe de logística generará la Orden de Compra basada en el código interno de 11 dígitos. Todo material que retenga presión se pedirá según especificaciones SA o SFA, o según otras especificaciones permitidas por el Código ASME. Se deberán especificar Informes de Pruebas de Material o Certificados de Cumplimiento para todo material conforme al Código ASME. Todas las formas de producto deberán estar marcadas según lo requiera la Sección II del Código ASME y el Código de Construcción ASME. Las sustituciones de material solo se permiten con la aprobación documentada del Ingeniero de Proyectos y del AI.

4.4. Inspección de recepción.

El supervisor de calidad verifica que las dimensiones y las marcas requeridas correspondan a las especificaciones de los Dibujos, la Orden de Trabajo de Ensamblaje y, cuando corresponda, a los MTR (Material Test Report). Cuando se determina que todo el material para un pedido cumple con los dibujos y la Orden de Trabajo de Ensamblaje, y los MTR, el supervisor de calidad deberá documentar la finalización de la inspección en el Informe de Inspección y Prueba y completar el Informe de Información del Material según sea necesario. Todo material no conforme se segregará y procesará según las secciones 6.3 y 6.4 de este manual. Los MTR son verificados por el Supervisor de calidad conforme a las Partes A, C y D de la Sección II del Código ASME. El MTR será verificado con los criterios de especificación de material para determinar que se han cumplido todos los requisitos físicos, químicos y de pruebas requeridos según la especificación de material. Si el MTR y el ITR son aceptables, el supervisor de Calidad los sellará.


4.5. Almacenamiento

El material conforme al Código ASME en el taller se almacenará en el área de fabricación y se identificará fácilmente como material conforme al Código mediante un sticker color verde. Los materiales de soldadura se almacenarán en un área limpia y seca bajo el control del Supervisor de proyectos.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 11 de 21	

4.6. Documentos

Todos los documentos para el material conforme al Código ASME estarán disponibles para el Inspector Autorizado

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 12 de 21	

5. PROGRAMA DE INSPECCION Y ENSAYO

5.1. Alcance

Esta sección abarca la inspección de recepción, el programa de inspección en proceso, el sellado y los Informes de Datos del Fabricante.

5.2. Responsabilidad

El movimiento del material dentro del taller será responsabilidad del Supervisor de Proyectos. El programa de inspección estará bajo la responsabilidad del Supervisor de calidad.

5.3. Preparación del pedido


Antes de iniciar un trabajo, el Supervisor de Calidad preparará un Informe de Inspección y Prueba y un Informe de Prueba de Ensamblaje. El Informe de Inspección y Prueba (ITR) detalla los principales pasos de fabricación, inspección y prueba del componente en construcción. Este documento se utilizará para registrar información específica relacionada con soldadura, tratamiento térmico, ensayos no destructivos, pruebas e inspecciones. El Informe de Prueba de Ensamblaje (ATR) se emplea para describir y registrar información específica relacionada con los resultados de cualquier prueba funcional adicional. El QC presentará el ITR al AI antes de iniciar la fabricación para su revisión e inclusión de "puntos de retención" de inspección. El ATR será presentado al AI una vez que se hayan completado las operaciones de ensamblaje.

5.4. Liberación del Material

El Supervisor de proyectos solo liberará material para producción que haya sido aprobado mediante la inspección de recepción. Además, el Supervisor de proyectos completará la Tarjeta de Orden de Soldadura, utilizada para documentar información relacionada con la soldadura. La aceptación de la soldadura por parte del Supervisor de calidad se confirma su firma en la Tarjeta de Orden de Soldadura.

5.5. Transferencia de Marcas

Al cortar planchas o tubos, se transferirán los números de identificación del material para preservar la identidad del material conforme al Código ASME. Esta transferencia de números se realizará antes de cortar la placa; no obstante, al cortar tubos en longitudes más cortas, los números podrán estamparse inmediatamente después de retirar estas piezas. Como alternativa, el número de lote del material y el número de serie de la pieza podrán marcarse en el material como parte de un sistema de marcado codificado. Además, todos los números de lote del material se registrarán en el ITR y la tarjeta de orden de soldadura. Para el material de retención de presión pequeño, donde marcar físicamente la parte no sea práctico, el material con el mismo número de lote se colocará en un contenedor identificado con el número de lote único y la identificación del material.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 13 de 21	

5.6. Identificación del material


Todo el material de límite de presión utilizado en el componente de la caldera se registrará en el ATR/MIR. El ATR contendrá una descripción completa del componente de la caldera, incluyendo la fecha de inspección preliminar y final, la documentación del MTR, WPS, la revisión de inspección END, los resultados de la prueba hidrostática, el tratamiento térmico posterior a la soldadura y la aprobación para los puntos de control.

5.7. Inspecciones

Todas las inspecciones requeridas en el ITR y ATR serán realizadas por el Control de Calidad y debidamente documentadas.

5.8. Prueba Final

La inspección final y la prueba hidrostática serán presenciadas por el Supervisor de calidad de la empresa y el AI. El rango de los medidores de presión será verificado por el Supervisor proyectos. Se prefiere que los medidores de presión con dial tengan graduaciones sobre todo su rango, aproximadamente el doble de la presión máxima de prueba prevista; en ningún caso el rango deberá ser menor a 1 ½ veces esa presión. El espaciado entre las graduaciones debe ser suficiente para que el AI y el operador que controle la prueba puedan determinar cuándo se ha aplicado la presión de prueba requerida. Se podrán utilizar medidores de presión digitales con un rango más amplio de lecturas de presión, siempre que proporcionen el mismo o mayor grado de precisión que los medidores de presión con dial.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 14 de 21	

6. CORRECCIÓN DE NO CONFORMIDADES

6.1. Alcance

Esta sección cubrirá el procedimiento a seguir en la corrección de no conformidades. Las no conformidades pueden encontrarse durante la inspección de recepción o durante la fabricación y las pruebas finales. Una no conformidad es cualquier condición que no cumple con los requisitos del Código ASME, o con el NBIC para reparaciones, las especificaciones del trabajo o las normas de este manual.

6.2. Responsabilidad

Cualquier persona puede identificar un no conformidad y deberá notificar al Supervisor de calidad para marcar el componente con una Etiqueta de Retención de No Conformidad. Un Representante de Calidad deberá redactar un Informe de Disposición. La resolución/disposición de las no conformidades es responsabilidad del Supervisor de Calidad. El Ingeniero de Proyectos, Supervisor de Proyectos, Supervisor de Soldadura, AI, Comprador o cliente deberá ser consultado según sea necesario para problemas relacionados con la desviación. Las no conformidades pueden resolverse de las siguientes maneras:

1. Reparación (soldadura)
2. Uso tal como está
3. Devolución al proveedor
4. Uso no conforme
5. Desecho


El Supervisor de proyectos o su designado asignará un WPS calificado para todas las reparaciones soldadas.

6.3. No conformidades

Las resoluciones/disposiciones de reparación o uso tal como está siempre requerirán la aceptación del AI antes de la implementación de la resolución. La resolución de uso tal como está requerirá la aprobación del Ingeniero de proyecto. Todas las resoluciones de uso tal como está deberán cumplir con los requisitos del Código. Una vez que el componente sea inspeccionado y se determine que cumple con las especificaciones, la Etiqueta de No Conformidad se eliminará del artículo al momento de la resolución/disposición. El Informe de Disposición será revisado y firmado indicando la aceptación de la resolución/disposición y se han tomado las acciones completas.

6.4. Informe de Disposición

Un Informe de Disposición (Exhibición 3) será generado por un Representante de Calidad y deberá ser documentado y firmado como se muestra en el Informe de Disposición. El número de no conformidad se registrará en el ITR.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 15 de 21	

7. SOLDADURA

7.1. Alcance

Esta sección abordará el Procedimiento de Soldadura (WPS), Registro de calificación de procedimiento (PQR), Registro de calificación de soldador (WPQR), distribución de material de soldadura y control de los procesos de soldadura. Toda soldadura deberá cumplir con los requisitos de la Sección I e IX según corresponda.

7.2. Responsabilidad


Todos los procedimientos de soldadura serán responsabilidad del Gerente de Soldadura. La calificación de los procedimientos y soldadores será responsabilidad del supervisor de calidad y del supervisor de Soldadura. El Supervisor de proyectos será responsable de la instrucción y supervisión de los soldadores calificados. El Supervisor de proyecto controlará la distribución del material de soldadura y las soldaduras en proceso. La inspección final de las soldaduras será realizada por el supervisor de calidad.

7.3. Distribución de Material de Soldadura.

El material de soldadura se recibirá según Para. 4.4, se almacenará en un área limpia y seca, y será emitido y devuelto por el Supervisor de Proyecto. El Supervisor de Proyecto determinará los materiales de soldadura apropiados a emitir basándose en los requisitos de la Especificación de Procedimiento de Soldadura indicada en la ITR para cada orden de código. Él emitirá material para cada operación de soldadura notando el control de lote y/o número de calor, fabricante y tamaño en una Tarjeta de Orden de Soldadura. El Supervisor de proyecto, y el supervisor de calidad firmarán y fecharán la Tarjeta de Orden de Soldadura. El alambre y electrodos no aceptables se desechan.

7.4. Especificación de procedimiento de soldadura / Calificación del desempeño del

El Supervisor de Soldadura será responsable de la formación y aplicación de las especificaciones de procedimiento de soldadura y reparación. El PQR será realizado por el Supervisor de Soldadura y documentado en formularios que contienen toda la información requerida en el formulario ASME. El Supervisor de proyecto será responsable de la calificación de los soldadores. A cada soldador se le asignará un símbolo único de identificación tras completar con éxito su certificación. El Supervisor de proyectos creará un registro mensual mostrando el desempeño de cada soldador para un proceso con el propósito de documentar la calificación del soldador. Este registro se presentará mensualmente al Supervisor de Soldadura. El Registro de Soldadores será actualizado cada seis meses por el Supervisor de Soldadura. El Supervisor de proyectos será responsable de la asignación de los soldadores. Cada soldadura de fabricación será identificada por el símbolo único de los soldadores, el cual será estampado en intervalos de no más de tres pies de soldadura. Todos los soldadores y procedimientos de soldadura por escrito serán calificados de acuerdo

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 16 de 21	

con la Sección IX y las secciones aplicables del Código ASME.

7.5. Documentos de Soldadura

Todos los documentos de soldadura serán mantenidos en archivo por el Supervisor de Soldadura y las copias de la WPS estarán accesibles en el área de trabajo de cada soldador. El Supervisor de Soldadura será responsable de certificar, mantener y documentar el PQR y WPQR.

7.6. Recalificación

El AI puede solicitar la recalificación de un soldador o WPS. Se requerirá la recalificación de los soldadores para cambios en las variables esenciales de rendimiento.

7.7. Asignación y retiro de soldadores

A discreción del Supervisor de proyectos, el personal de soldadura puede ser reasignado o removido de su posición sin la participación de ninguna otra organización.

7.8. Soldadura de apuntalado


Quando las soldaduras de apuntalado se dejan en su lugar, se eliminará el exceso de material de soldadura para permitir que las soldaduras de apuntalado se incorporen en el pase de raíz. Todas las soldaduras de apuntalado se realizarán según un procedimiento calificado por un soldador calificado. Antes de la incorporación, el soldador inspeccionará visualmente las soldaduras de apuntalado de acuerdo con el procedimiento. Si se encuentra alguna discontinuidad, se deberá eliminar la soldadura de apuntalado.

7.9. Revisión de la Especificación del Procedimiento de Soldadura

Los cambios en las variables esenciales requerirán un nuevo Registro de Calificación de Procedimiento (PQR). Los cambios en las variables no esenciales requerirán una revisión de la Especificación del Procedimiento de Soldadura.

7.10. Expiración de calificaciones de los soldadores

Quando un soldador no haya realizado soldaduras con un proceso durante un período de seis meses o más, sus calificaciones para ese proceso expirarán.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 17 de 21	

8. EXAMINACION NO DESTRUCTIVA

8.1. Alcance

Esta sección abarcará los requisitos para el examen no destructivo y la documentación de los resultados del personal de NDE según lo requerido para el cumplimiento del Código ASME, de acuerdo con la última edición aceptada de SNT-TC-1A.

8.2. Responsabilidad

Los procedimientos de examen no destructivo, las calificaciones y la realización de los exámenes serán responsabilidad del Supervisor de calidad y del personal de Nivel III de END.

Es responsabilidad del Ingeniero de proyectos designar los requisitos de examen no destructivo para los componentes individuales de la caldera. Todos los exámenes no destructivos serán realizados por examinadores calificados de Nivel II o Nivel III, con la excepción de los exámenes visuales requeridos por ASME B31.1. Para los exámenes visuales según ASME B31.1, el personal será calificado de acuerdo un procedimiento escrito.

Todos los procedimientos de END son aprobados por el Nivel III de END y el Supervisor de calidad. El Nivel III de END será responsable de certificar a todo el personal de END.

8.3. Documentación


Los resultados del examen no destructivo se documentarán según se describe en el procedimiento de END. Para RT, los resultados se documentarán en una Hoja del Lector. La hoja del lector se incorporará con el sobre de almacenamiento de la radiografía. El técnico de examen no destructivo firmará y fechará la hoja del lector e incluirá los datos solicitados. Los documentos pertinentes y las radiografías estarán disponibles para el AI para su revisión.

8.4. Examinador de Nivel III

De acuerdo con la práctica escrita de TERMODINAMICA S.A., un examinador de Nivel III de END debe estar calificado. Fisher Controls puede subcontratar el NDE a un subcontratista calificado de NDE. El QM es responsable de revisar la práctica escrita y los procedimientos de los subcontratistas.

8.5. Recertificación

Cada examinador de END será recertificado de acuerdo con la práctica escrita del subcontratista.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 18 de 21	

9. TRATAMIENTO TERMICO

9.1. Alcance

Esta sección abarcará los procedimientos de tratamiento térmico y los registros cuando dicho tratamiento sea requerido por el Código ASME.

9.2. Tratamiento Térmico

El tratamiento térmico será responsabilidad del Supervisor de Soldadura y del Supervisor de proyecto.

9.3. Procedimientos

Los procedimientos de tratamiento térmico serán elaborados por el Supervisor de Soldadura y aprobados por el Supervisor de calidad. Los procedimientos cumplirán con el Código ASME. Las termocuplas se conectarán de acuerdo con un procedimiento aprobado.

9.4. Registros.


La empresa proporcionará registros, como se indica en el ITR, y los gráficos de tiempo y temperatura. Los gráficos de tiempo y temperatura y la sección de informe del ITR serán firmados y fechados por el operador y el Supervisor de calidad.

9.5. Revisión de Control de Calidad

Todos los registros de tratamiento térmico serán revisados por el Supervisor de calidad. El Supervisor de calidad pondrá los registros de tratamiento térmico a disposición del AI para su revisión.

9.6. Equipos

La calibración del equipo relacionado con el tratamiento térmico es responsabilidad del Supervisor de proyectos. La calibración se realizará anualmente. El Supervisor de calidad verificará los registros de calibración. La calibración del horno y el controlador se documentará.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 19 de 21	

10. CALIBRACIÓN

10.1. Alcance

Esta sección cubrirá el programa de calibración de equipos de medición y prueba.

10.2. Responsabilidad

El supervisor de calidad será responsable de este programa


10.3. Equipos

Los equipos de TERMODINAMICA S.A. que deben ser calibrados incluirán los manómetros utilizados para las pruebas hidrostáticas finales, los micrómetros y la instrumentación de registro de temperatura en el horno de tratamiento térmico posterior a la soldadura.

10.4. Equipos de Examen No Destructivo

El Supervisor de Calidad y el END nivel III son responsables de calibrar el equipo de END antes de la fecha de vencimiento de la calibración.

La calibración del equipo de END se realizará de acuerdo con procedimientos documentados.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 20 de 21	

11. RETENCIÓN DE REGISTROS

11.1. Alcance

Esta sección cubrirá la retención de registros para la documentación del taller de calderas.

11.2. Responsabilidad

El Supervisor de calidad será responsable de la retención de registros.

11.3. Registros


Los Informes de Datos del Fabricante se conservarán un mínimo de cinco (5) años. Las películas radiográficas requeridas por el código y las hojas de interpretación se conservarán durante un período de cinco (5) años. Todos los demás registros se conservarán durante un período de tiempo determinado por la Empresa y en un lugar designado por la Empresa.

11.4. Inspector Autorizado

En el momento de la firma de los Informes de Datos del Fabricante, todos los documentos requeridos por el AI estarán disponibles para él.

11.5. Numero de serie

El numero de serie asignado a cada componente de la caldera se utilizará en todos los documentos relevantes específicos para ese ítem. El Supervisor de Calidad es responsable de asegurar que todos los requisitos estén identificados para cada unidad de número de serie.

	MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD		TERMODINAMICA
	Código: GQ-M-002	Versión: 00	
	Fecha de elaboración: 04/07/24	Página: 21 de 21	

12. INDICE -FORMATOS

12.1. Alcance

Esta sección describirá los formatos de muestra utilizados en la documentación de la fabricación e inspección de componentes de calderas. Algunos formato utilizados en este manual de calidad también se emplean en otros Programas de Calidad. Donde se haga referencia a ANI en formularios específicos, el AI utilizará ese espacio para actividades de la Sección I de ASME.

Formato 1. Tratamiento térmico

Formato 2. ITR (Informe de Trazabilidad de Registros)

Formato 3. Informe de Disposición

Formato 4. Orden de Trabajo de Ensamblaje

Formato 5. Orden de Compra

Formato 6. Tarjeta de Orden de Soldadura

Formato 7. ATR (Informe de Trazabilidad de Ensamblaje)

Formato 8. Informe de Información de Material

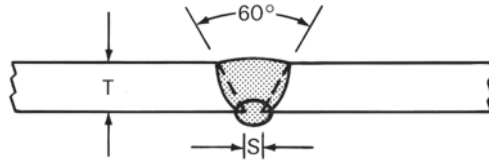
Formato 9. Información de Placa de Identificación

Formato 10. Etiqueta de Retención por No Conformidad

Formato 11. Registro de Soldadores

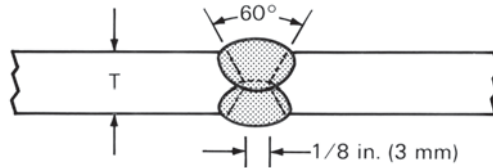
ANEXO 17 :ERRORES HALLADOS EN EL WH

Table 8.5
Volume and Weight of Single-V-Groove Butt Joints in Carbon Steel with a Back Weld



Joint Dimensions				Deposited Metal				Oversize Weld Factor	Fillet Weld Size Equivalent
Thickness, T		Root Opening Size, S		Volume		Weight			
in.	mm	in.	mm	in. ³ /ft	mm ³ /mm	lb/ft	kg/m	%	in.
1/4	6	1/16	2	0.81	43.5	0.23	0.34	27	0.125
5/16	8	3/32	2	1.2	64.5	0.35	0.52	7	0.125
3/8	10	1/8	3	2.0	10.8	108	0.57	0.85	0.250
1/2	13	1/8	3	3.5	18.8	188	1.0	1.5	0.375
5/8	16	1/8	3	4.8	25.8	258	1.4	2.1	0.375
3/4	19	1/8	3	5.7	30.6	306	1.6	2.4	0.3125
1	25	1/8	3	10.0	53.8	538	2.8	4.2	0.500

Table 8.6
Volume and Weight of Double-V-Groove Joints in Carbon Steel



Joint Dimensions			Deposited Metal			
Thickness, T		Volume		Weight		
in.	mm	in. ³ /ft	mm ³ /mm	lb/ft	kg/m	
5/8	16	3.0	160	0.86	1.3	
3/4	19	3.9	210	1.1	1.6	
1	25	6.0	320	1.7	2.5	
1-1/4	32	8.5	460	2.4	3.6	
1-1/2	38	11.5	620	3.3	4.9	
1-3/4	44	14.9	800	4.2	6.2	
2	50	18.8	1000	5.3	7.9	
2-1/4	57	23.0	1240	6.5	9.7	
2-1/2	64	27.8	1500	7.9	11.8	
3	75	38.5	2070	10.9	16.2	

Note: Primary and secondary weld volumes for deposit weld metal are based on the geometry of the joint; there is not an allowance for weld face reinforcement.

Table 8.18
Equations Used to Estimate the Direct Costs of Arc Welding

Cost	Equation
Gas cost per unit weight of deposited metal, \$/lb (\$/kg)	$Cost_{\text{Gas}} = \frac{G \times F}{D}$ (1)
Power cost per unit weight of deposited metal, \$/lb (\$/kg)	$Cost_{\text{Power}} = \frac{P \times V \times A}{1000 \times D}$ (2)
Cost of materials per unit weight of deposited metal, \$/lb (\$/kg)	$Cost_{\text{Materials}} = \frac{M}{E}$ (3)
Labor rate per unit weight of deposited metal, \$/lb (\$/kg)	$Cost_{\text{Labor}} = \frac{L \times K}{D \times 100}$ (4)
Overhead cost per unit weight of deposited metal, \$/lb (\$/kg)	$Cost_{\text{Overhead}} = \frac{O}{D \times \left(\frac{K}{100}\right)}$ (5)
Total cost of weld per unit weight of deposited metal \$/lb (\$/kg)	$Cost_{\text{Weld per unit length of deposited metal}} =$ Sum of Eqs. (1) through (5) (6)
Total cost of weld per unit length of joint, \$/ft (\$/m)	$Cost_{\text{Weld per unit length of joint}} =$ $Cost_{\text{Weld per unit length of deposited metal}} \times S \times C$ (7)
Total cost of weld, \$	$Total Cost_{\text{Weld}} =$ $Cost_{\text{Weld per unit length of deposited metal}} \times W, \text{ or } (7) \times N$ (8)
Total welding time, T (h)	$T = \frac{W}{(D \times K)}$ (9)
Total weight of weld metal, W (lb [kg])	$W = S \times N \times C$ (10)
Welding time per unit length for a specific joint, T_{Joint}	$T_{\text{Joint}} = W + (D \times K)$ (11)
	Electrode or wire (lb [kg]) = $\frac{W}{E}$ (12)
Total consumables required	SAW flux (lb [kg]) = $\frac{1.5 W}{E}$ (13)
	Gas (ft ³ [m ³]) = $\frac{(F \times T)}{E}$ (14)

Key:

- A = Amperes
- C = Specific gravity of metal, lb/in.³ (kg/m³)
- D = Deposition rate, lb/h (kg/h)
- F = Flow rate, cubic feet per hour (ft³/h) (cubic meters per hour [m³/h])
- G = Unit cost of gas or flux by volume, \$/ft³ (\$/mm³)
- E = Deposition efficiency, %
- K = Operator factor, %
- L = Labor rate, dollars (or other currency) per hour (\$/h)
- M = Cost of materials, \$/lb (\$/kg)
- N = Length of specified weld, in. (mm)
- O = Overhead rate, \$/h
- P = Power cost (\$/kWh)
- W = Total weight of weld metal, * lb/ft (kg/m) **lb(kg)**
- S = Cross-sectional area of weld joint, in.² (mm²)
- T = Total welding time, h
- V = Volts

* Steel weighs 0.283 lb/in.³ (7.8×10^{-6} kg/mm³)



SINGHYDRO

PROYECTO:

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD RESOLUTIVA DEL HOSPITAL DE CANGALLO, PROVINCIA DE CANGALLO- AYACUCHO



MANUAL DE INSTALACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP

Documento:

23VPID001-MMSIN002-A

Revisión:

A

Página:



1 de 42

A	Manual de Operación y mantenimiento de Caldera Pirotubular de 60.0 BHP	25/02/2023	Lenin Olazabal	Lenin Olazabal	Jaime Segura
Rev.	Descripción	Fecha	Elaboró	Revisó	Aprobó

Lista de Revisiones

© TERMODINAMICA S.A. Este documento y la información contenida en él son propiedad de TERMODINAMICA S.A. y no pueden ser difundidas sin aprobación previa.

Termodinamica S.A. – Jr. Víctor Reynel 1045 - Lima – Perú

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A



PRESENTACIÓN

¡ ATENCIÓN ¡

- Antes de encender la caldera, verificar el parámetro de presión, si se excede la presión de diseño, se corre el riesgo de explosión.
- Este equipo ha sido concebido y diseñado para la generación de vapor saturado **CUALQUIER OTRO USO** distinto al descrito sin autorización escrita del fabricante, se considera contraindicación de uso.
- Este equipo cuenta con la Garantía de Termodinamica S.A, especificada en la oferta y/o Orden de Compra.
- Este equipo ha sido diseñado para uso exclusivo de agua blanda, el uso probado de otro fluido sin la autorización escrita del fabricante, es consecuente de la **PERDIDA DE GARANTÍA.**
- Este equipo debe ser conectado a un sistema de vapor y debe TRABAJAR DENTRO de su performance y límites de salida.
- LIMPIAR periódicamente el equipo, con lo cual se evitará el desperfecto de las partes electrónicas y controles de presión, por lo que aumentará el rendimiento y se alargará la vida del mismo.
- Se recomienda el uso de un cuaderno de control, en el cual se llevará el seguimiento diario de parámetros tales como presión, consumo de combustible, purgas, etc.
- En caso de periodos largos de no utilización de la caldera, es necesario **PROTEGERLA** rigurosamente frente a humedades y variaciones ambientales de temperatura.
- **OBSERVAR** los consejos de tratamiento de uso del equipo.
- Cualquier negligencia demostrada en el uso de este equipo puede ser causa de la **PÉRDIDA DE LA GARANTÍA.**
- El fabricante no acepta ninguna responsabilidad por daño causado por una incorrecta instalación o uso del equipo. Las instrucciones del fabricante deben ser totalmente seguidas.
- Cualquier copia o reproducción de los manuales de instrucciones de este equipo está estrictamente prohibido sin la **AUTORIZACIÓN ESCRITA** de TERMODINAMICA S.A

1.1. ESTRUCTURA

Para facilitar su uso este manual ha sido dividido en capítulos relacionados a las siguientes áreas generales:

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

- Capitulo 1 : Presentación.
- Capitulo 2 : Seguridad.
- Capitulo 3 : Descripción del equipo.
- Capitulo 4 : Localización e instalación del equipo
- Capitulo 5 : Manual de operación.
- Capitulo 6 : Manual de mantenimiento.
- Capitulo 7 : Planos eléctricos.
- Capitulo 8 : Lista de partes.

1.2. INFORMACIÓN GENERAL

Introducción

Este manual es una parte esencial del producto y debe ser consignado para su uso. Estas instrucciones deben ser cuidadosamente leídas ya que proveen importante información acerca de las normas de seguridad para la instalación, uso y mantenimiento.

Este manual debe ser guardado en un lugar seguro, para futuras consultas.

Instalación

La instalación de la caldera y los accesorios relacionados con el sistema de vapor debe cumplir con las normas vigentes de seguridad requeridas legalmente.

La instalación y la puesta en marcha de la caldera y su sistema de vapor debe ser realizado por personal técnico autorizado.

Personal técnico autorizado es alguien con habilidades técnicas específicas en el sector de componentes de sistemas de vapor industriales y producción de agua caliente y en particular Centros de Servicios autorizados por el fabricante.



Regulaciones

La instalación debe ser de acuerdo con las regulaciones vigentes del país con respecto a la sala de calderas, dispositivos de seguridad, chimenea, líneas de suministro de combustible, instalación eléctrica y cualquier otro requerimiento de local importante.

1.3. CONVENCIONES Y SIMBOLOS USADOS EN ESTE MANUAL

1.3.1. CUIDADOS, ADVERTENCIAS Y NOTAS

Cuidados, advertencias y notas son usadas en este manual para proveer información críticao importante al personal de operación y mantenimiento, quienes serán responsables del equipo. Esta información está encerrada dentro de una caja para atraer la atención del lector.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

CUIDADO están provistos con instrucciones o procedimientos para alertar al personal que, de no seguir un procedimiento, operación o práctica prescrita, puede resultar en daño personal o muerte. Cuidados aparece dentro de una caja negra con letras blancas como se muestra a continuación.

CUIDADO: Un típico mensaje de cuidado aparece de esta forma.

Note que la información general de seguridad mostrada en el capítulo 2 puede también proveer información de seguridad a este nivel, pero puede no aparecer de la misma forma que el ejemplo mostrado arriba. Todo el personal manual, de operación y mantenimiento de este equipo debe obligatoriamente leer el capítulo 2, Seguridad.

ADVERTENCIA están provistos con instrucciones o procedimientos para alertar al personal, que de no seguir estrictamente una práctica o procedimiento de operación recomendado, puede resultar en daño del equipo o injuria personal. Las advertencias aparecen dentro de una caja en letras negras como se muestra a continuación.

ADVERTENCIA: Un típico mensaje de advertencia aparece de esta forma.

NOTAS provee importante información adicional relacionada al procedimiento inmediato o tópico que esta siendo discutido. Notas aparece dentro de una caja en letra cursiva.

***NOTA:** Una típica nota aparece de esta forma.*

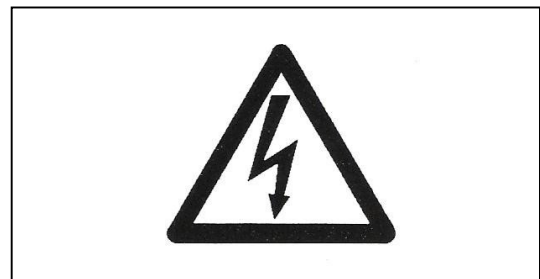
1.3.2. **SIMBOLOS**



Adicionalmente a los cuidados y advertencias en texto, este manual también emplea símbolos gráficos para identificar o enfocar la atención del operador sobre cualquier condición peligrosa de operación o procedimiento de mantenimiento que pudieran causar daño corporal, daño al medio ambiente o daño al equipo.

¡CUIDADO!

PELIGRO DE FULGURACIÓN

Señala al personal interesado que, de no realizar la operación descrita cumpliendo con las normas de seguridad, puede correr el riesgo de sufrir un shock eléctrico.



	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

¡CUIDADO!

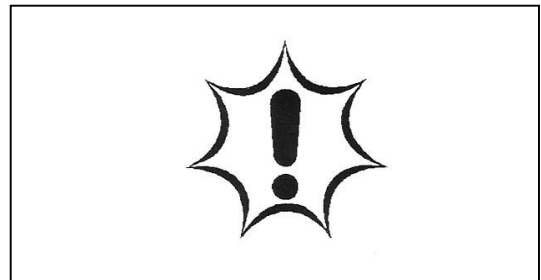
PELIGRO GENÉRICO

Señala al personal interesado que, de no realizarse la operación descrita cumpliendo con las normas de seguridad, puede correr el riesgo de sufrir daños físicos.





ADVERTENCIAS

Facilita al personal interesado informaciones cuyo contenido, de no ser respectado, puede causar heridas leves a las personas o daños a la máquina.




1.4. INFORMACIÓN PARA LA IDENTIFICACION DE LA CALDERA

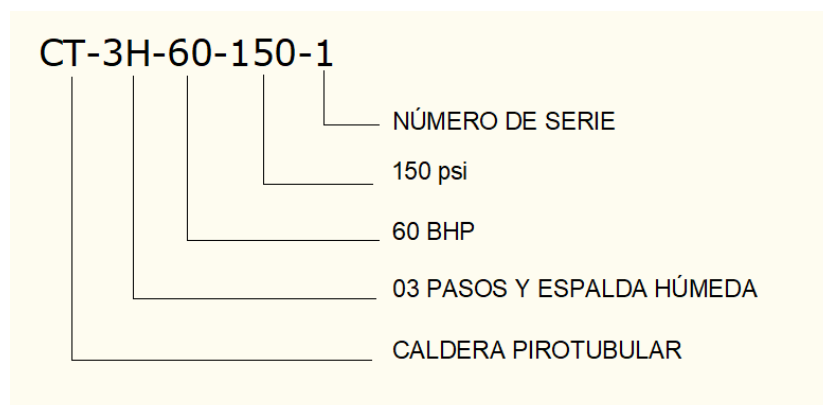
El presente manual de instrucciones sirve para la máquina “CALDERA PIROTUBULAR HORIZONTAL ESPALDA HUMEDA MARCA TERMODINAMICA MODELO CT-3M-60-150-1



	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

IDENTIFICACION DE PLACA

EQUIPO:	CALDERO PIROTUBULAR HORIZONTAL DE ESPALDA HUMEDA		
N° DE SERIE	CT-3H-60-150-1	TIPO	PIROTUBULAR
COD CONSTRUCCION	ASME BPVC SECCION I	PRESIÓN DE DISEÑO	150.0 Psig
POTENCIA	60.0 BHP	PRESIÓN DE PRUEBA	225.0 Psig
SUP. CALEFACCION	300 ft2	PRESION DE OPERACION	100.0 Psig
PRODUCCION DE VAPOR @212°F	939.0 Kg/Hr	DIAMETRO	Ø1.45 Mtrs
CAPACIDAD CALORIFICA	2008 MBtu/Hr	LONGITUD	3.0 Mtrs
AÑO DE FABRICACION	NOVIEMBRE - 2022	ALTURA	1.95 Mtrs
DATOS DE COMBUSTIBLE (DUAL)			
COMBUSTIBLE	GLP	COMBUSTIBLE	BIODIESEL B5
CONSUMO DE GAS (MAXIMO)	2500 MBTU/Hr	CONSUMO DE DIESEL (MAXIMO)	17.9 GPH
DATOS ELECTRICOS			
FUERZA	380V / 3 PH / 60 Hz		
CONTROLES	120 V / 1 PH / 60 Hz		
 Telf: 336-6850 Fax: 336-6801 E-mail: clientes@termodinamica.com.pe Pag. Web: www.termodinamica.com.pe			

IDENTIFICACION DE MODELO:



	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

PRESION DE DISEÑO:

Las Calderas Termodinámica son diseñadas con presiones normalizadas de 150 y 300 Psi.

CABALLAJE:

Las potencias en BHP (Boiler Horse Power) en este caso es 60 BHP, equivalente a producir 939 Kg/hr devapor en condiciones de 1 atmosfera @ 212°F

PASOS:

Son los pasos que los gases realizan a través de la caldera, en este caso 3 pasos.

POSICION:

Indica la posición del eje longitudinal de la caldera por tanto puede ser horizontal o vertical, en este caso horizontal.

TIPO DE ESPALDA:

Indica en tipo de recubrimiento de la cámara de gases.

Espalda Seca: La cámara de gases está rodeada de refractario.

Espalda Húmeda: La cámara de gases está rodeada de agua.

1.1. INFORMACIÓN PARA LA ASISTENCIA TÉCNICA

Para cualquier información técnica o de asistencia, dirijase a la oficina de atención al cliente.

Cite siempre el modelo, tipo de combustible, el número de serie y el año de fabricación del equipo.

Puede ubicarnos en nuestras oficinas:



Peru : Jr.Victor Reynel 1045 , Cercado de Lima – Lima, Telef. 01-336-6850 ,
 anexo : 01-336-6851 , o al mail clientes@termodinamica.com.pe, con copia a serviciostermicos@termodinamica.com.pe

2. SEGURIDAD

Las siguientes precauciones deben ser estrictamente observadas y forzadas:

2.1. GENERALES

- Este manual de instrucción es un parte esencial e importante del equipo y debe ser entregado a todos los usuarios del equipo.
- Leer cuidadosamente lo que sigue y atenerse escrupulosamente a las instrucciones facilitadas para evitar cualquier inconveniente o accidente. Todo personal responsable de la instalación, operación, mantenimiento o reparación del equipo debe leer este manual completamente.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A



- El manual, y cualquier documentación adicional, deben ser guardados en un área limpia y fácilmente accesible a todo el personal de operación y mantenimiento.
- La instalación del equipo debe ser realizada de acuerdo a las regulaciones vigentes en el país, las instrucciones del fabricante y personal técnico autorizado. El espacio donde el equipo será colocado debe cumplir con las especificaciones de local y estado. Si estas especificaciones y los procedimientos de instalación recomendados no son seguidos, Termodinamica S.A no es responsable por cualquier percance ocurrido.
- La incorrecta instalación del equipo puede causar injurias a las personas y daños materiales, de los cuales Termodinamica S.A no se hace responsable.
- Al recibir el equipo verificar que no hay partes rotas o perdidas.
- Si está en duda, no use el equipo y contacte al Servicio técnico de Termodinamica S.A , al mail serviciostermicos@termodinamica.com.pe o clientes@termodinamica.com.pe
- No obstruir las rejillas de ventilación o de disipación de calor.
Si el equipo se avería o no funciona bien, apáguelo y no trate de repararlo o intervenir en él de alguna manera. Contacte al personal técnico autorizado.
- Cualquier reparación debe ser realizada por servicio técnico autorizado por el fabricante. Solo deben ser usados repuestos originales.
- Como personal técnico autorizado se entiende a aquellos específicamente entrenados en el área de sistemas de vapor para uso industrial, en particular Servicio técnico autorizado por Termodinamica S.A
- Para garantizar la eficiencia y alta performance del sistema debe realizarse un mantenimiento anual del equipo por personal técnico autorizado. Debe seguirse las instrucciones del fabricante.
- El equipo debe ser usado para el propósito para el cual fue expresamente diseñado. Cualquier otro uso se considera inadecuado y por lo tanto peligroso.
- El fabricante no acepta la responsabilidad por daños causados por una incorrecta instalación o uso. Las instrucciones del fabricante deben ser seguidas cuidadosamente.

2.2. DURANTE LA INSTALACIÓN

La caldera debe ser instalada en un ambiente que reúna los requerimientos establecidas en las regulaciones vigentes.

Deben ser seguidas las siguientes recomendaciones por el personal técnico autorizado, antes de realizar las conexiones de la caldera:

- Lavar cuidadosamente todas las tuberías y remover cualquier residuo que pueda obstruir o dañar la caldera.
- Verificar que la caldera se ajuste al tipo de combustible disponible. Esto se muestra en la placa de características del equipo.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

- Verificar que la aspiración de la chimenea es el adecuado, que no haya obstrucciones y que otras calderas no estén conectadas al mismo deshollinador, a menos que este haya sido diseñado para servir a más de una caldera, en concordancia con las regulaciones específicas, si la chimenea atraviesa un techo verificar que la distancia mínima del desfogue hacia el techo sea 2.4 mts.
- Si hay conexiones pertenecientes a chimeneas previas estas deben ser examinadas para verificar que están perfectamente limpias ya que los residuos pueden desalojar y bloquear el paso del humo, poniendo al usuario en un gran peligro.

La caldera debe ser instalada de acuerdo a las instrucciones contenidas en este manual de instrucciones.

2.3. DURANTE LA INSPECCIÓN



La inspección debe ser realizada por personal calificado:

Antes de poner en marcha la caldera el personal calificado debe verificar:

- Que la información en la etiqueta corresponde a los diversos suministros (electricidad, agua, gas, petróleo u otro combustible)
- Que el rango de salida del quemador es compatible con el de la caldera.
- Que el manual del quemador es también guardado en la sala de calderas.
- Que las tuberías que salen de la caldera están cubiertas con el aislante térmico adecuado.
- Que el ducto de evacuación de humo funcione adecuadamente.
- Que el aire sea alimentado y los humos evacuados correctamente en concordancia con las regulaciones vigentes.

2.4. PARA EL OPERARIO

- Es peligroso e ilegal obstruir incluso parcialmente las ventilaciones de aire en la sala de calderas.
- No dejar la caldera encendida cuando esta no va ser usada por un periodo largo, en tal caso el suministro de combustible debe ser cortado y el interruptor general de alimentación apagado.
- No tocar las partes calientes de la caldera, como, puertas, placa del quemador, cámara de humos, chimenea, etc. Durante y después del funcionamiento estos están calientes y pueden causar quemaduras y escaldaduras.
- No permitir que niños o personas inexpertas estén cerca de la caldera.
- No dejar que la caldera se moje con salpicaduras de líquidos.
- No limpie la caldera con chorros de agua.
- No colocar nada encima de la caldera.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A



- No permitir que ninguna persona inexperta opere la caldera.
- En caso de un periodo de desuso temporal se debe seguir los siguientes pasos:
 - ✓ Cortar el suministro de electricidad, agua y combustible.
 - ✓ Vaciar el agua del sistema, si no hay anticongelante.
- Si la caldera no va ser usada por un periodo prolongado, personal técnico calificado debe realizar las operaciones necesarias, verificando que el suministro de electricidad, agua y combustible sean cortados.
- Si la producción de la caldera lo requiere, esta debe ser operada por personal especializado de acuerdo a las regulaciones vigentes.
- Antes de realizar cualquier trabajo que involucre desmontaje del quemador o inspección de puertas, cortar la electricidad y cerrar la válvula de combustible.
- Esta absolutamente prohibido manipular cualquier dispositivo de seguridad incluido en el equipo. Solo personal técnico autorizado puede hacerlo.
- El operador asignado para el uso y mantenimiento del equipo debe usar la ropa apropiada para el puesto y lugar de trabajo, todo el tiempo.
- Antes de comenzar el trabajo, el operario debe estar perfectamente conciente de la ubicación y operación de todos los controles y características del equipo. Todos los dispositivos de seguridad del equipo deben ser revisados diariamente.
- No comer en el área de trabajo.
- No fumar cerca del equipo.

2.5. CON EL SUMINISTRO ELÉCTRICO

- La seguridad eléctrica del sistema se asegura solo si ésta es correctamente instalada con un sistema de conexión a tierra de acuerdo a las regulaciones vigente.
- Si tiene alguna duda busque el consejo de un profesional ya que el fabricante no se hace responsable por algún daño causado por un sistema sin conexión a tierra.
- Un profesional debe verificar y asegurar que la instalación eléctrica es la adecuada para la máxima salida absorbida por el sistema.
- También es importante asegurar que la sección del cable es el apropiado para absorber la salida de la caldera.

¡ PELIGRO!



POR NINGUN MOTIVO ANULAR UN MECANISMO DE PROTECCIÓN, SEGURIDAD O CONTROL.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

- El suministro eléctrico principal no debe ser usado con adaptadores y/o enchufes múltiples.
- Algunas reglas básicas deben ser seguidas cuando se usa algún aparato eléctrico:
 - ✓ Nunca tocar el aparato con las manos húmedas o mojadas y/o con los pies descalzos.
 - ✓ No jale la instalación eléctrica.
 - ✓ No dejar el aparato expuesto a la lluvia, sol, etc.
 - ✓ No permitir que personas inexpertas lo usen.
- El cable no debe ser reemplazado por el operador. Si el cable está dañado, apagar el equipo y dejar que sea reemplazado por personal técnico autorizado.
- Si el equipo no va ser usado por algún tiempo, es recomendable cortar el suministro eléctrico de todos los componentes relevantes.

2.6. DURANTE EL ENCEDIDO DE LA CALDERA POR GAS, PETRÓLEO U OTRO COMBUSTIBLE

- La instalación de la caldera debe ser realizado sólo por empresas instaladoras autorizadas y en concordancia con las regulaciones vigentes puesto que la incorrecta instalación puede causar daño a personas u objetos de los cuales el fabricante no sería responsable.
- Antes de la instalación es recomendable limpiar cuidadosamente todas las tuberías de alimentación de combustible para remover cualquier residuo que pueda dañar la caldera.
- Para la puesta en marcha de la caldera, el instalador autorizado debe seguir los siguientes pasos:
 - ✓ Inspeccionar los sellos interiores y exteriores del sistema de alimentación de combustible.
 - ✓ Regular el flujo de combustible de acuerdo a la salida máxima indicada en la placa de características del quemador.
 - ✓ Verificar que el quemador está recibiendo el tipo de combustible apropiado.
 - ✓ Verificar que la presión de alimentación de combustible, si es gas, se encuentre entre los valores indicados en la placa del quemador.
 - ✓ Verificar que el sistema de alimentación de combustible sea del tamaño adecuado para el flujo que necesita la caldera y que este tenga todos los dispositivos de control y seguridad requeridos por ley.
- Si la caldera no va ser usada por cierto periodo, cierre la llave(s) de alimentación de combustible.
- Todas las instalaciones eléctricas, de fontanería y vapor, DEBEN ser realizadas por Empresa Instaladora autorizadas y siguiendo la normativa legal vigente en el país de utilización.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

INDICACIONES ESPECIALES PARA EL GAS (solo se considera para calderas con quemador a gas)

El instalador autorizado debe realizar los siguientes pasos:

- Verificar que la línea de alimentación y la caída de gas están en concordancia con las regulaciones vigentes.
- Verificar que todas las conexiones de gas estén selladas.
- Verificar que las rejillas de ventilación de aire en la sala de calderas sean lo suficientemente grande para garantizar la cantidad de aire requerido por ley y la necesaria para una perfecta combustión.
- No use tuberías de gas con conexiones a tierra.

Si se percibe algún olor de gas:

- No operar los interruptores eléctricos, teléfonos o cualquier otro objeto que pueda causar chispas.
- Abrir inmediatamente las puertas y ventanas para crear flujo de aire.
- Cerrar las llaves de gas.
- Pedir ayuda de profesionales.
- No obstruir las ventilaciones de aire en donde la caldera va ser ubicada para evitar situaciones peligrosas como mezclas tóxicas o explosivas.



2.7. ÁREAS DE SEGURIDAD

- Delimitar áreas de peligro e **IMPEDIR** el acceso de las personas a las mismas con el equipo en funcionamiento.
Recomendamos copiar y ampliar todas las **PRECAUCIONES DE SEGURIDAD** incluidas en los manuales de Instrucciones, y colocarlas en lugar visible de la empresa.
- Todo equipo que trabaja con temperatura supone un riesgo de fuego, **EXTREMAR** todas las precauciones, **MANTENER** el entorno libre de materiales combustibles y **UBICAR** cerca del equipo, extintores adecuados y fácilmente accesibles.

2.8. DURANTE EL MANTENIMIENTO





Todas las operaciones que no son de normal gestión del equipo ni de proceso productivo, DEBEN ser realizadas SOLO por técnicos muy especializados encargados del mantenimiento.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

- Cualquier reparación debe ser realizada solo por personal técnico autorizado por el fabricante. Solo deben ser usados repuestos originales.
- No realizar en absoluto ningún cambio a cualquier parte del equipo. Termodinamica S.A , no se hace responsable por cualquier mal funcionamiento o consecuencias resultantes de esta instalación de partes o ajustes no autorizados. Cualquier cambio que se desee realizar al equipo debe ser manejado en consulta con el área de Servicio Técnico del fabricante.
- Nadie debe intervenir en la instalación eléctrica del equipo con excepción del técnico electricista y solo tras haber cortado la alimentación eléctrica.
- Antes de realizar cualquier tipo de intervención de mantenimiento preventivo o correctivo, hay que despejar el área cercana a la zona de trabajo.
- Las operaciones de mantenimiento deben realizarse después de cortar la alimentación eléctrica al equipo (si es necesario remover los fusibles para prevenir que el quemador se encienda accidentalmente) y después de cerrar las válvulas de alimentación de combustible (especialmente cuando trabaja con gas).
- Proteger el equipo eléctrico de la caldera del polvo: el tablero de control y el quemador.
- Durante el mantenimiento, reparación o puesta en funcionamiento, es siempre necesario exhibir una señal de advertencia en la puerta de la sala de calderas e inclusive sobre el equipo. La señal puede manifestar, por ejemplo:

¡CUIDADO! NO TOCAR – PERSONAL DE SERVICIO TRABAJANDO

- Usar ropa apropiada, guantes, visores, mascara y use aspiradores para remover el hollín. Este debe ser colocado en contenedores especiales brindando la información necesaria respecto al contenido de dichos contenedores.
- Si las válvulas del circuito de agua han sido cerradas, esto debe ser notificado con una señal de advertencia.
- Verificar periódicamente que el ducto de evacuación de humo este trabajando correctamente.
- No limpiar el equipo y/o partes usando líquidos fácilmente inflamables (ejem. gasolina, alcohol, etc).
- No dejar recipientes con líquidos inflamables en la sala de calderas.
- No limpiar la sala de calderas cuando el quemador esta encendido.
- Un mantenimiento cuidadoso contribuye a ahorrar dinero y garantiza la seguridad.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

2.9. EN CASO DE MANTENIMIENTO: SOLO TÉCNICOS ANTERIORMENTE PREPARADOS PUEDEN INTERVENIR EN LA MÁQUINA

Forman parte de esta categoría operadores o encargados de mantenimiento que hayan sido instruidos o que estén vigilados por una persona instruida para evitar peligros relacionados con las operaciones arriba descritas.

La puesta en servicio del equipo DEBERÁ ser efectuada por Servicio Técnico Autorizado.

Este equipo DEBE SER UTILIZADO por personal debidamente instruido en el uso del mismo.

Se recomienda leer con cuidado lo que sigue y atenerse escrupulosamente a las instrucciones facilitadas para evitar cualquier inconveniente o accidente. Todo personal responsable de la instalación, operación, mantenimiento o reparación del equipo debe leer este manual completamente. El manual, y cualquier documentación adicional, deben ser guardados en un área limpia y fácilmente accesible a todo el personal de operación y mantenimiento.



LEER detenidamente los Manuales de Instrucciones antes de iniciar el primerservicio. GUARDARLOS en lugar fácilmente accesible a fin de solventar cualquier duda.

El realizar operaciones y maniobras con un conocimiento limitado del funcionamiento de la maquina podría perjudicar, de hecho, la seguridad del operador además de dañar el equipo mismo.



Cualquier omisión de las indicaciones descritas en los Manuales de Instrucciones, de la normativa de seguridad e higiene en el trabajo y de las normas generales del sentido común, PUEDEN OCASIONAR daños personales al usuario.

EL FABRICANTE DECLINA TODA RESPONSABILIDAD EN CASO DE NO SEGUIMIENTO DE LAS INSTRUCCIONES DE LOS MANUALES CORRESPONDIENTES.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Las calderas Termodinamica CS, son equipos a presión, construidas de acuerdo a la norma ASME sección 1, y que están destinadas a la generación de vapor de agua presurizada, mediante un sistema de combustión.

3.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:

Diseño de tres pasos y espalda seca: El diseño de tres pasos provee alta velocidad de los gases de la combustión y baja temperatura en la chimenea lo que maximiza la eficiencia. El diseño de espalda seca provee un total acceso a los tubos de la caldera, la placa portatubos y quemador para un fácil mantenimiento.

Cámara de combustión: en el cual se desarrolla la llama. Fabricado en acero ASTM 285 grado C, de grueso calibre para operación sin problemas durante largo tiempo. Localizada en el centro de la caldera, dentro del nivel de agua, permitiendo una adecuada circulación de los gases. Reduce el arrastre del agua, produciendo vapor seco.

Tubos de Fuego: Los tubos de fuego son fabricados en acero ASTM A192, exclusivo para mayor transferencia de calor.

Casco: construido de acuerdo especificaciones del código ASME sección 1. Fabricado en acero ASTM 285 grado C. Que proporciona una gran área de liberación de vapor y una cámara de vapor para producir vapor seco en gran cantidad.

El casco cuenta con dos conexiones de purga en el fondo de la caldera para remover los sedimentos y una purga de espuma en el nivel del espejo del agua. Seis entradas de mano elípticas, cuatro laterales y dos inferiores, y una entrada de hombre elíptica en la parte superior de la caldera para facilitar el mantenimiento del interior de la caldera.



Con puertas frontales y posteriores con bisagras y aseguradas con pernos, que proveen acceso a la placa portatubos frontal y posterior y a la cámara de combustión.

Chaqueta: metálica gruesa, fabricada con acero galvanizado de 0.8mm. Con un aislamiento pesado que encierra todo el calor utilizable y asegura un rápido arranque. Con dos orejas metálicas para fácil manejo de la caldera.

Base: base integral que no requiere fundación especial. Fabricada en acero ASTM A-36.

3.1.1. VARIANTES DE CONTROL

Columna de agua y control de bajo nivel de agua: Con conexión para ser instalado en ambos lados de la caldera, cuenta con una columna de nivel de agua, un vidrio medidor del nivel y una válvula de purga de la columna de agua, un control de corte a bajo nivel de agua con un dispositivo de reseteo manual (Mc-Dowell N° 193), formando parte integral del sistema de alimentación de agua de la caldera, conectado al control de la bomba de alimentación de agua para mantenerle nivel de agua de la caldera dentro de los límites normales y conectado al circuito de control del quemador para prevenir que la operación del quemador estando la caldera con un nivel de agua por debajo del nivel de seguridad.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

Control de nivel de agua: En la parte superior de la caldera tenemos el electrodo de nivel de agua, el cual se encuentra conectado al circuito de control del quemador, bloqueando su operación en caso de que el nivel de agua de la caldera se encuentre por debajo de los niveles de seguridad.

Control de Presión de Vapor: La caldera cuenta con un presostatos conectados al circuito de control del quemador para el accionamiento ON-OFF.

Quemador: Quemador compatible con gas o petróleo, cuenta con un programador paratrabajo automático, el que controla el funcionamiento de motor modulador, regresando siempre el quemador a su posición de bajo nivel de encendido, cuando se alcanza la presión detrabajo en la caldera. El motor modulador controla el registro de aire y la válvula reguladora de combustible para regular la llama de acuerdo a la demanda de carga (producción de vapor) expresado en términos de presión. El aire de la combustión en proporcionado por un ventilador de tiro forzado proporcionado con el quemador, que obliga a los productos de la combustión a través de los pasos, extrayendo cada BTU del fuego para mejorar la eficiencia térmica y de combustión.

3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Máquina Termica	Caldera
Modelo	CT-3H-60-150-1
Año de Fabricación	2022
<u>Características:</u>	
Potencia	60.0 BHP
Tipo	Pirotubular
Pasos	3
Presión de Diseño	150 psi
Posición de tubos	Horizontal
Operación	Automático
Tipo de corriente	Alterna 380V/60 Hz/3f
Combustible	GLP // DB5
Producción de vapor	939.0 Kg/h desde y hasta 212 °F al nivel del mar



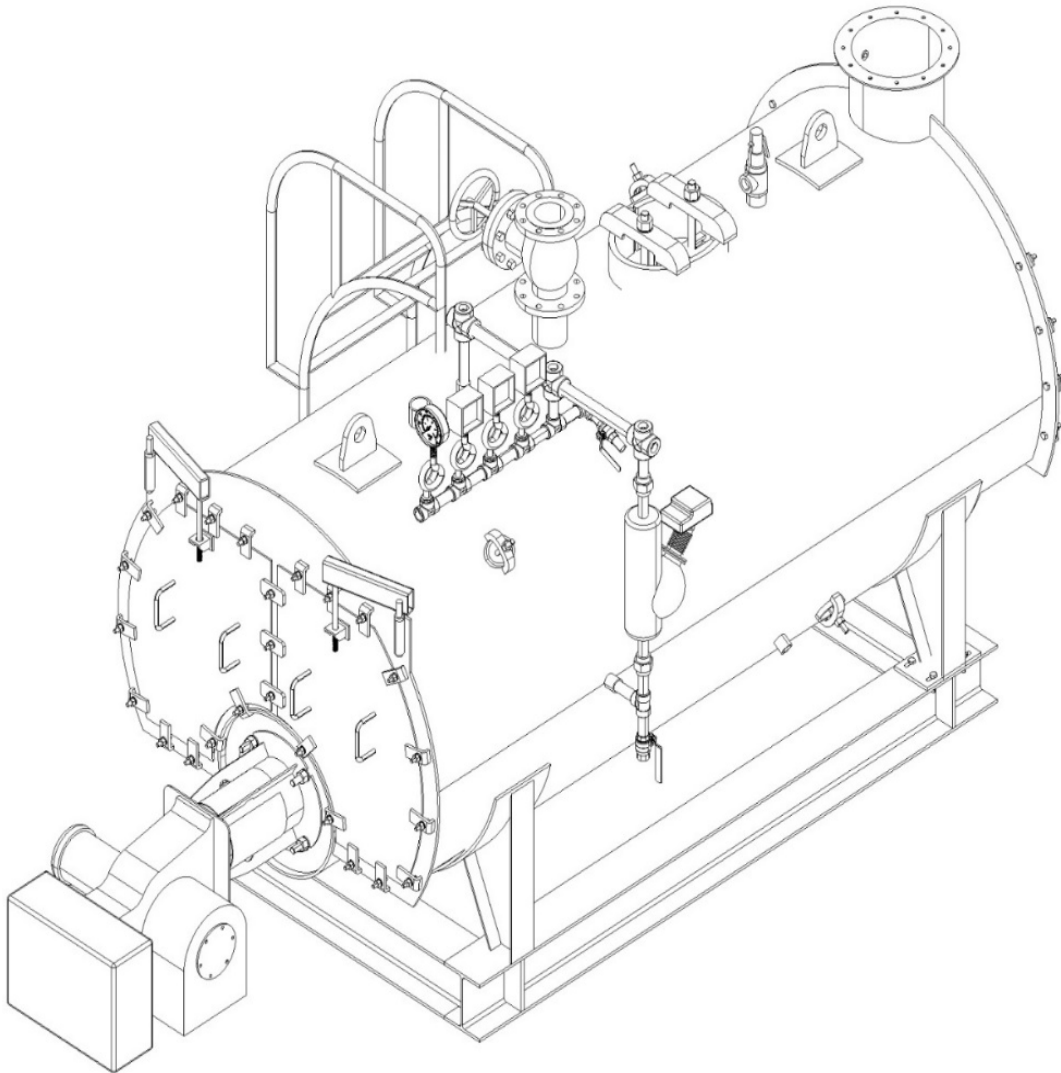
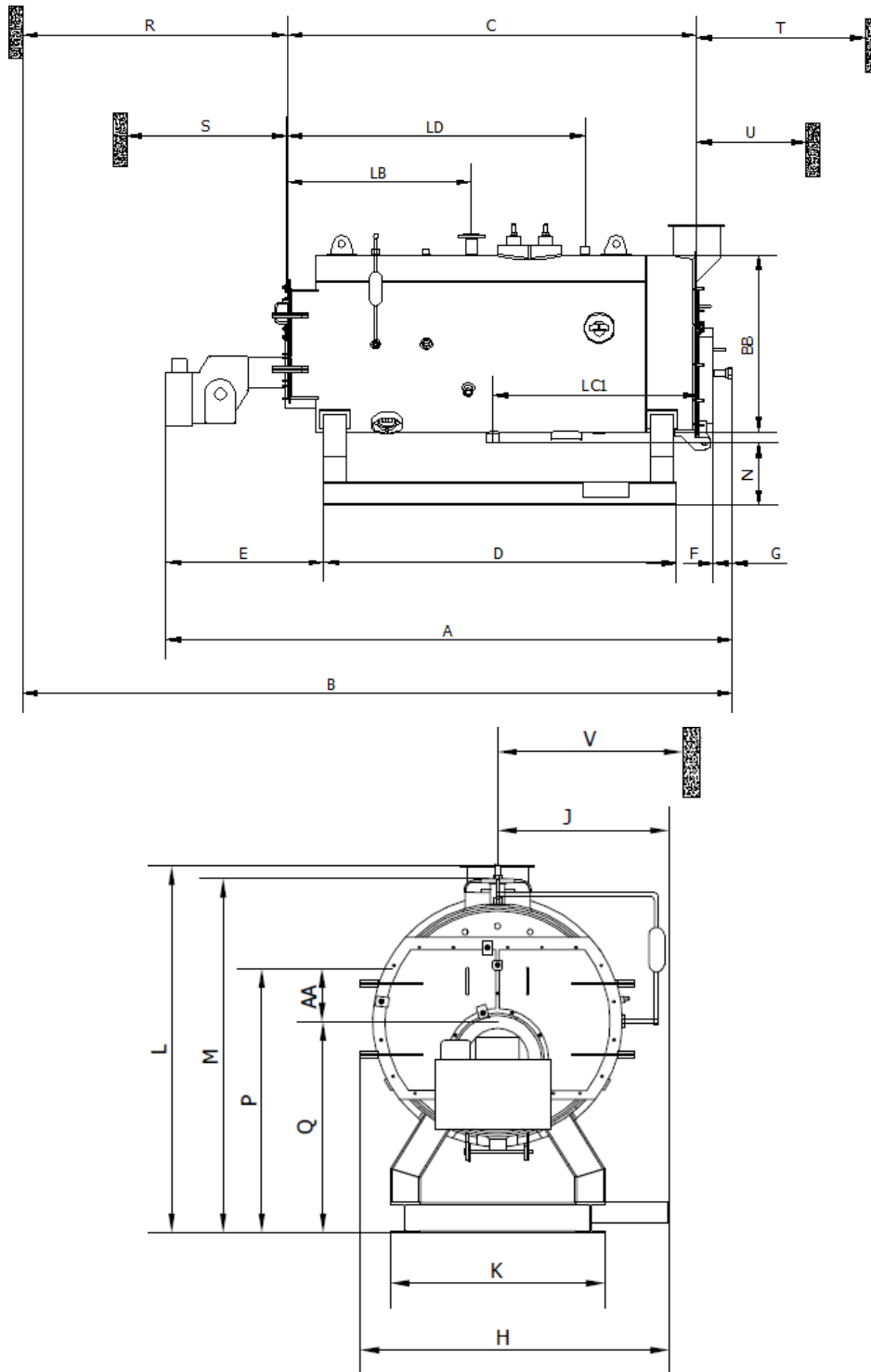


	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

Diagrama:





3.3. ESQUEMA PRINCIPALES DIMENSIONES



	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

BHP		60
Salida de Vapor, Kg/hr a 212°F		936
Superficie de Calefacción, pies²		302
Contenido de agua, gln		271
LONGITUDES (mm)		
A	Total	3394
B	Total con espacio para cambio de tubos	5890
C	Caldera	2878
D	Base	2400
E	Quemador	1289
F	Base a placa post de caldera	200
G	Visor	105
ANCHOS (mm)		
H	Total	1668
J	Línea centro de la caldera al control de nivel	928
K	Base	1313
ALTURA (mm)		
L	Total	1887
M	A la salida de vapor	1771
N	A la salida de purga inferior	261
P	A la salida de purga de superficie	1329
Q	A la línea centro de la caldera	999

MÍNIMOS ESPACIOS LIBRES (mm)		
R	Para cambiar los tubos (frontal)	2000
S	Para abrir las puertas (frontal)	800
T	Para cambiar los tubos (posterior)	2000
U	Para abrir las puertas (posterior)	800

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

V	Para abrir las puertas frontales (lateral)	800
DIMENSIONES (mm)		
AA	Nivel normal de agua (vapor)	330
BB	Diámetro ext. del forro	1009
CC	Diámetro int. de la cámara de combustión	540
DD	Diámetro int. de la salida de gases (in)	12"
FF	Entrada de hombre (in)	17-1/2" x 13-1/2"
GG	Entrada de mano (in)	4-1/2"x3-1/2"
TAMAÑO DE CONEXIONES (mm)		
a	Agua de alimentación (in)	1 1/2
b	Salida de vapor (in)	4"
c	Purga (in)	1 1/2
d	Válvula de seguridad (in)	1 1/2

4. LOCALIZACIÓN E INSTALACIÓN DEL EQUIPO

Antes de la instalación es recomendable limpiar cuidadosamente todas las tuberías de alimentación de combustible, agua de alimentación, vapor, y purga para remover cualquier residuo que pueda dañar la caldera.



Cuando se conecten las tuberías de vapor y de retorno, evitar esfuerzos mecánicos sobre las conexiones de la caldera. Puesto que la caldera no ha sido diseñada para soportar el peso del sistema de tuberías, se deben colocar soportes especiales para las tuberías.

4.1. REQUERIMIENTO DE ESPACIO Y HABITACIÓN

El ambiente donde va ser ubicada la Caldera debe estar bien ventilado y apropiadamente iluminado, en cumplimiento con las regulaciones legales. Mantener suficientes ventilaciones dentro de la sala de calderas para admitir el ingreso de aire para la combustión y mantener el ambiente a una temperatura de 32°C.

La ventilación debe ser permanente y debe comunicar directamente con el exterior. Deben estar ubicados a niveles altos o bajos de acuerdo con las regulaciones vigentes.

La ubicación de la ventilación, los circuitos de alimentación de combustible, suministro de electricidad e iluminación debe ser de acuerdo a las últimas regulaciones que rigen el tipo de combustible usado.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

4.2. UBICACIÓN

La caldera debe ser ubicada de tal manera que las conexiones de ventilación sean lo más directa posible y debe haber un adecuado espacio para los futuros servicios y mantenimiento.

Se recomienda instalar la caldera a por lo menos 1m de separación de las paredes laterales. En el área frontal o posterior se debe dejar una distancia de por lo menos 2 m para posibles cambios de tubos y en el otro extremo de la caldera se debería dejar por lo menos 1.50 m para que permita abrir las puertas frontales o posteriores y quede un espacio de tránsito para futuros mantenimientos. Si se tuviera más de una caldera se debería dejar una distancia de separación de 1m entre las calderas.

Esta distancia de separación, se considera como espacio libre entre calderas o caldera y pared (no necesariamente desde la base).

Una vez instalada la caldera debe estar perfectamente horizontal y completamente estable (para reducir la vibración y el ruido).

4.3. PROTECCIÓN DURANTE LA INSTALACIÓN

Si la caldera es expuesta al polvo, cemento, y más, la unidad debe ser cubierta o protegida de manera que prevenga el daño de los controles de la caldera y otros componentes del equipo. Si existe la posibilidad de baldear la sala de calderas, se sugiere que sean tomadas las acciones necesarias para instalar un canal de drenaje o bomba de sumidero.

Los controles eléctricos se pueden dañar por el óxido y la humedad y por lo tanto deben ser protegidos.



No realizar en absoluto ningún cambio a cualquier parte del equipo. El fabricante no se hace responsable por cualquier mal funcionamiento o consecuencias resultantes de esta instalación de partes o ajustes no autorizados. Cualquier cambio que se desee realizar al equipo debe ser manejado en consulta con el área de Servicios de Termodinamica S.A.

4.4. SUMINISTRO ELÉCTRICO

Esta unidad requiere alimentación trifásica 220V - 60Hz para el sistema de Fuerza y Control. Lo cual debe estar provisto y alimentado mediante llave termomagnética trifásica; con conexión de línea a tierra para garantizar la seguridad eléctrica del sistema. Se debe verificar que la instalación eléctrica es la adecuada para la salida máxima absorbida por el sistema.

También es importante asegurar que la sección del cable sea el apropiado para absorber la salida de la caldera. El cable no debe ser reemplazado por el usuario. Si el cable se daña, apague el equipo y recurra al personal técnico calificado.

Si el equipo no va ser usado por un tiempo, es recomendable cortar el suministro de electricidad a todos los componentes relevantes (bomba, quemador, etc).

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

4.5. CONEXIONES DEL COMBUSTIBLE

PETRÓLEO (se considera solo para calderas con alimentación de Petróleo Residual)

El quemador está equipado con una bomba de combustible, el cual lleva el combustible desde el tanque diario y suministra combustible presurizado a la tobera(s) del quemador. La capacidad de la bomba de suministro de combustible es mayor que la requerida por el quemador para su máximo rango de combustión.

El combustible no liberado por la tobera retorna al tanque diario de combustible. Se debe instalar dos sistemas de tuberías una de suministro y otra de retorno. Las líneas de combustible deben ser dimensionadas de acuerdo a la capacidad del quemador y de la bomba del quemador.



La succión de la bomba de alimentación de combustible del quemador no debe exceder las 10" Hg. Si se usa una bomba de transferencia, ésta debe tener una capacidad de bombeo de por lo menos igual a la de la bomba del quemador. La presión de alimentación de la bomba del quemador no debe exceder de 3 psig.

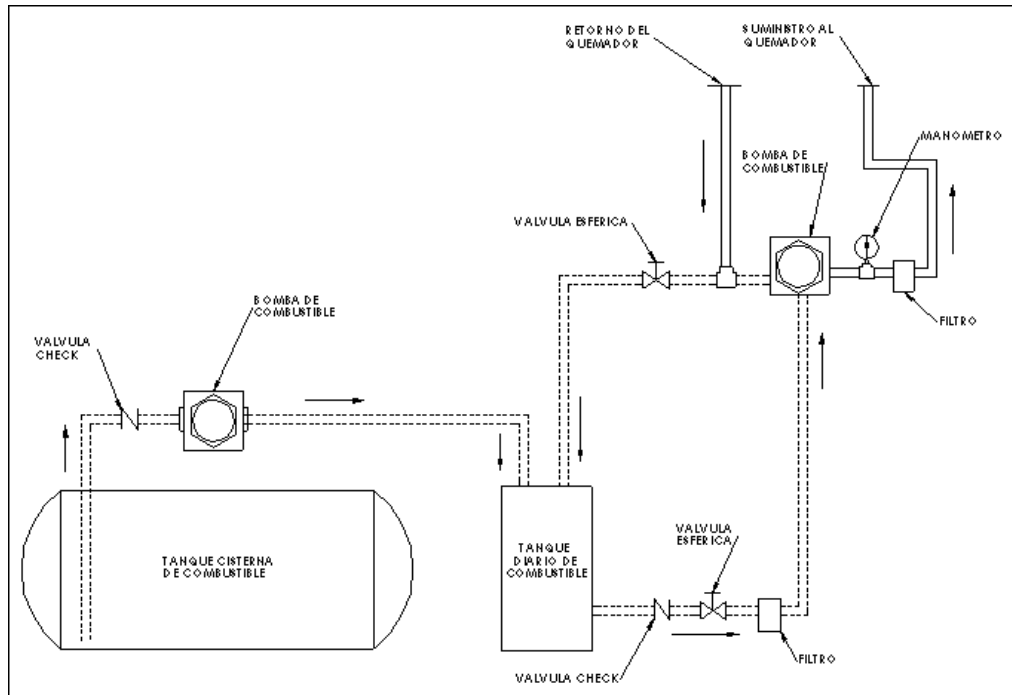
Se debe instalar un filtro en la tubería de alimentación de combustible aguas arriba de la bomba de alimentación de combustible para prevenir que materiales extraños ingresen en la bomba, las válvulas de control de combustible, o toberas del quemador. El filtro debe dimensionarse de acuerdo a la capacidad de la bomba de alimentación.

Instalar una válvula check en la línea para prevenir el drenaje de la línea de succión de combustible cuando el quemador no está en operación. La localización de la válvula check varía con el sistema, pero usualmente está localizado lo más cerca posible del tanque de almacenamiento.

Se recomienda la instalación de un manómetro en la línea de alimentación del quemador entre la bomba de combustible del quemador y el filtro. La regular observación y el registro de la indicación del medidor ayudarán a determinar cuando el filtro necesita mantenimiento.

Al completar la instalación de la tubería de combustible, se debe verificar que no haya fugas de aire o combustible en el sistema y que todas las válvulas cierren herméticamente.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A



GAS (solo se considera para calderas con alimentación a gas)



Se debe consultar a una compañía de gas local, para los requerimientos y autorizaciones para la instalación e inspección de la tubería de alimentación de gas. La instalación de la tubería de alimentación de gas y descarga se debe realizar en concordancia con las pautas aplicables de ingeniería y con las regulaciones locales vigentes. Todas las conexiones hechas para la caldera deben ser ordenadas de manera que todos los componentes se encuentren accesibles para inspecciones, limpieza y mantenimiento.

Se deben considerar los requerimientos de volumen y de presión cuando se seleccione el tamaño de la tubería de alimentación de gas. Las conexiones del tren del quemador de gas se deben realizar con una unión, de tal manera que los componentes del tren de gas o del quemador puedan ser fácilmente desconectados para inspecciones o mantenimiento. Al terminar la instalación de la tubería de gas, se debe verificar que no haya fugas de gas en el sistema y que todas las válvulas cierren herméticamente.

4.6. SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACIÓN

Las calderas de vapor requieren un sistema de agua de alimentación y de retorno de condensado.

El circuito del agua de alimentación consta del equipo de tratamiento de agua, que por lo general es un ablandador, con su tanque dosificador de aditivos para el agua, un tanque de agua blanda, una bomba de agua de alimentación, una o dos válvulas check de ingreso de líquido, y una o dos válvulas globo al ingreso del caldero y un sistema de recuperación de agua condensada de la planta, que lleva el condensado al tanque de agua blanda para que pueda reingresar al caldero mediante la línea de succión de la bomba de agua de alimentación.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

El objeto de un sistema de agua de alimentación es coleccionar el condensado de las tuberías y almacenar el agua hasta que la caldera la necesite. La bomba entonces introduce el agua dentro de la caldera. El tanque de condensado o agua blanda puede ser equipado con calentadores que controlen la temperatura de ingreso del agua al tanque. El tanque de condensado debe ser equipado con válvulas para reemplazar cualquier pérdida de agua.

4.6.1. Calidad del agua

Las características químicas y físicas del agua usadas para un sistema de vapor son fundamentales para el exitoso funcionamiento y seguridad de la caldera.

Entre los problemas causados por la pobre calidad del agua de alimentación, el más grave y más frecuente es la formación de incrustaciones o caliche y la corrosión de la superficie de transferencia de calor. Menos frecuente pero igualmente serio es la formación de caliche en la superficie de todo el circuito en contacto con el agua.

El caliche reduce la transferencia de calor debido a su baja conductividad. Unos pocos milímetros de caliche son suficientes para peligrosos sobrecalentamientos localizados.

El agua de alimentación a la caldera debe ser tratada (blanda). Para lo que se necesita un Tanque reactor o ablandador y un Tanque de salmuera.

4.6.2. Bomba de alimentación de agua



La función básica de la bomba de alimentación de agua, consiste en tomar el agua ya ablandada e introducirla a presión a la caldera, venciendo la resistencia que se opone a su flujo. La mayor resistencia que debe vencer es la contrapresión dentro del caldero, siendo necesario que la bomba descargue el agua al caldero a una presión algo superior a dicha diferencia de presiones la cual depende de la presión de trabajo del caldero. La tubería de succión debe ser vertical y del menor recorrido como sea posible, evitando curvas y codos.

4.6.3. Tanque de condensado

El tanque de condensado debe ser ventilado a la atmósfera para prevenir que colapse debido al aumento y cierre de vacío. Esto también protege al tanque contra el aumento excesivo de la presión. Una válvula de alivio de presión debe ser instalada en el tanque como una precaución adicional contra aumentos excesivos de presión. La ventilación provee un medio para descargar el oxígeno liberado por el calentamiento del agua. La ventilación también provee la protección necesaria en el caso de que excesiva agua sea retornada del sistema al tanque.

4.6.4. Tubería de alimentación de agua

Se debe instalar una tubería de Ø1 1/2" de Acero calidad ASTM 53 sin costura. Este tubo alimentador debe estar provisto de dos válvulas de check cerca de la caldera y una válvula de compuerta entre las válvulas check y la caldera.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
Área de Ingeniería	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 25/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 23VPID001-MMSIN001-A

4.7. LÍNEA DE VAPOR

La caldera CT tiene una válvula en la parte superior para la salida de vapor. Esta válvula debe estar conectada a la tubería de suministro de vapor de la planta. La tubería para vapor debe cumplir con las especificaciones para materiales de acero calidad ASTM 53.

4.7.1. Trampa

El tamaño de la salida suministrado en el equipo debe ser mantenido en la tubería desde la caldera hasta el colector de vapor. Durante ciertos periodos de operación de algunas plantas de vapor, el vapor se condensará en el colector y permanecerá ahí a menos que se drene. En tuberías a presión, el agua contenida en el flujo rápido de vapor causa severos daños en la línea de vapor. Por lo que se debe instalar trampas para drenar o eliminar cualquier posibilidad de una acumulación de agua en la tubería. Para la adecuada instalación de las trampas, estas deben ser proporcionadas con filtros en Y, y válvulas para facilitar la limpieza y mantenimiento de las mismas.

4.7.2. Válvula de cierre

Muchas veces será necesario apagar una caldera y permitir que las otras permanezcan en operación, ya sea debido a la limpieza del lado de fuego o agua de la caldera, o para facilitar el normal servicio del equipo. Una válvula de cierre permitirá al equipo ser separado del sistema de vapor de la planta sin interrumpir la necesidad de que las otras calderas provean

la carga de vapor. Esta válvula debe ser instalada con trampa y accesorios cuando sea necesario, tan próximo a la caldera como sea factible y conveniente.



4.7.3. Válvula automática check

Se debe instalar una válvula check lo más cerca posible de las conexiones de vapor de la caldera. La instalación de esta válvula debe prevenir que el vapor producido por la caldera o calderas retroceda e ingrese a la caldera que no esté operando a la misma presión.

Si no fuera por esta válvula, el vapor producido por la caldera de cabeza fluiría dentro de la cámara de vapor de las otras calderas, condensando e inundando los equipos restantes. Una válvula de regulación de vapor debe ser instalada en la salida de vapor después de la válvula check.

4.7.4. Aislante térmico

Es recomendable que toda la tubería de vapor y retorno en la sala de calderas sea cubierta. Está cubierta es necesaria para eliminar, lo más que se pueda, la pérdida de calor por radiación, haciendo a la planta más eficiente y también para mantener la temperatura baja en la sala de calderas.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

4.8. LÍNEA DE PURGA DE LA CALDERA

Para una adecuada remoción de sólidos de la caldera, se proporciona dos conexiones de purga defondo Ø2” en la parte inferior, y una conexión de purga de superficie en la parte lateral izquierda de la caldera. Estas conexiones se deben conectar a un tanque de purgas.

Hay conexiones de purga en el Control de nivel de agua el cual debe ser conectado también altanque de purga.

4.8.1. Tubería de purga

Se debe instalar una tubería de Ø1-1/2” de Acero calidad ASTM 53 sin costura. En las tuberías de purga conectadas a estas salidas, se debe evitar la colocación en exceso de codos, en especial de 90°, ya que esto hace que se formen turbulencias en el flujo, lo cual impide la libre salida de partículas sólidas por la línea de descarga, siendo indispensable en estos casos la colocación de codos 45°. La línea de purga debe estar provista de dos válvulas, una de funcionamiento lento y otra de funcionamiento rápido.



4.8.2. Válvula de purga

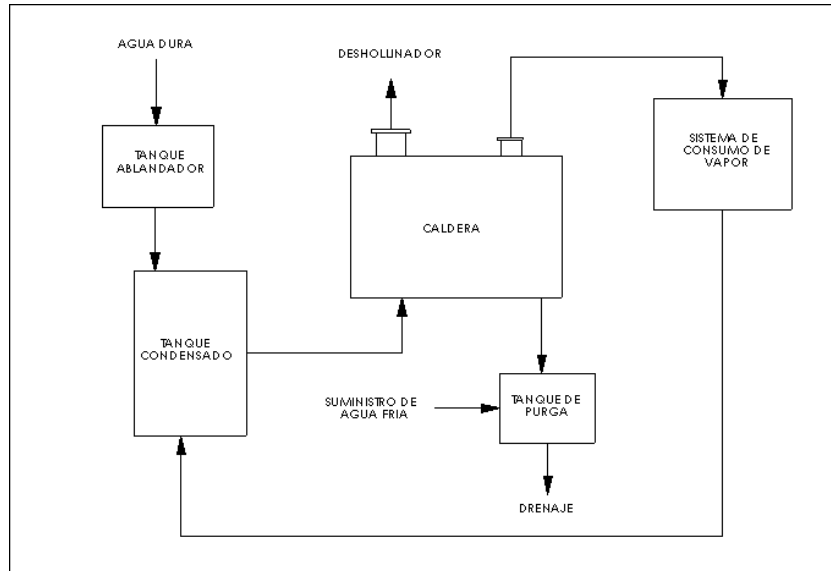
La válvula esférica de purga rápida es usada para jalar los productos de la purga desde la caldera misma. La válvula de purga lenta tipo Y es usada para regular el flujo de los productos de la purga desde la caldera misma. La operación de la válvula es tal que esta controla la cantidad de productos que son removidos desde la caldera a través de el procedimiento de purga.

8.4.3. Tanque de purga

No son permisibles en ningún caso el vaciado a la red del alcantarillado, al ejecutarse la purga de la caldera, la purga del cristal del nivel, la purga de agua de condensación, la purga de espumas de superficie, ni la de los escapes de vapor, con el fin de evitar la producción de vacío o de sobrepresión en las redes.

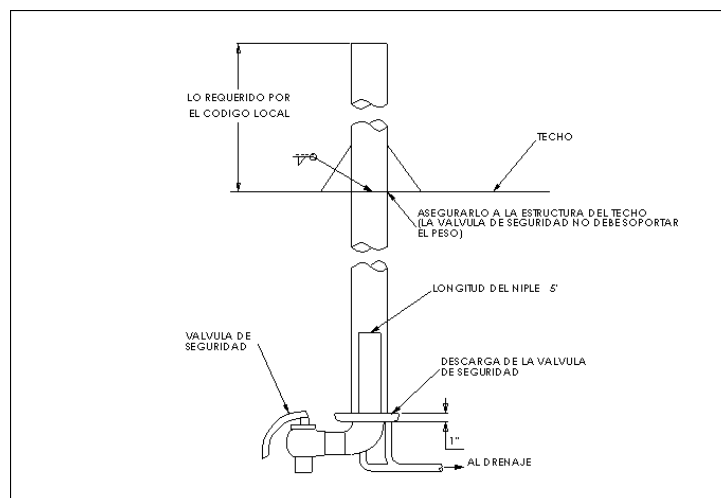
Se recomienda la instalación de un tanque de purga para la caldera que permita una adecuada purga de todas las unidades sin afectar las conexiones del alcantarillado odrenaje. El tanque de purga debe estar ventilado a la atmósfera para prevenir la presurización del drenaje y alcantarillado. El tanque debe estar también equipado con válvulas de agua las cuales mezclan el agua fría con los productos de la purga, con un termómetro para mantener un control de la temperatura.



	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A



4.9. VALVULA DE SEGURIDAD Y ALIVIO

Las válvulas de seguridad deben trabajar a la presión de diseño de la caldera. Si la presión dentro de la caldera excede su rango de diseño, las válvulas seguridad se abren para liberar el excesivo vapor producido y de esta manera prevenir la ruptura de la caldera. La válvula de seguridad de presión esta provista con una conexión de salida y debe ser conectada a una tubería que salga del edificio donde el vapor descargado pueda ser liberado sin injuria personal o material. En un punto bajo, la línea de descarga de la válvula de seguridad debe ser destilada para remover toda el agua.



	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

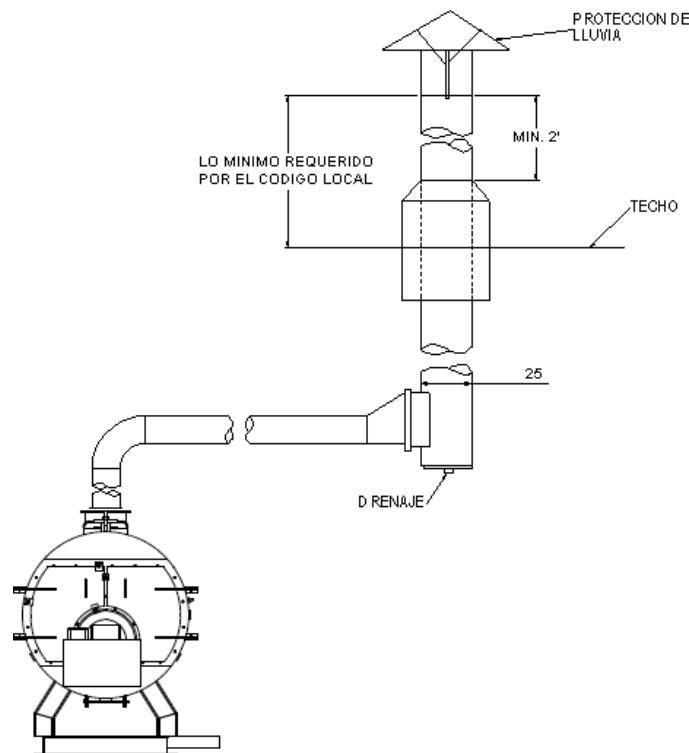
4.10. DUCTO DE DESCARGA DE GASES



Se debe instalar un ducto de descarga de gases empalmado a la chimenea de la caldera por medio de bridas, este ducto debe de extenderse hasta salir al exterior del ambiente de trabajo. Se deben evitar más de dos curvas y por ningún motivo reducir el diámetro del ducto. Ver diagrama.

El ducto de descarga de gases es vitalmente importante para el exitoso funcionamiento de la caldera. Porque debido a la baja temperatura alcanzada por los gases, el ducto necesita estar totalmente protegido contra la condensación de los productos de la combustión. Esto también se puede lograr usando materiales antioxidantes.

Las uniones deben estar bien selladas para excluir el aire el cual puede incrementar el riesgo de condensación.

La condensación del ducto de descarga también debe ser prevenida desde la chimenea de la caldera.



	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

5. MANUAL DE OPERACIÓN

Revisar la documentación Adjunta a este manual:

- Manual de Operación y mantenimiento de Quemador INDUSTRIAL COMBUSTION Modelo VLG-34 SIZE2.
- Manual de instrucciones de Quemador INDUSTRIAL COMBUSTION Modelo VLG-34 SIZE2.
- Documentación Eléctrica de Quemador INDUSTRIAL COMBUSTION Modelo VLG-34 SIZE2.

5.1. PRIMERA PUESTA EN MARCHA

El principal objetivo en la primera puesta en marcha es verificar que todos los dispositivos de seguridad y de control trabajen apropiadamente.

Antes de dejar el sistema, el instalador debe verificar el trabajo completo del ciclo de la caldera.

¡ATENCIÓN!

La PUESTA EN MARCHA INICIAL, debe ser realizada por SERVICIO TÉCNICO AUTORIZADO.



Seguir escrupulosamente la normativa de seguridad en el trabajo y de prevención de accidentes.

¡ATENCIÓN!

La alimentación de agua al caldero deberá tener como temperatura mínima 60°C

Antes de la puesta en marcha:

- Extraer TODOS los accesorios con los datos de la placa de características del equipo.
- Verificar:
 - La correspondiente instalación con los datos de la placa de características de la máquina.



	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

- La nivelación correcta de la máquina.
- Las conexiones de vapor, agua, combustible, descarga de gases.
- El correcto montaje de los diversos accesorios de la máquina: tuberías de vapor, tuberías de agua, tuberías de combustible, tuberías de purga.
- Verificar las conexiones de electricidad:
 - La máquina debe ser alimentada con corriente eléctrica trifásica con tensión de 220 VAC/60Hz para el sistema de fuerza y 220VAC/60Hz MONOFASICO para el sistema de control.
 - Verificar que las tres líneas de alimentación estén correctamente aseguradas a la bornera de entrada (L1/L2/L3) en el tablero eléctrico posterior.

Inspecciones Preliminares:

Una vez que las conexiones de agua, electricidad y combustible han sido realizadas, es recomendable verificar que:



- La válvula de seguridad está correctamente conectada y no esta obstruida de ningunamaneira.
- El manómetro esté correctamente instalado y calibrado.
- Los presostatos estén correctamente instalados y regulados a la presión de trabajo.
- El sistema de agua de alimentación este lleno de agua y sin ninguna bolsa de aire.
- Las válvulas de ventilación de aire están abiertas.
- Los medidores de flujo, válvulas de seguridad, válvulas de combustible estén correctamente calibradas.
- La bomba o bombas funcionen correctamente.
- El quemador es el adecuado para el tipo de combustible (indicado en la placa de características) disponible en el lugar de instalación.
- Regular el termostato del quemador (temperatura de atomización) y del tanque diario de combustible (Temperatura de bombeo) de acuerdo al combustible usado, según tabla del anexo A.
- El conducto de la chimenea este correctamente instalado.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

- El sistema está capacitado para absorber la cantidad de vapor que será producido por el quemador el que será encendido por primera vez durante la fase de prueba.



5.2. PUESTA EN MARCHA

- Verificar la alimentación eléctrica hacia el tablero de mando, levantar la llave de alimentación al equipo.
- Colocar el interruptor del estabilizador de corriente en la posición ON, los leds (luces) se iluminarán.
- Verificar el nivel del tanque cisterna de petróleo.
- Verificar el nivel del tanque diario de petróleo (mínimo $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad), si el nivel del tanque diario de petróleo estuviera debajo de lo normal, entonces bombear el petróleo del tanque cisterna al tanque diario hasta lograr el nivel adecuado. Abrir las válvulas de salida de combustible hacia la caldera.
- Verificar que las válvulas de gas se encuentren abiertas, y que el tanque de gas se encuentre con combustible suficiente.
- Verificar el nivel de agua del tanque de condensado (tanque de agua blanda). Las válvulas de alimentación a la bomba de agua siempre deben estar abierta.
- Verificar el nivel del agua de la caldera y el equipo de retorno de condensado. Las válvulas de ingreso de agua hacia la caldera siempre deben estar abiertas. El nivel de agua de la caldera se aprecia en el visor de nivel de agua y éste debe estar como máximo a 1" por arriba de la línea de regulación del control de bajo nivel de agua Mc-Donell.
- Verificar que la válvula de salida de vapor se encuentre cerrada.
- Verificar que las válvulas de purga de la caldera se encuentren cerradas.
- Abrir la válvula del desaerador de la caldera, para liberar el oxígeno que se produce durante el periodo de calentamiento del agua.
- Colocar el interruptor de la bomba de agua en AUTOMÁTICO, si la caldera necesita agua el interruptor activará la bomba de alimentación de agua que llenará la caldera hasta que sea posible el encendido del quemador. La bomba continuará llenando hasta alcanzar el nivel máximo permisible de agua momento en que se apagará.
- Colocar el interruptor de la bomba de combustible en la posición ON y dejamos recircular el combustible por unos dos minutos, para que los combustibles atrapados en las tuberías adquieran la temperatura adecuada para la

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

combustión. La lámpara “power on” indica que la bomba de petróleo está trabajando.

- Colocamos el interruptor del motor modulador MANUAL/AUTOMÁTICO en la posición automática.
- Encender el quemador con el interruptor de CONTROL ON/OFF hacia la posición ON. El motor modulador realizará el barrido por 30 segundos para eliminar los gases de la cámara de combustión y luego se realiza el pre-encendido del quemador durante 15 segundos, luego se enciende la llama principal del quemador, cuando esto sucede se ilumina la lámpara “MAIN FUEL”. Si la llama piloto no es óptima la celda fotoeléctrica corta el sistema, y se enciende la lámpara “FLAME FAILURE”, entonces se debe resetear el programador del quemador y se reinicia la secuencia. El pre-encendido del quemador es con gas.
- Una vez que el equipo este cargado de vapor (100 PSI), se apagará automáticamente, en ese instante proceder a abrir la válvula de salida de vapor hacia la red de distribución, esta operación debe realizarse lentamente a fin de evitar golpes de ariete.
- **Purgar la caldera** tanto en la columna de nivel de agua como del fondo de la caldera cada 4 horas, para ejecutar este paso proceder de la siguiente forma:
Abrir la válvula de purga del fondo de la caldera durante 5 segundos luego cerrarla durante 1 minuto y volver abrirla, repetirlo 3 veces.
- Verificar diariamente la calidad del agua del ablandador, este procedimiento se debe realizar bajo el asesoramiento de un ingeniero químico, especialista en tratamiento de agua para calderas.
- En caso ocurriese que el Equipo Generador de vapor no encendiese, verificar que la tensión de corriente llegue al tablero de mando, verificar el nivel de agua y de combustible, si todo está correcto, y el problema persiste contactar con el Servicio técnico de Termodinamica S.A
- Es importante mantener el área de caldera libre de polvo y productos químicos inflamables.
- El mantenimiento o cambio de algún elemento debe ser realizado solo por personal especialista autorizado.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

5.3. FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA



La caldera horizontal modelo CS tiene un diseño de 3 pasos con espalda seca y cámara de combustión en el eje central de la caldera. Esta caldera ha sido diseñada para la generación de vapor mediante combustión.

Se cuenta con controles independientes de la bomba de agua y la bomba de petróleo, para prevenir que estas se enciendan al iniciar el encendido del programador del quemador, sin haber suficiente combustible o agua en sus respectivos tanques. Antes de iniciar el encendido del programador del quemador y después de verificar que los tanques de agua y combustibles están en un nivel adecuado y que sus válvulas están abiertas, se debe colocar el interruptor de la bomba de agua en la posición automático, y el interruptor de la bomba de diesel en la posición ON para permitir la recirculación y el calentamiento del combustible hasta la temperatura de ignición necesaria.

Al accionarse el programador del quemador primero se acciona los instrumentos que controlan las purgas, tanto del aire del ventilador sobre los gases de la combustión en el hogar, como del sistema de agua (siempre y cuando esté en automático). Por lo tanto, es accionado el compresor de aire y la bomba de agua de ser necesario. Este periodo de purga dura unos dos minutos.

El encendido del quemador nunca llegará a iniciarse en el caso de que el nivel de líquido del caldero esté por debajo del mínimo regulado en el control automático de nivel, el cual bloquea el programador para evitar un recalentamiento en el caldero por falta de agua. En este caso solamente se accionará la bomba de agua de alimentación hasta que se alcance el nivel adecuado.

Después del periodo de purga es accionado el sistema de ignición primario, siendo accionada la válvula solenoide que hace ingresar el combustible (gas) para el encendido inicial. Simultáneamente con este ingreso de combustible, son accionados el transformador elevador de voltaje, el cual da una chispa entre dos electrodos, y el pirómetro óptico con el sistema de fotocelda y el circuito amplificador de voltaje, los cuales están activados durante todas las secuencias de encendido, para detectar la existencia de la llama en el encendido primario. Comúnmente este periodo dura de 10 a 15 segundos. En caso de que la fotocelda no detecte llama, se cerrará la válvula solenoide del combustible y el caldero volverá a su estado inicial de purgas y reintentará realizar otro encendido y accionará la lámpara de "FLAME FAILURE". Si la fotocelda detectó la existencia de llama en el primario, es accionada la válvula solenoide que permite el ingreso del combustible de operación normal. El programador no permitirá el ingreso del combustible principal hasta que haya alcanzado su temperatura de operación normal, la cual está controlada por un sistema de termostato y termómetro que miden la temperatura del combustible que es calentado en un precalentador por medio de una resistencia.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A



Si el pirómetro detecto normalmente la llama en el periodo anterior, se cerrará el sistema de ingreso del combustible del sistema primario de ignición, para que inicie el calentamiento normal de todo el caldero. De allí en adelante el control automático del caldero está dirigido por los controladores de presión de vapor y de nivel de líquido. Cuando se logra la formación de la llama principal se iluminará la lámpara “MAIN FUEL”.

Cuando el líquido del caldero está totalmente frío y recién empieza a calentarse toda la estructura metálica, es conveniente operar manualmente y llevar el caldero lentamente al calentamiento y a su presión nominal en el régimen de mínima llama en medida de ser ello posible. Mientras más grande el caldero, más lento debe ser el calentamiento. En calderos de menos de 200BHP es conveniente utilizar por lo menos 2 horas en el régimen de mínima llama. En calderos grandes el periodo de calentamiento del hogar debe ser por lo menos de 6 horas. Para accionar el régimen de mínima llama debe de conectarse el interruptor de modulación a su posición manual, llevando así el motor modulador a su posición de mínimo combustible.

El motor modulador controla la rejilla de ingreso de aire y la válvula reguladora de combustible para la combustión en el quemador de tiro forzado. En operación normal, con el caldero caliente, el quemador iniciará en régimen de máxima llama hasta alcanzar su presión de trabajo luego de lo cual el presostato de modulación activará en forma automática el motormodulador llevándolo a su posición de llama mínima hasta que haya alcanzado la presión limite en la cual el presostato lo apagará, hasta que la presión baje al límite inferior e inicie nuevamente la secuencia de encendido

Estando ya el quemador encendido el control de nivel bajo de agua controlará la bomba de alimentación de agua manteniendo el nivel del agua dentro de los límites normales. Además, se tiene un control auxiliar de nivel de agua que bloquea la operación del quemador en caso de que el nivel de agua este por debajo de lo permisible.

La presión de operación de la caldera puede ser regulada mediante el presostato de presión que posee dos tornillos en la parte superior. Con uno se regula la presión principal de operación y con el otro el diferencial, es decir el rango por encima o debajo de la presión de operación con la cual el caldero funcionará antes de apagarse.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

6. MANUAL DE MANTENIMIENTO



¡Peligro!

Desconectar las fuentes de alimentación en todas las operaciones de mantenimiento y reparación que sea necesaria.

Todas las operaciones mantenimiento y reparación DEBEN ser realizadas SOLO por técnicos muy especializados encargados del mantenimiento.

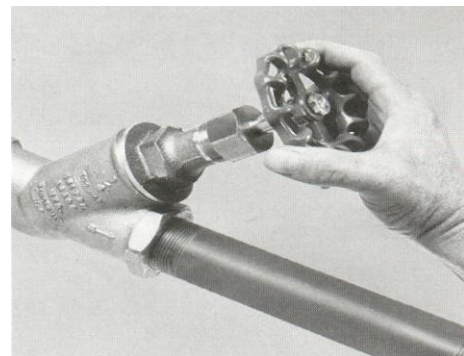
Las operaciones de mantenimiento deben realizarse en condiciones de seguridad, preferentemente con el caldero en frío y vacío.



6.1. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es el conjunto de acciones planificadas que se realizan en un periodo establecido sobre el equipamiento, teniendo un programa de actividades ha realizar como cambio de repuestos, ajustes e inspecciones, buscando mejorar la confiabilidad y calidad de producción.

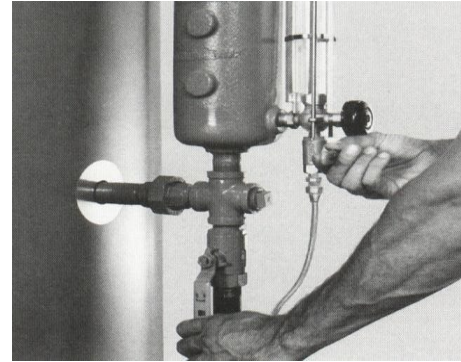
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DIARIO:

1. Hacer inspección completa de la sala de calderas revisando tuberías y válvulas con el fin de detectar fugas comprobar que todos los elementos (controles, motor, bombas) funcionen correctamente.
2. Purgar la caldera con regularidad de acuerdo con lo requerido; la frecuencia de las purgas depende de la calidad del agua de alimentación y del tipo de servicio de la caldera y debe ser determinado de acuerdo a la concentración de sólidos que se precipitan formando lodos. El nivel de concentración de sólidos disueltos en la caldera no debe ser mayor a la 4000 p.p.m.

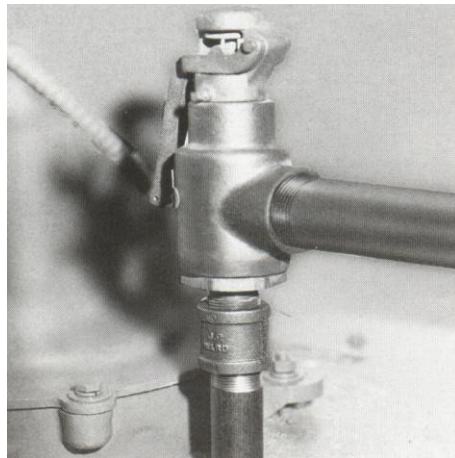


	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A



3. Purgar el control de nivel de agua (columna de nivel) y visor, cada 4 horas abriendo las válvulas de purga respectiva por aproximadamente 5 segundos, luego cerrarla durante 1 minuto y volver abrirla, repetir 3 veces. Este se hace con la finalidad de mantener las conexiones de la columna de agua y visor libre de lodos que podrían ocasionar fallas de estos instrumentos.



4. Comprobar el funcionamiento del control de nivel al hacer la purga en el pto.3, de tal forma que funcione el corte por bajo nivel estando el quemador prendido en fuego bajo.
5. Hacer soplar manualmente las válvulas de seguridad y alivio de vapor (puede ser hecho cada dos días) para verificar su estado.





6. Limpiar el filtro de combustible y verificar el estado de la empaquetadura de su tapa, semanalmente.
7. Verificar la lubricación del compresor de aire que se emplea en la atomización. El aceite usado para la lubricación de las paletas (frasco) y rodamientos (aceitera con tapas roscadas en ambos extremos) debe ser de grado SAE 10.

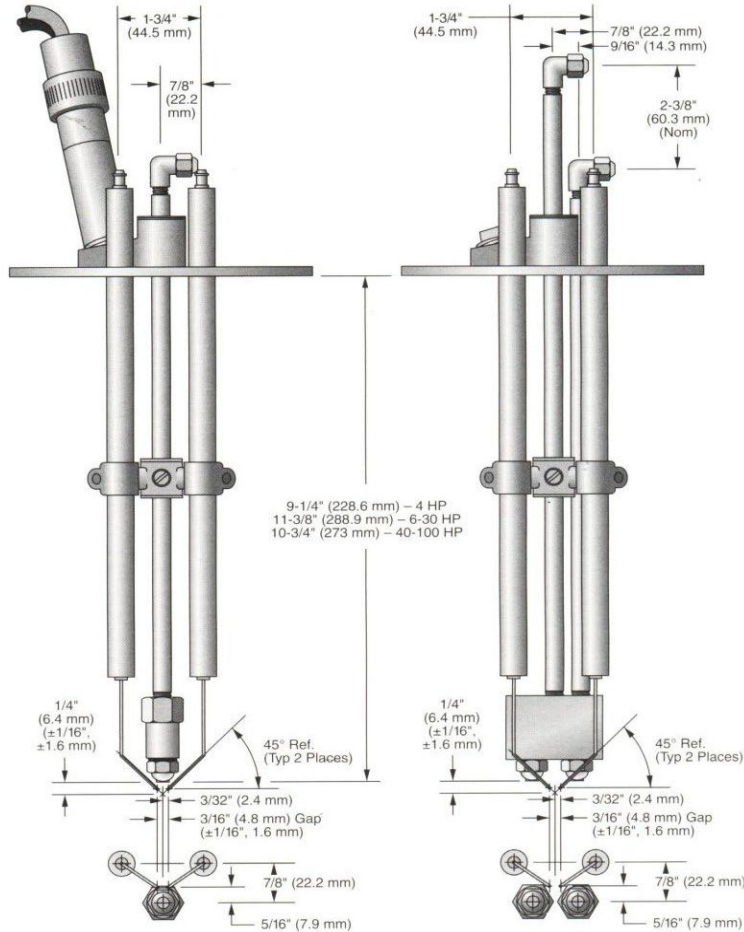
	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

8. En el arranque de la caldera, cerciorarse que el encendido sea correcto y que se complete perfectamente su ciclo, produciéndose un arranque sin explosión.
9. Revisar las condiciones de fuego visualmente y para diferente carga, es decir a diferentes consumos de combustible.
10. Revisar la adición de productos químicos de tratamiento de agua verificándose las cantidades precisas.



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MENSUAL

1. Limpiar cuidadosamente el polvo de los controles eléctricos y revisar los contactos de los arrancadores, estando completamente desenergizada la caldera.
2. Limpiar el filtro de la bomba de agua y engrasar.
3. Engrasar los motores (si poseen grasera).
4. Desmontar y limpiar el conjunto del quemador-ventilador solo si presenta desbalanceo causado por la suciedad.
5. Revisar las prensaestopas o el sello mecánico de la bomba de alimentación.
6. Desmontar el conjunto de las boquillas del quemador y limpiarlas.
7. Revisar los electrodos de encendido y comprobar abertura y limpieza y estado de los aislantes.

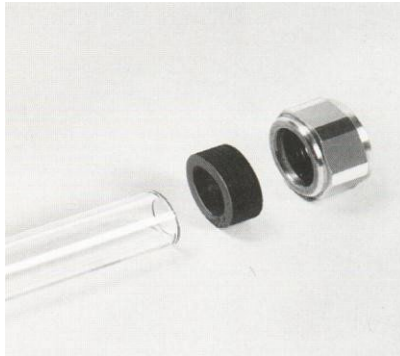
	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A



8. Comprobar el alineamiento de la bomba de agua con su motor.
9. Verificar el estado de todas las trampas de vapor en el sistema de retorno del condensado.
10. Limpiar el visor de nivel de agua y su base verificando que no haya sedimentos en el tubo de conexión inferior.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A



11. Cambiar las empaquetaduras de Neoprene del visor del nivel cada 4 meses.

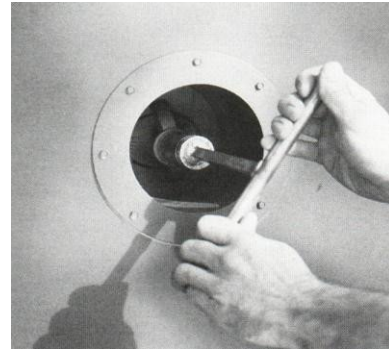
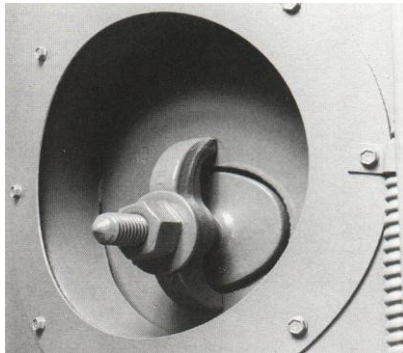


12. Desmontar y limpiar el filtro del aire del compresor, limpiándose con gasolina.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SEMESTRAL

1. Verificar el funcionamiento de las válvulas de seguridad, para lo cual se deberá subir el valor límite del control de presión haciendo funcionar la caldera hasta que la presión aumente, para verificar el disparo o apertura de las válvulas de presión no mayor que el 3% de lo establecido.
2. Vaciar el tanque de alimentación de la caldera (tanque de condensado). Quitar la válvula flotadora y revisar el interior del tanque, para ver si hay sedimentos. Lavar el tanque y comprobar el funcionamiento de la válvula flotadora.
3. Revisar el lado del agua de la caldera. Dejar que esta se enfríe y desaguarla. Quitar las tapas de entrada de mano y entrada de hombre, para lavar bien la caldera con agua a presión, tratando que las incrustaciones y sedimentos salgan de la caldera. Inspeccionar las superficies de evaporación para ver si hay indicios de corrosión, picadura o incrustaciones, lo que indica que se necesita mejor tratamiento de agua.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A





4. Al volver a colocar las tapas, de entrada, de mano y entrada de hombre, cambiar susempaquetaduras.
5. Con la caldera parada, revisar todas las válvulas, llaves y grifos. Rectificar los asientos y cambiar empaquetaduras si fuera necesario.
6. Cambiar las correas en V si fuera necesario.
7. Limpiar el lado de fuego de los tubos, con escobillas mecánicas, para remover todo el hollín depositado en los tubos.
8. Revisar el estado de la cámara de combustión y refractarios.
9. Cambiar las empaquetaduras o sello mecánico de la bomba de alimentación.
10. Revisar completamente los motores eléctricos incluyendo los siguientes servicios: limpieza general, prueba de aislamiento y revisión o cambio de rodamientos.
11. Cambiar cada 12 meses los electrodos de encendido a fin de garantizar un eficiente encendido.

6.2. POSIBLES ANOMALÍAS DE FUNCIONAMIENTO

¡Peligro!

Si la Caldera se queda sin Agua, NUNCA reponga agua fría, APAGUE la caldera de Inmediato.

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

Falla de Controles

Los controles eléctricos-electrónicos pueden ser reparados ubicando primero el circuito que posee la falla y el elemento para su respectiva sustitución. La ubicación de estas fallas se puede hacer por medio de un multímetro durante el funcionamiento. Cuando la falla es irreparable se sustituirá todo el instrumento siempre y cuando cumpla con los requisitos de funcionamiento de la caldera.

Fallas del Quemador

Las fallas del quemador pueden deberse a fallas en la bomba de combustible, boquillas o sistema de atomización.

La bomba debe suministrar el caudal a la presión necesaria, la falla de ésta puede deberse a una mala regulación de su presión a una excesiva tolerancia o juego entre los elementos de rotación (lóbulos, engranajes, etc).

La falla en el sistema de atomización se puede atribuir a un defecto en el compresor el cual puede denotar desgaste en sus piezas rotativas (paletas).

El defecto en las boquillas se puede atribuir a un desgaste de su agujero de descarga, lo que produce una mala atomización del combustible existiendo combustible sin quemar, en este caso se deben cambiar las boquillas.

Superficie con incrustaciones



Cuando la superficie de calefacción se encuentra con incrustaciones, pero sin excesivas picaduras, se pueden eliminar estas por medio de un lavado Químico consistente en hacer hervir la caldera (completamente llena) con una solución de agua con ácidos orgánicos durante un periodo que depende del grado de incrustaciones que existe. Enjuague con agua a presión y neutralización con solución alcalina.

Defectos en Válvulas

Cuando las válvulas de servicio y las de seguridad presentan pase o fugas indeseadas, es preciso asentarlas por medio de una posta esmeril especial. En las válvulas de globo y de compuerta se realiza también un cambio de empaquetaduras defectuosas.

Fugas en los tubos de fuego

Esto se puede realizar cuando el extremo del tubo expandido sufre aflojamiento causado por un aumento o disminución súbita de la presión o por un enfriamiento brusco (al abrir las puertas de las calderas cuando esta caliente, o introducir agua fría estando la caldera caliente).

	Cliente: <p style="text-align: center;">SINOHYDRO PERU</p>	
<p style="text-align: center;">Área de Ingeniería</p>	Descripción: <p style="text-align: center;">MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERA PIROTUBULAR DE 60.0 BHP</p>	Fecha : 23/02/23 Realizado por : L.Olazabal Revisado por : J. Segura Documento: 22ETID001-MMMON001-A

Cambio de Tubos

En el caso que los tubos presenten incrustaciones o corrosión excesivas, es necesaria la reposición de algunos o de todos los tubos.

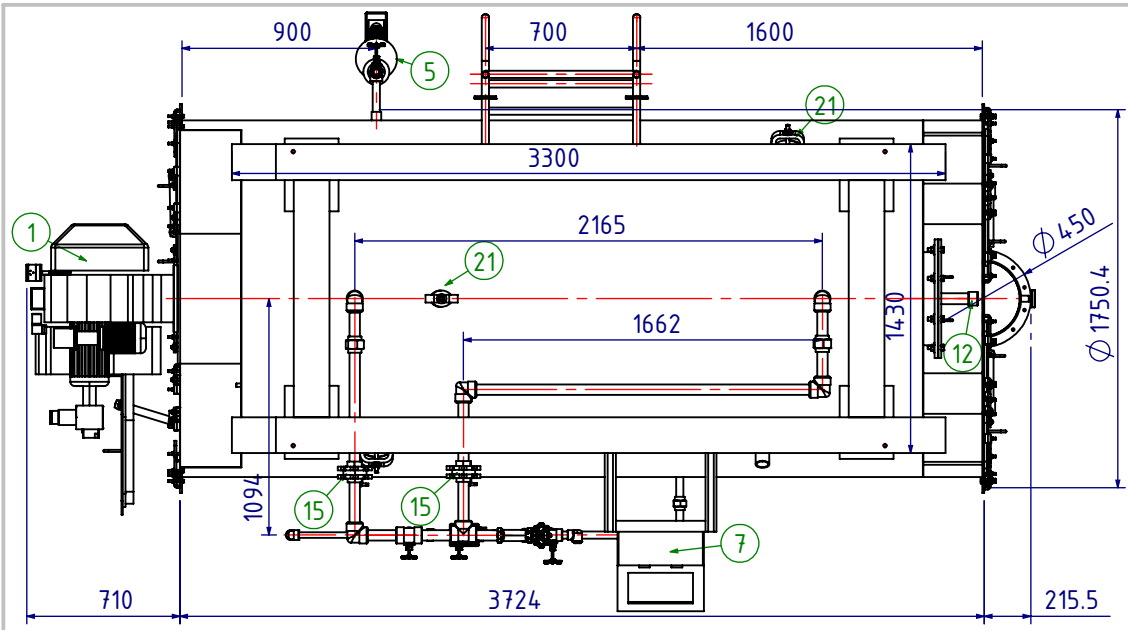
El cambio de los tubos es un trabajo muy especializado y se requiere de herramientas especiales. Se requiere también una prueba hidrostática posterior a una presión 1.5 veces mayor que la presión de trabajo.

Defectos del material refractario

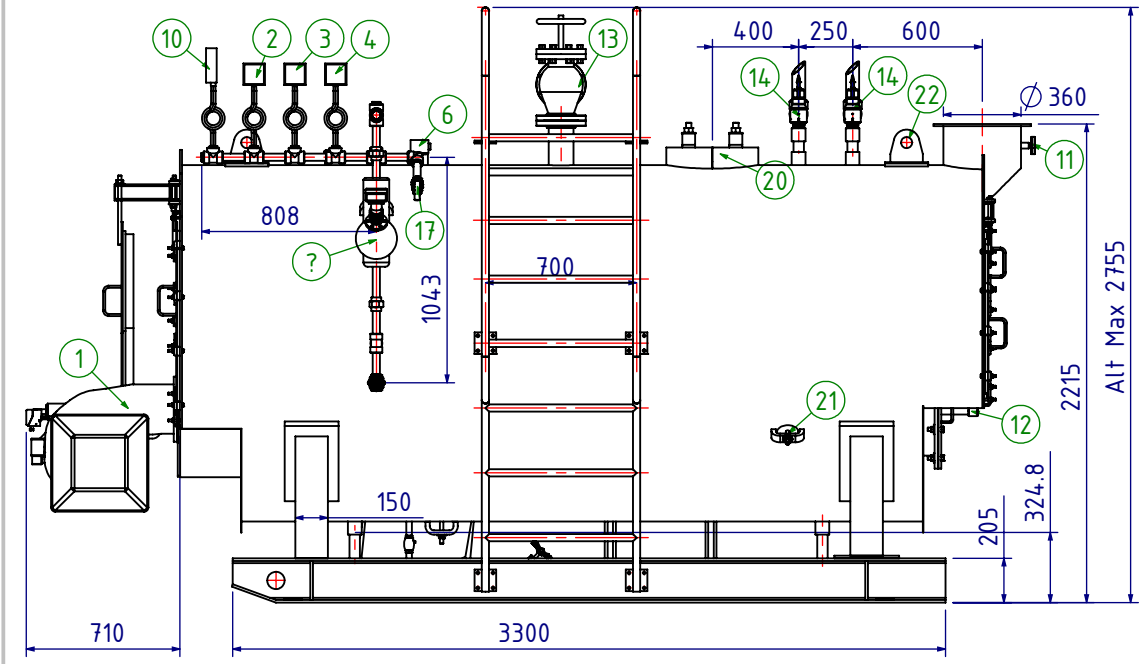
Cuando el material refractario sufre rajaduras o desprendimientos se necesita sustituir esa zona empleando un concreto refractario que cumpla con los requisitos de temperatura que el material original.

Para su aplicación se requiere limpiar y picar el material a separar para que el concreto a instalar tenga buena adhesión al material de base.

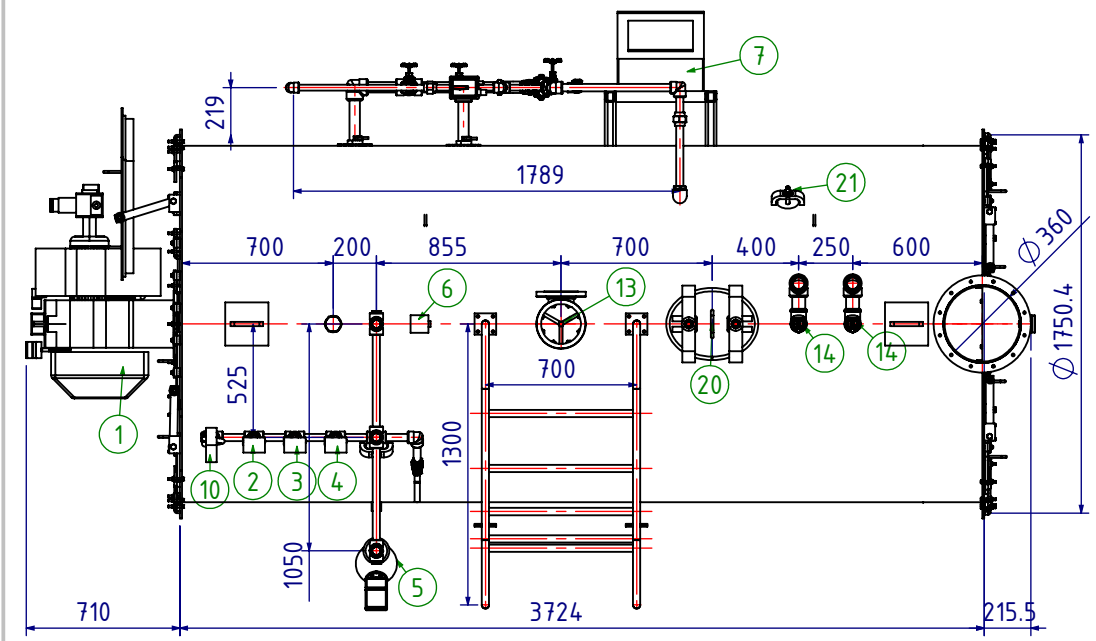
EL PRESENTE PLANO Y SUS ESPECIFICACIONES SON DE USO EXCLUSIVO DE TERMODINAMICA S.A.
 SU REPRODUCCION, DIFUSION Y/O UTILIZACION SIN AUTORIZACION EXPRESA ESTA PROHIBIDA Y
 DARA LUGAR A ACCIONES LEGALES.



VISTA INFERIOR - CALDERO 125 BHP
ESC: 1/15

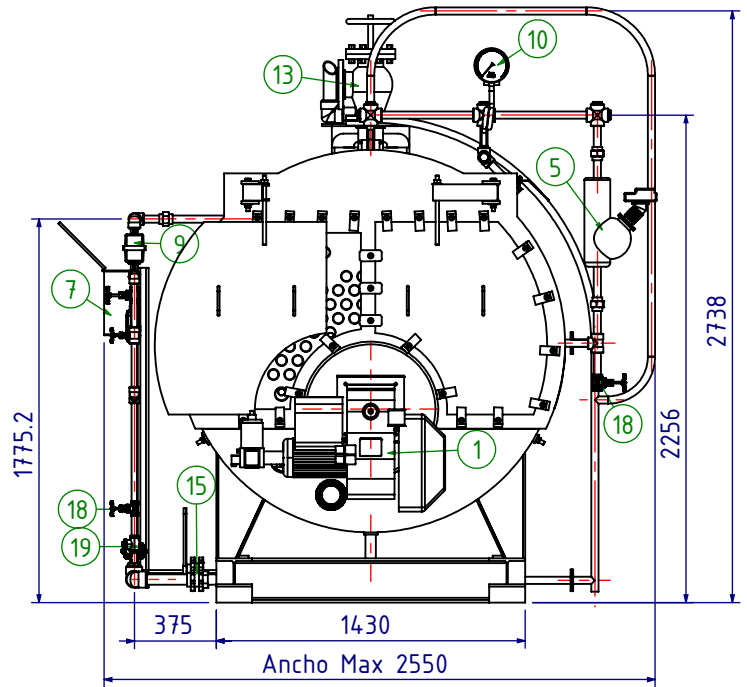


VISTA FRONTAL - CALDERO 125 BHP
ESC: 1/15



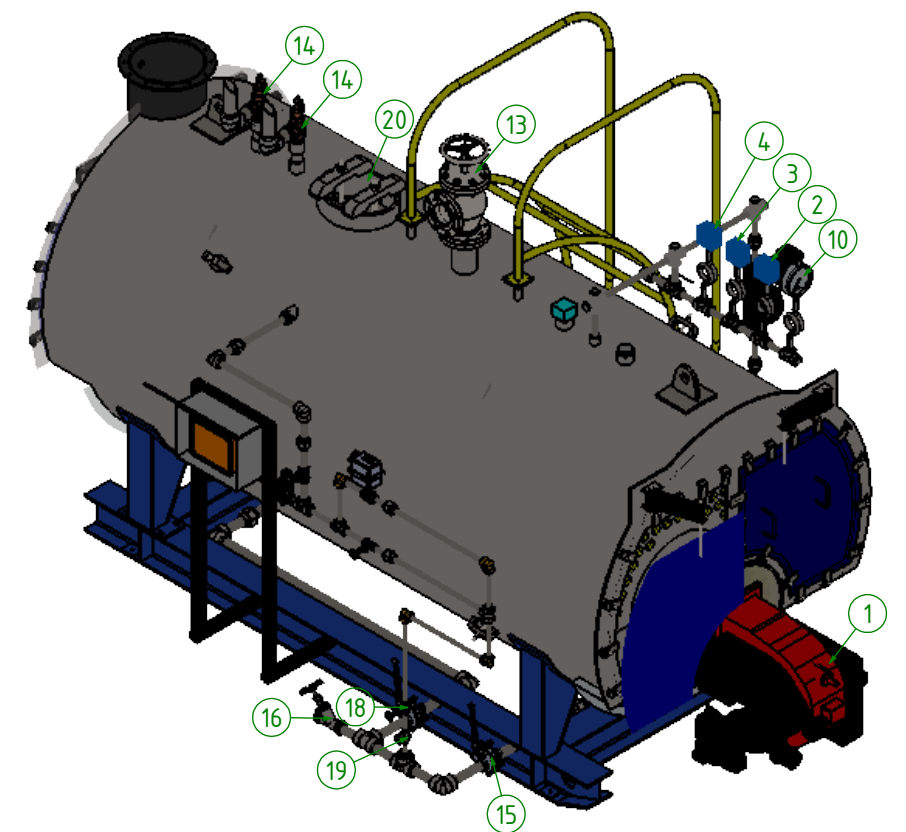
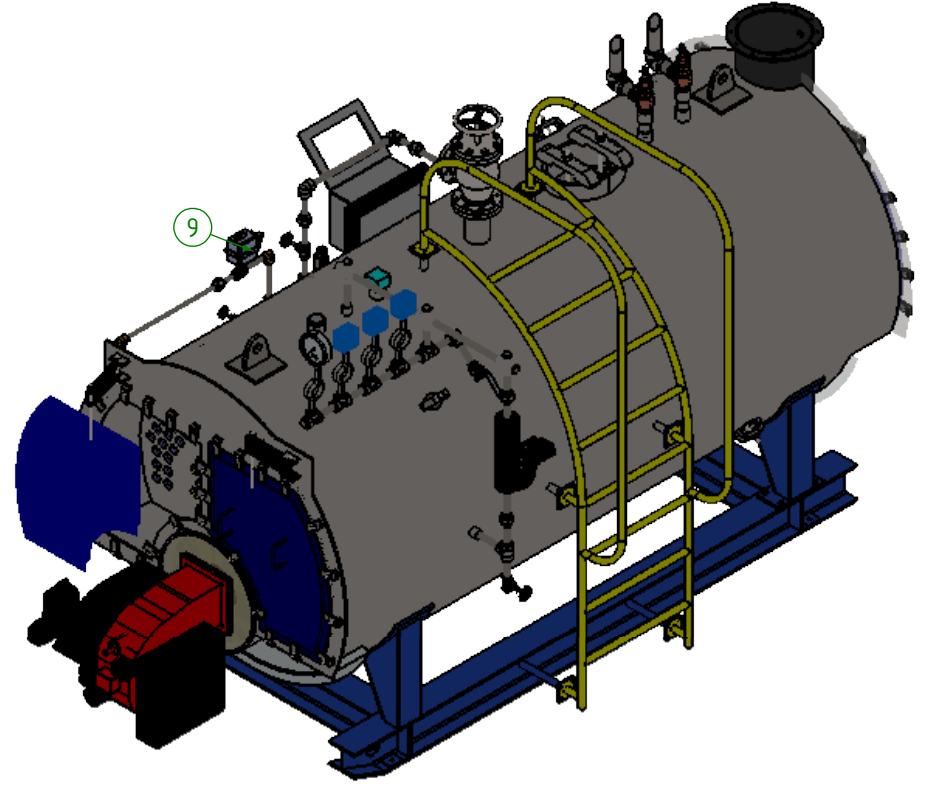
VISTA PLANTA - CALDERO 125 BHP
ESC: 1/15

ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION
1	1.00	UND	QUEMADOR INDUSTRIAL, MARCA:UNIGAS , MOD: E250A
2	1.00	UND	PRESOSTATO MODULANTE L91B1050 RANGO (5-150 PSI)
3	1.00	UND	PRESOSTATO CON DIFERENCIAL (L404F1227) RANGO (10-22PSI)
4	1.00	UND	PRESOSTATO DE SEGURIDAD MOD.L4079B RANGO (10-150 Psi)
5	1.00	UND	CONTROL DE NIVEL MC DONELL & MILLER 157S
6	1.00	UND	CONTROL DE NIVEL AUXLIAR WARRICK
7	1.00	UND	CONTROLADOR DE PURGA DE CALDERAS 1575e, MARCA YAMATHO
8	1.00	UND	SR2- SENSOR DE ELECTODOS DE CALDEROS
9	1.00	UND	VALVULA DE BOLA MOTORIZADA MBV 1"
10	1.00	UND	MANOMETRO DIAL 6" 0-200 PSI CAJA DE AC INOX
11	2.00	UND	TERMOMETRO BIMET. 0-300°C, DIAL DE 4", BULBO DE 4".
12	1.00	UND	VISOR DE LLAMA DE BOROSILICATO
13	1.00	UND	VALVULA DE GLOBO ANGULAR EN ACERO FUNDIDO ASTM A216, CLASE #150. Φ 4 pulg
14	2.00	UND	VALVULA SEGURIDAD BRONCE 1 1/2P X 2P X 125 PSIG.
15	2.00	UND	VALVULA PURGA RAPIDA MARCA EVERLASTING 1 1/2"
16	1.00	UND	VALVULA PURGA LENTA TIPO Y BRONCE 1 1/2"
17	1.00	UND	VALVULA BOLA 2CPO EN BRONCE 1000WOG NPT DE 1"
18	3	UND	VALVULA COMPUERTA CPO BRONCE PN 25 DE 1"
19	1.00	UND	VALVULA CHECK SWING CPO EN BRONCE PN25 DE 1"
20	1.00	UND	REGISTRO HOMBRE DE 24" X 16"
21	5.00	UND	REGISTRO DE MANO DE 31/2"X41/2"
22	2.00	UND	OREJA DE IZAJE



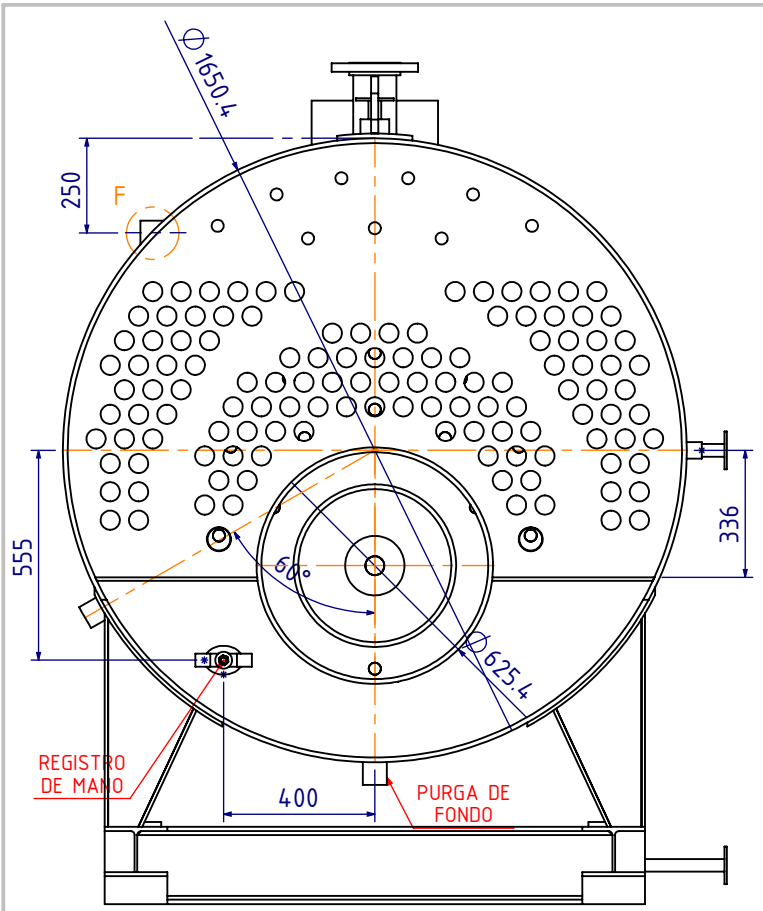
VISTA LATERAL - CALDERO 125 BHP
ESC: 1/15

ANEXO 19 PLANOS DE CALDERA PIROTUBULAR DE 125 BHP

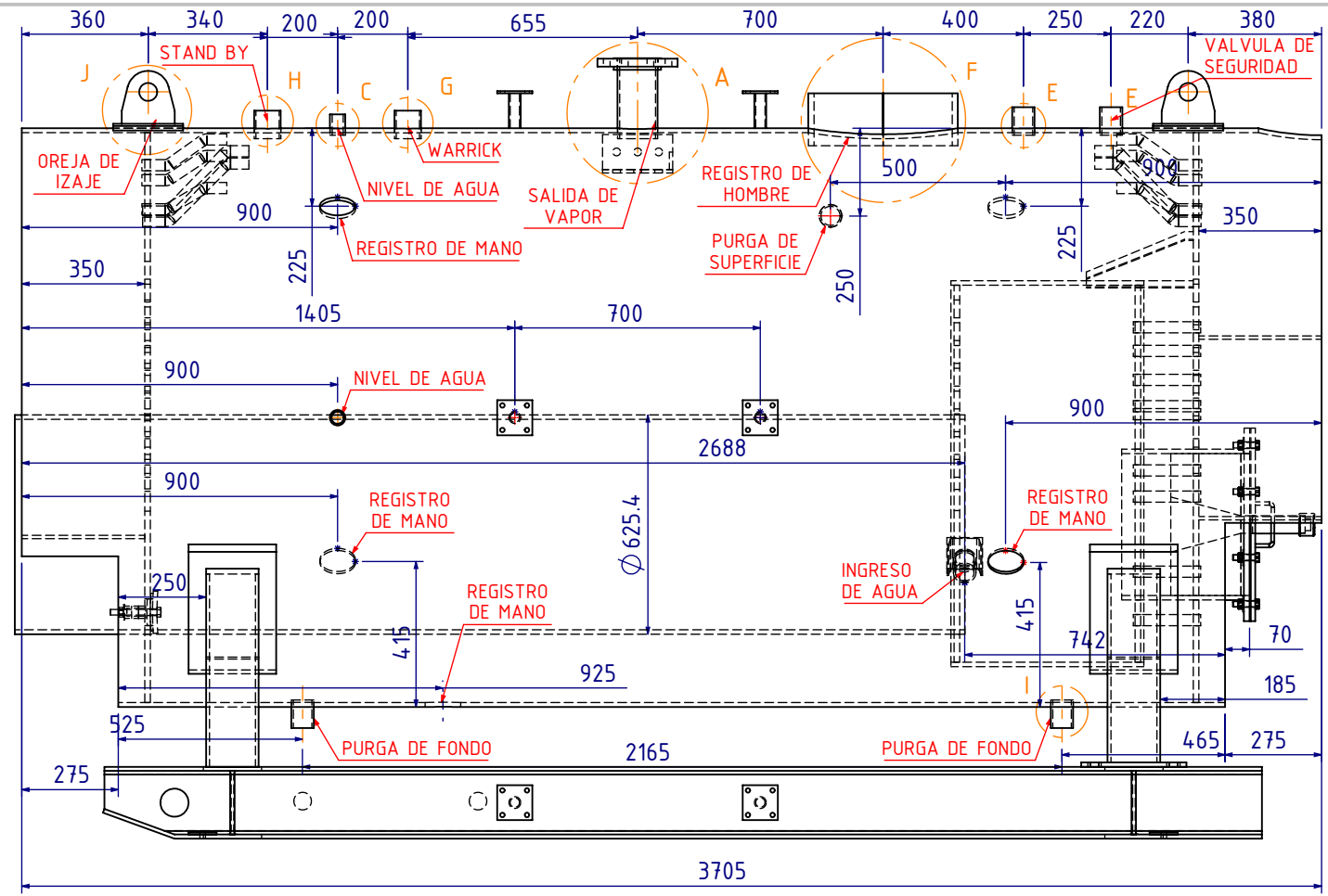


CLIENTE: 	REFERENCIA	PLANOS:	REV:	FECHA:	DESCRIPCION:	DIB:	REV:	APR:	VºBº:
			A	04/08/23	I.F.C	A.S.	L.O.	L.O.	
			B	06/10/23	I.F.C	A.S.	L.O.	L.O.	
			C						
		D							
CONTRATISTA: 	CLIENTE:	PROYECTO :							
	SINOHYDRO	CALDERO PIROTUBULAR DE 125.0 BHP Nº1							
	NRO DE PROYECTO:	PLANO :	HOJA:						
	PLANO MECANICO GENERAL DE CALDERA PIROTUBULAR Nº1	01							
ESCALA:	FORM:	Nº DE PLANO :		REV:					
INDICADA	A3	23VPID001-PLESS001-A		A					

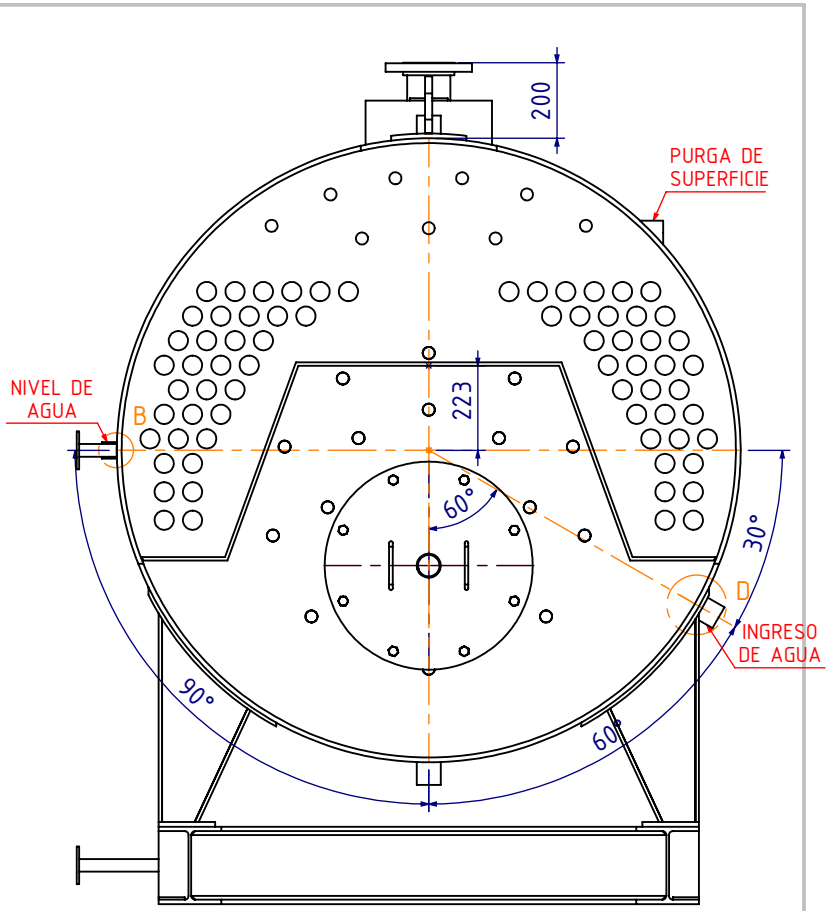
EL PRESENTE PLANO Y SUS ESPECIFICACIONES SON DE USO EXCLUSIVO DE TERMODINAMICA S.A. SU REPRODUCCION, DIFUSION Y/O UTILIZACION SIN AUTORIZACION EXPRESA ESTA PROHIBIDA Y DARA LUGAR A ACCIONES LEGALES.



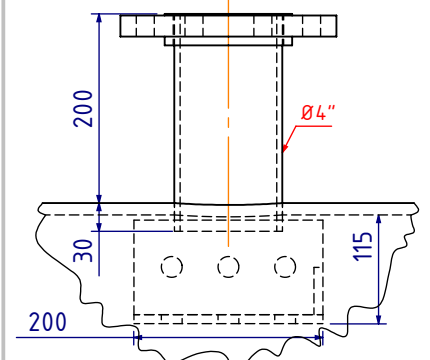
VISTA LATERAL IZQUIERDA
ESC: 1/10



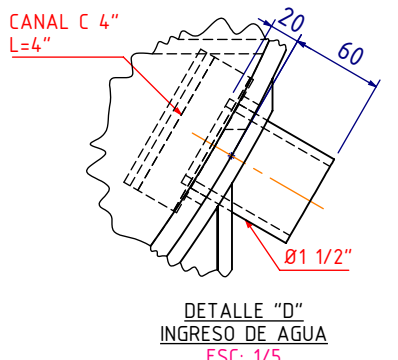
VISTA FRONTAL - CUERPO CALDERO 125 BHP
ESC: 1/10



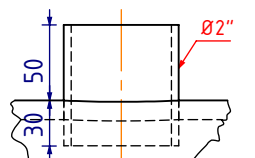
VISTA LATERAL DERECHA
ESC: 1/10



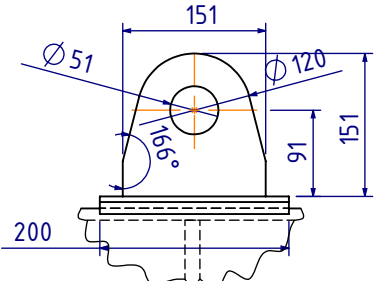
DETALLE "A"
SALIDA DE VAPOR
ESC: 1/8



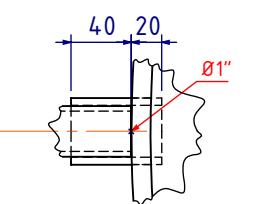
DETALLE "D"
INGRESO DE AGUA
ESC: 1/5



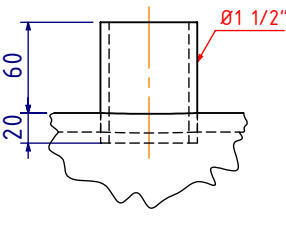
DETALLE "G"
WARRICK
ESC: 1/5



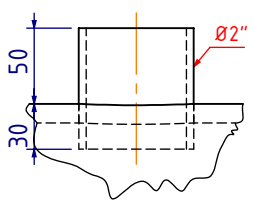
DETALLE "J"
OREJA DE IZAJE
ESC: 1/8



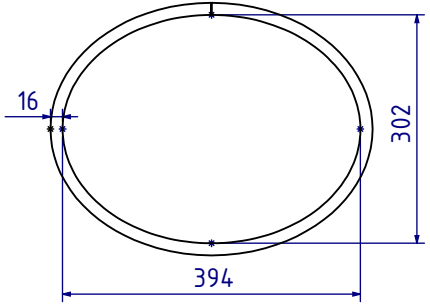
DETALLE "B"
NIVEL DE AGUA
ESC: 1/5



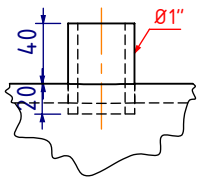
DETALLE "E"
VALVULA DE SEGURIDAD
ESC: 1/5



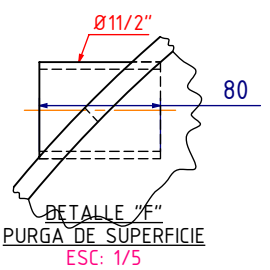
DETALLE "H"
STAND BY
ESC: 1/5



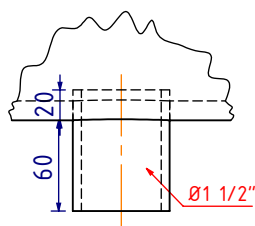
VISTA PLANTA
REGISTRO DE HOMBRE
ESC: 1/8



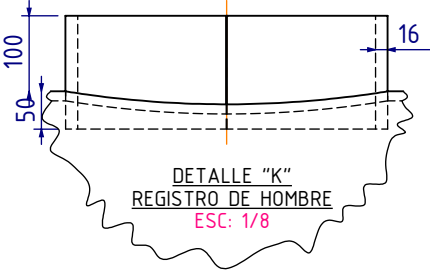
DETALLE "C"
NIVEL DE AGUA
ESC: 1/5



DETALLE "F"
PURGA DE SUPERFICIE
ESC: 1/5



DETALLE "I"
PURGA DE FONDO
ESC: 1/5



DETALLE "K"
REGISTRO DE HOMBRE
ESC: 1/8

ITEM	CANT	NOMBRE	ESPESOR	MATERIAL
1	1	CASCO	1/2"	ASTM A-285
2	1	PLACA FRONTAL	5/8"	ASTM A-285
3	1	PLACA POSTERIOR	5/8"	ASTM A-285
4	1	PLACA FRONTAL DE TAMBOR	5/8"	ASTM A-285
5	1	FLUE	1/2"	ASTM A-285
6	1	TAMBOR	1/2"	ASTM A-285
7		PLACA POSTERIOR DE TAMBOR	5/8"	ASTM A-285
8	1	CUERPO DE REGISTRO POSTERIOR	1/2"	ASTM A-285
9	1	BRIDA DE REGISTRO POSTERIOR	5/8"	ASTM A-285
10	1	TAPA DE REGISTRO POSTERIOR	5/8"	ASTM A-285
11	2	OREJA DE IZAJE	3/4"	ASTM A-36
12	1	REGISTRO DE HOMBRE	5/8"	ASTM A-36

ITEM	CANT	DESCRIPCION	DIAMETRO	CONEXION
1	01	SALIDA DE VAPOR	Ø 4.0"	# 150.0 Lbs
2	01	INGRESO DE AGUA	Ø 1 1/2"	# 3000.0 Lbs
3	02	NIVEL DE AGUA	Ø 1.0"	# 3000.0 Lbs
4	02	VALVULA DE SEGURIDAD	Ø 1 1/2"	# 3000.0 Lbs
5	01	PURGA DE SUPERFICIE	Ø 1 1/2"	# 3000.0 Lbs
6	02	PURGA DE FONDO	Ø 1 1/2"	# 3000.0 Lbs
7	01	WARRICK	Ø 2.0"	# 3000.0 Lbs
8	02	STAND BY	Ø 2.0"	# 3000.0 Lbs
9	05	REGISTRO DE MANO	3 1/2"x4 1/2"	SOLDABLE
10	02	REGISTRO DE HOMBRE	12"x16"	SOLDABLE

SINOHYDRO CLIENTE: SINOHYDRO CONTRATISTA: TERMODINAMICA Ingeniería - Proyectos - Servicios	REFERENCIA	PLANOS:	REV:	FECHA:	DESCRIPCION:	DIB:	REV:	APR:	VºBº:
			A	04/08/23	I.F.C	A.S.	L.O.	L.O.	
			B	06/10/23	I.F.C	A.S.	L.O.	L.O.	
			C						
		D							
	CLIENTE: SINOHYDRO	PROYECTO: CALDERO PIROTUBULAR DE 125.0 BHP N°1							
	NRO DE PROYECTO:	PLANO:	PLANO DE CASCO DE CALDERA PIROTUBULAR						
ESCALA: INDICADA	FORM: A3	Nº DE PLANO:	23VPID001-PLESS001						HOJA: 02
									REV: B

Table PW-39-1
Mandatory Requirements for Postweld Heat Treatment of Pressure Parts and Attachments — P-No. 1

(23)

Material	Holding Temperature, °F (°C)	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Weld Thickness (Nominal)		
		Up to 2 in. (50 mm)	Over 2 in. (50 mm) to 5 in. (125 mm)	Over 5 in. (125 mm)
P-No. 1 Group No. 1, 2, 3	1,100–1,300 (595–705)	1 hr/in. (1 h/25 mm), 15 min minimum	2 hr plus 15 min for each additional inch (25 mm) over 2 in. (50 mm)	2 hr plus 15 min for each additional inch (25 mm) over 2 in. (50 mm)

GENERAL NOTES:

(a) Postweld heat treatment is not mandatory for P-No. 1 Group 1 materials under the following conditions:

(1) when the nominal thickness as defined in PW-39.3 is 1 in. (25 mm) or less.

(2) when the nominal thickness as defined in PW-39.3 exceeds 1 in. (25 mm), postweld heat treatment is not required when the calculated carbon equivalent, CE, of each base metal in the weld joint is less than or equal to 0.45 using the following formula, and a minimum preheat of 200°F (95°C) is applied.

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{(Ni + Cu)}{15}$$

NOTE: The maximum chemical composition limit from the material specification or the actual values from a chemical analysis or material test report shall be used in computing the CE. If the chemistry values required for the last two terms are not available, 0.15% shall be substituted for those two terms as follows:

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + 0.15$$

(3) electroslag welds shall follow the postweld heat treatment requirements in PW-27.3 and PW-39.7.

(4) for stays welded in accordance with PW-19, the diameter of the stay is not used to determine the preheat requirement.

(b) Postweld heat treatment is not mandatory for P-No. 1 Groups 2 and 3 materials under the following conditions:

(1) when the nominal thickness of a weld as defined in PW-39.3 is $\frac{3}{4}$ in. (19 mm) or less.

(2) when the nominal thickness of the weld as defined in PW-39.3 exceeds $\frac{3}{4}$ in. (19 mm) but does not exceed 1 in. (25 mm) and the calculated CE of each of the base metals in the weld joint is less than or equal to 0.45 using the formula in General Note (a)(2).

(3) For stays welded in accordance with PW-19, the diameter of the stay is not used to determine preheat requirements.

(4) when the nominal thickness of a weld as defined in PW-39.3 is greater than 1 in. (25 mm) but does not exceed $1\frac{1}{2}$ in. (38 mm), and:

(a) the calculated carbon equivalent, CE, of each of the base metals in the weld joint is less than or equal to 0.45, using the formula in

General Note (a)(2)

(b) a minimum preheat of 250°F (120°C) is applied

(c) no individual weld pass thickness exceeds $\frac{1}{4}$ in. (6 mm)

(5) for welds used to attach extended heat-absorbing surface to tubes and insulation attachment pins to pressure parts

(6) for studs welded to pressure parts, provided preheat to a minimum temperature of 200°F (95°C) is applied when the thickness of the pressure part exceeds 1 in. (25 mm)

(c) Postweld heat treatment is not mandatory for P-No. 1 Groups 1, 2, or 3 under the following conditions:

(1) for corrosion-resistant weld metal overlay cladding of pipe or tube materials, provided that all of the following conditions are met:

(a) the thickness of the overlay cladding is $\frac{1}{4}$ in. (6 mm) or less

(b) preheat to a minimum temperature of 200°F (95°C) is applied when the thickness of the pressure part exceeds $\frac{3}{4}$ in. (19 mm)

(c) the pipe or tube material

(-1) does not exceed NPS 5 (DN 125) outside diameter

(-2) is not used as a drum or shell

(2) for welds attaching nonload-carrying studs not exceeding $\frac{1}{2}$ in. (13 mm) in diameter when using an automatic arc stud welding or automatic resistance stud welding process

(3) for attaching bare wire thermocouples by capacitor discharge welding or electric resistance welding, provided the following requirements are met:

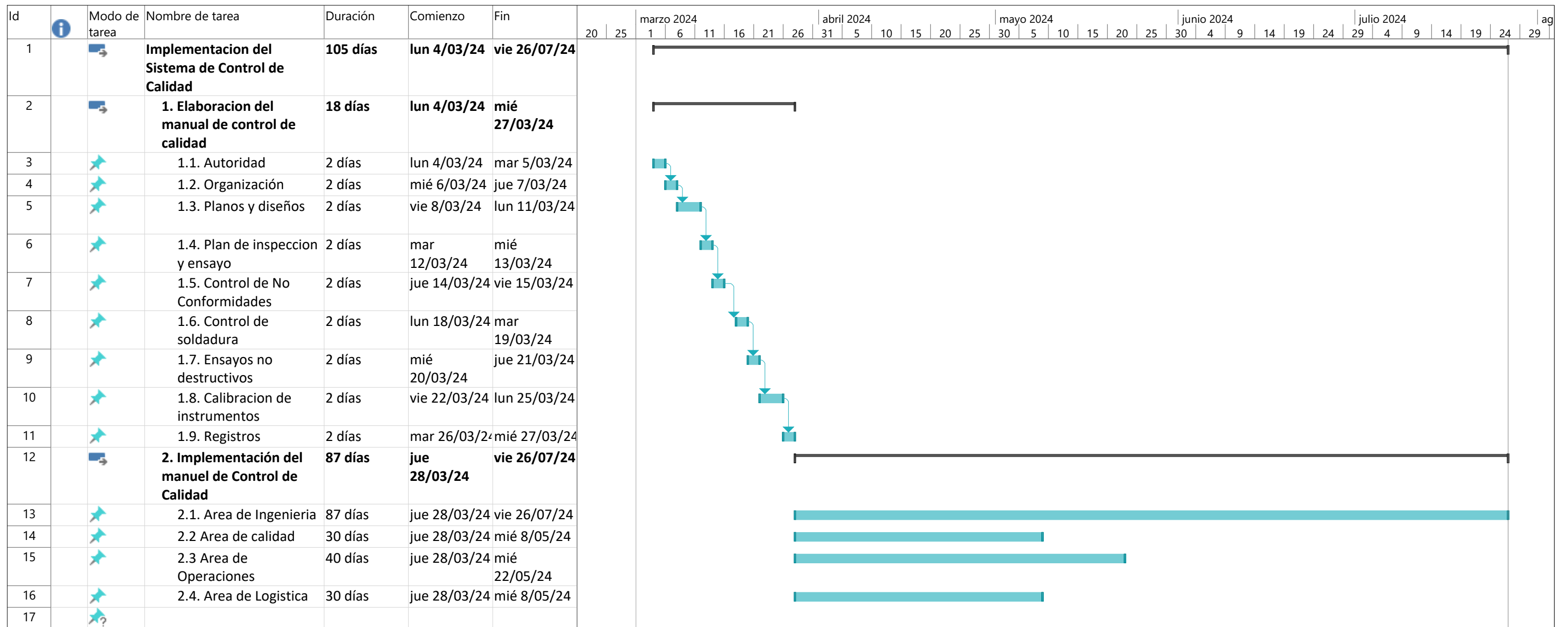
(a) the requirements of PW-39.8

(b) the minimum wall thickness shall be 0.200 in. (5.0 mm) or greater

(4) electroslag welds shall follow the postweld heat treatment requirements of PW-27.3 and PW-39.7

(d) When it is impractical to postweld heat treat at the temperature specified in this Table, it is permissible to carry out the postweld heat treatment at lower temperatures for longer periods of time in accordance with Table PW-39.1.

ANEXO 21: PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO (MSP)



Proyecto: Implementacion del S Fecha: vie 20/09/24	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			